

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та  
аспірантської підготовки  
Кафедра екології та  
охорони довкілля

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: Особливості мікроелементного складу питних вод окремих  
регіонів України

Виконав студент 2 курсу групи МЕ- 61  
спеціальності 8.04010603 "Екологічна  
безпека"

Непомяща Інна Олександрівна

Керівник к.х.н.,

Вовкодав Галина Миколаївна

Рецензент д.геогр.н., проф.

Шакірзанова Жанетта Рашидівна

Одеса 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки  
Кафедра екології та охорони довкілля  
Рівень вищої освіти магістр  
Спеціальність 8.04010603 "Екологічна безпека"  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри екології та охорони  
довкілля

Сафранов Т.А.  
" 10 " жовтня 2016 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Непомящій Інні Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Особливості мікроелементного складу питних вод окремих  
регіонів України

керівник роботи Вовкодав Галина Миколаївна, к.х.н.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від " 14 " вересня 20 16 р.  
№ 270-С

2. Строк подання студентом роботи 31 січня 2017 року

3. Вихідні дані до роботи. Стан довкілля Одеської області. Регіональна  
доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області  
у 2013 році. Звіт про науково-дослідну роботу Інституту стоматології АМН  
України 041.01. "Вивчення епідеміології основних стоматологічних  
захворювань у дітей Одеської області у взаємозв'язку з біогеохімічними  
факторами оточуючого середовища". Гігієнічні вимоги до води питної,  
призначеної для споживання людиною ДСанПіН 2.2.4-171-10. Державні  
санітарні правила і норми ДСанПіН 2.2.4.-005-98 "Фторування води на  
водопроводах централізованого господарсько-питного водопостачання".

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно  
розробити). Роль мікроелементів в житті людини. Забезпечення людини  
мікроелементами. Вплив концентрації окремих мікроелементів в питних водах  
на кількість осіб зі стоматологічними захворюваннями (карієс та флюороз) на  
прикладі Одеської області. Вплив концентрації мікроелементів в питних водах

на кількість осіб зі стоматологічними та загальними захворюваннями на прикладі окремих областей України. Статистичний аналіз показників захворюваності.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень). Концентрація фтору в питних водах окремих районів Одеської області. Залежність захворюваності на карієс дітей шкільного віку від концентрації фтору в питних водах. Концентрація фтору в питних водах по районах Одеської області. Мінеральний склад питних вод Одеської області. Характеристика мікроелементного складу питних вод Одеської області. Вміст мінеральних елементів в організмі людини. Залежність захворюваності на карієс від концентрації фтору в питних водах. Залежність захворюваності на флюороз від концентрації фтору в питній воді. Вміст деяких мікроелементів у підземній гідросфері західних областей України. Вміст фтору в питних водах Закарпатської області. Інтерпретації величини коефіцієнта кореляції. Кореляційна залежність поширеності карієсу від сольового складу питних вод для дітей віком від 7 до 15 років. Кореляційні залежності між рівнем середнього динамічного артеріального тиску та сольовими компонентами питних вод. Значення коефіцієнту кореляції між захворюваннями та вмістом фторидів в питних водах.

6. Дата видачі завдання 10 жовтня 2016 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Збір та узагальнення даних про роль мікроелементів у житті людини	10.10.16-24.10.16	90	5 (відмінно)
2	Розглянути та охарактеризувати поширення мікроелементів в природі	25.10.16-9.11.16	90	5 (відмінно)
	Розглянути та охарактеризувати забезпечення людини мікроелементами	10.11.16-26.11.16	90	5 (відмінно)
3	Провести аналіз впливу концентрації фтору в питних водах на стоматологічні захворювання на прикладі Одеської області	27.11.16-4.12.16	90	5 (відмінно)
	<b>Рубіжна атестація</b>	<b>05.12.16-10.12.16</b>	90	5 (відмінно)
4	Провести аналіз впливу окремих мікроелементів в питних водах на загальні захворювання на прикладі Одеської області	11.12.16-16.12.16	90	5 (відмінно)
5	Охарактеризувати вплив окремих компонентів в питних водах на загальні захворювання по деяким областям України.	17.12.16-22.12.16	90	5 (відмінно)
6	Оформлення магістерської кваліфікаційної роботи. Підготовка доповіді та графічного матеріалу до попереднього захисту.	23.12.16-26.12.16	90	5 (відмінно)
7	Підготовка остаточної версії магістерської кваліфікаційної роботи. Підготовка доповіді та графічного матеріалу до захисту.	27.12.16-31.01.17	90	5 (відмінно)
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		90,0	

(до десятих)

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

Непомяца І.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_

(підпис)

Вовкодав Г.М.

(прізвище та ініціали)

## Анотація

на магістерську кваліфікаційну роботу

Непомящої Інни Олександрівни на тему „Особливості мікроелементного складу питних вод окремих регіонів України ”

Дослідження регіональних особливостей питного водопостачання в умовах окремих регіонів України та з'ясування ролі водного фактора у формуванні неінфекційної захворюваності і досі є актуальним.

Метою дослідження була оцінка характеру впливу особливостей мінерального складу питних вод на здоров'я населення на прикладі окремих регіонів України.

Предметом дослідження визначено особливості впливу мінерального складу питних вод окремих регіонів України на здоров'я населення.

Основними методами дослідження були бібліографічний та бібліометричний методи аналізу наукової інформації, епідеміологічний, фізико-хімічний, медико-статистичний та медико-картографічний.

Визначено географічні особливості вмісту фтору в природних компонентах Одещини. Виявлено вплив концентрації фтору в питних водах на деякі стоматологічні захворювання (карієс та флюороз) населення Одеської області. Розглянуто вплив окремих мікроелементів в питних водах на загальні захворювання на прикладі Одеської області. Досліджен вплив окремих компонентів в питних водах на загальні захворювання по деяким областям України.

Тема магістерської кваліфікаційної роботи відповідає науковій тематиці кафедри.

Магістерська робота складається з п'яти розділів, містить 93 сторінки, 8 рисунків, 6 таблиц та 57 літературних джерел.

**Ключові слова:** фтор, природні компоненти, питні води, стоматологічні захворювання, мікроелементи, цинк, мідь, йод.

## Annotation

for Master's qualification work

Nepomyaschaya Inna Alexandrovna topic "Peculiarities of microelement composition of drinking water in some regions in Ukraine"

The research about regional characteristics of drinking water supply under conditions of certain regions of Ukraine and clarification of the role of water factor in the formation of infectious disease is still relevant.

The objective of the research was to estimate the features of the mineral composition of drinking water and its influence on human health on the example of certain regions in Ukraine.

The object of the research is to identify the impact of the mineral composition of drinking water on the health of population in certain regions in Ukraine.

The main methods applied in the study were bibliographic and bibliometric analysis methods of scientific information, epidemiological, physicochemical, medico statistical and medical mapping.

Geographic features of fluoride content were established in groundwater and surface (including drinking) waters of the Odessa region. It was found the influence of fluoride concentration in drinking water on certain dental diseases (caries and fluorosis) of Odessa region population. It was observed the impact of several microelements in drinking water on general diseases on the example of Odessa region. It was found out the effect of certain components in drinking water on general diseases in several regions in Ukraine.

The topic of the master's qualifying work meets the scientific theme of the department.

Master's thesis consists of five chapters, 99 pages, 8 pictures, 6 tables and 58 literature sources.

**Key words:** fluoride, natural ingredients, drinking water, dental diseases, microelements, zinc, copper, iodine.

## ЗМІСТ

	Стор
ВСТУП.....	8
1 РОЛЬ МІКРОЕЛЕМЕНТОВ В ЖИТТІ ЛЮДИНИ.....	10
1.1 Фтор .....	21
1.2 Йод.....	23
1.3 Кобальт.....	25
1.4 Марганець.....	27
1.5 Цинк.....	28
1.6 Мідь.....	31
1.7 Хром.....	33
1.8 Залізо.....	35
2 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛЮДИНИ МІКРОЕЛЕМЕНТАМИ.....	36
2.1 Мікроелементи та здоров'я людини.....	36
2.2 Мінеральні елементи харчування.....	41
3 ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ ОКРЕМИХ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В ПИТНИХ ВОДАХ НА КІЛЬКІСТЬ ОСІБ ЗІ СТОМАТОЛОГІЧНИМИ ЗАХВОРЮВАННЯМИ (КАРІЄС ТА ФЛЮОРОЗ) НА ПРИКЛАДІ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	49
4 ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В ПИТНИХ ВОДАХ НА КІЛЬКІСТЬ ОСІБ ЗІ СТОМАТОЛОГІЧНИМИ ТА ЗАГАЛЬНИМИ ЗАХВОРЮВАННЯМИ НА ПРИКЛАДІ ОКРЕМИХ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ.....	64
5 СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЗАХВОРЮВАНОСТІ.....	77
ВИСНОВКИ.....	84
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	85
СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	91
ДОДАТКИ.....	92

## ВСТУП

Сьогодні в усьому світі збільшується інтерес до проблем нормування мінерального складу питних вод та прогнозування їх впливу на здоров'я населення. Завдяки фундаментальним працям українських (Габовича Р.Д., Гончарука Є.Г., Омелянця М.І., Прокопова В.О.) та закордонних (Черкінський С.Н., Ельпінер Л.І., Кандрор І.С.) вчених створені передумови для широкого впровадження у практику методів профілактики захворювань, зумовлених несприятливим сольовим складом питних вод [1-8]. Великий внесок у розвиток проблеми вивчення впливу сольового складу питних вод на здоров'я людини зроблено Рахманіним Ю.А. та іншим вченими [9, 10], які узагальнили науковий досвід попередників та запропонували нові наукові та методологічні підходи до оцінки ролі водного фактора у формуванні індивідуального та громадського здоров'я. Утім, результати досліджень цих авторів нерідко суперечать один одному, а комплексна оцінка впливу питних вод несприятливого сольового та мікроелементного складу на здоров'я населення ними, здебільшого, не проводилася. З іншого боку, чинні санітарні норми передбачають за узгодженням із регіональними закладами державної санітарно-епідеміологічної служби зміни нормативів вмісту у питних вод мінеральних сполук, що нормуються за санітарно-органолептичною ознакою.

Отже, дослідження регіональних особливостей питного водопостачання в умовах окремих регіонів України та з'ясування ролі водного фактора у формуванні неінфекційної захворюваності і досі є актуальним.

**Метою** дослідження була оцінка характеру впливу особливостей мінерального складу питних вод на здоров'я населення на прикладі окремих регіонів України.

**Предметом** дослідження визначено особливості впливу мінерального складу питних вод окремих регіонів України на здоров'я населення.



Основними методами дослідження були бібліографічний та бібліометричний методи аналізу наукової інформації, епідеміологічний, фізико-хімічний, медико-статистичний та медико-картографічний.

Інформація про мікроелементний склад питних вод Одеської області одержана із звітів санітарно-епідеміологічної служби Одеської області за 2010-2015 рр. Проводили співставлення сольового складу питних вод з нормативними значеннями у відношенні показників загальної мінералізації, загальної жорсткості, магнію, заліза, кобальту, нікелю, міді, цинку, фтору, хрому, стронцію.

Для проведення аналізу територіального розподілу питних вод різної якості та визначення ступеню ризику виникнення захворювань, виникнення яких пов'язане з якістю питної води, проводили картографування.

Статистичну обробку основного масиву даних проводили методом кореляційного аналізу.

**Елементи наукової новизни** одержаних результатів полягає у визначенні особливостей впливу різних за мінеральним складом питних вод на здоров'я населення.

**Публікації.** За матеріалами дисертації опубліковано 5 робіт, у тому числі 2 статей у наукових періодичних виданнях та 3 тези участі у наукових конференціях.

Поширеність захворювань серед населення вивчали за матеріалами статистичної звітності обласного інформаційного центру управління охорони здоров'я за період 2010-2015 рр.

## 1 РОЛЬ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В ЖИТТІ ЛЮДИНИ

Мікроелементи — велика група мінеральних речовин, які мають високу біологічну активність та містяться в продуктах харчування, питній воді і, відповідно, в тканинах людини в дуже малих кількостях (менше 0,01 г/кг). Їх коло значне. Найбільш вивчені в фізіологічному плані залізо, мідь, марганець, цинк, йод, фтор та деякі інші. На даний час є всі підстави вважати, що мікроелементи є життєво важливими харчовими речовинами. Вони беруть участь майже в усіх біологічних процесах, що відбуваються в тканинах організму, і мають досить специфічну дію.

Це особливо проявляється в місцевостях з незвичайним (недостатнім або надлишковим) рівнем тих або інших мікроелементів в довкіллі (грунті, воді, рослинах), що призводить до збідніння ними продуктів харчування і навіть до виникнення ендемічних (характерних для даної місцевості) захворювань людини. Є цілі регіони, де є підвищена захворюваність населення зобом внаслідок недостатності в їжі йоду, ендемічним карієсом — внаслідок дефіциту фтору або флюорозом — внаслідок його надлишку. Є місцевості з природньою недостатністю міді, кобальту і деяких інших мікроелементів, що в недавньому минулому було причиною виникнення хвороб свійських тварин і рослин, що вирощуються. Внесення в ґрунт відповідних мікроелементних добрив знімає дефіцит мікроелементів в сільськогосподарській продукції. В харчуванні людини такий дефіцит усувається також шляхом збагачення поживними речовинами — мікроелементами — харчового раціону або питної води. Істотною допомогою є включення в харчування продуктів, в яких ті або інші мікроелементи вибірково акумульовані в силу метаболічних особливостей рослинного або тваринного організму.

В організмі людини і тварин за допомогою сучасних аналітичних методів дослідження виявлено близько 70 хімічних елементів. Ці елементи в залежності від їх біологічного значення умовно розділені на групи:

а) незамінні елементи, що входять до складу ферментів, гормонів, вітамінів - O, K, H, Ca, P, C, S, Cl, Na, Mg, Zn, Fe, Cu, I, Mn, V, Mo, Co, Se;

б) постійно визначаються в організмах тварин та людини елементи, значення яких вивчено ще недостатньо, - Sr, Cd, F, Br, B, Si, Cr, Be, Li, Ni, Cs, Sn, Al, Ba, Rb, Ti, Ag, Ga, Ge, As, Hg, Pb, Bi, Sb, U, Th, Ra;

в) виявляються в організмі тварин і людини елементи, щодо яких дані про кількісний вміст у тканинах, органах і біологічній їх ролі відсутні, - Tl, Nb, La, Pr, Sm, Tb, W, Re, Au.

Людина і тварини отримують мікроелементи з продуктів харчування, води та атмосферного повітря.

Мікроелементи є екзогенними хімічними факторами, що грають значну роль в таких життєво важливих процесах, як зростання, розмноження, кровотворення, клітинне дихання, обмін речовин і ін..

Мікроелементи утворюють з білками організму специфічні металоорганічні комплексні сполуки, що є регуляторами біохімічних реакцій. У випадку аномального або порушеного вмісту, або порушеного співвідношення мікроелементів у навколишньому середовищі, в організмі людини можуть розвинути порушення з характерними клінічними симптомами, головним чином у зв'язку з порушенням функцій ферментів, до складу яких вони входять або їх активують.

Видатний геохімік і перший президент Української академії наук В.І. Вернадський попереджав, що виробнича діяльність сучасної людини буде суттєво впливати на її хімічне оточення [11]. Сьогодні можна стверджувати, що порушення хімічної рівноваги у біосфері ускладнює перебіг і навіть зумовлює велику кількість захворювань.

Останнім часом у літературі все частіше робиться акцент на погіршанні стану здоров'я дитячого населення. Зазначена тенденція особливо характерна для дитячого населення великих промислових центрів. В основному вона зумовлена переважанням техногенних змін над адаптаційними можливостями

організму дитини, надлишковим надходженням важких металів і недостатнім – есенціальних хімічних сполук. Існують місцевості, які характеризуються певними змінами вмісту хімічних елементів у навколишньому середовищі, воді, продуктах харчування тощо. Усе це сприяє порушенню обміну окремих хімічних елементів в організмі людини, виникає надлишок, недостатність, або дисбаланс хімічних сполук, що тягне за собою низку патологічних змін, більш виражених у дітей [12-19].

За класифікацією, що ґрунтується на кількісній ознаці, хімічні елементи, які надходять до організму людини, розподіляються на три групи відповідно до

величини їх вмісту в організмі [19] :

- макроелементи: Ca, P, K, Na, S, Cl, Mg;
- мікроелементи: Fe, Zn, F, Mo, Cu, Br, Si, J, Mn, Al, Pb, Cd, B, Rb;
- ультрамікроелементи: Se, Co, V, Cr, As, Ni, Li, Ba, Ti, Ag, Sn, Be, Ga, Ge, Hg, Sc, Zr, Bi, Sb, U, Th, Rh.

Отже, в організмі людини хімічні елементи знаходяться у різній кількості. Крім того, вміст сполуки може певним чином варіювати залежно від стану навколишнього середовища, раціону харчування, умов праці конкретної людини. Тому була запропонована інша класифікація, яка ґрунтується на біологічній ролі елемента та широко використовується у фізіології, біохімії та нутриціології. Згідно з нею мінеральні елементи розподіляються на:

- життєво необхідні (біогенні, есенціальні елементи);
- вірогідно (умовно) необхідні (умовно есенціальні елементи);
- елементи з мало вивченою або невідомою роллю.

Наведена класифікація умовна – кожний елемент може мати токсичну дію, яка залежить від його надходження і концентрації у тканинах організму.

Сьогодні все частіше звертають на себе увагу такі стани, як мікроелементози. За визначенням академіка РАМН А.П. Авцина [12], мікроелементози – це патологічні процеси, викликані дефіцитом, надлишком або дисбалансом макро- та мікроелементів. Відомі такі історичні дані щодо

мікроелементозів. Так, ще у стародавньому Китаї вперше описаний йододефіцитний зуб, який лікували витяжками з морських водоростей та щитоподібних залоз домашньої худоби. Надалі опис впливу окремих сполук на стан здоров'я людей та тварин носив епізодичний та несистематизований характер. Поштовхом для вивчення значення хімічних елементів стало відкриття вітамінів та амінокислот. У другій половині XIX століття доказано вплив елементів, що містяться в організмі людини в надмалій кількості, на перебіг фізіологічних процесів: йоду та цинку. Усі відкриття мікроелементозів носили випадковий характер або були наслідком локальних спалахів незрозумілих хвороб сільськогосподарських тварин, а з другої половини XX століття дослідження стали експериментальними та систематизованими.

Першим експериментальним методом вивчення мікроелементозів стали високоочищені дієти для піддослідних тварин, а з 20-х років XX століття став доступним метод емісійної спектрографії, що дозволив порівняти склад ґрунтів та тваринних тканин з різних геохімічних зон. Зараз для визначення елементного складу використовують атомно-абсорбційну спектрометрію, атомно-емісійну спектрометрію з індуктивно-зв'язаною плазмою та фотометричні методи в інфрачервоному спектрі або видимому й ультрафіолетовому спектрі.

Серед захворювань, етіологія яких пов'язана з дисбалансом хімічних елементів, одними з першими були виділені:

- уровська хвороба (хвороба Кашина-Бека), пов'язана з надлишком стронцію. Виявлена в мешканців Забайкалля, вона проявлялася підвищеною ламкістю та болем в кістках;
- зареєстрована у мешканців Японії хвороба «ітай-ітай», що виникає за умов високого вмісту кадмію в питній воді;
- хвороба «вигнутої спини» в ягнят Англії, пов'язана з підвищеним вмістом цинку і свинцю в ґрунті та рослинах;
- Марганцевий паркінсонізм у мешканців Нової Зеландії та Австралії, викликаний хронічною марганцевою інтоксикацією. Серед аборигенів Нової

Зеландії також дуже поширеною була злякисна перніціозна анемія, викликана низьким умістом у воді та продуктах харчування кобальту – кофактора вітаміну В<sub>12</sub>.

До мікроелементозів відносяться також хвороба Кешана (серцева недостатність та «бичаче серце» у разі дефіциту селену), хвороба Мінамати (інтоксикація ртуттю після вживання забруднених морепродуктів) і навіть «хвороба любителів пива» (збільшення щитоподібної залози внаслідок надходження з деякими сортами пива надлишку кобальту). Серед промислових та професійних мікроелементозів відомі йоккаїцька астма (викликана забрудненням повітря оксидами сірки), хімічна чернівецька хвороба (вірогідно, внаслідок дії талію), талієва алопеція, литейна лихоманка (берилій), алергія куховарок (нікель), бромізм, меркуріалізм, металоконіози – хвороби легень, зумовлені вдиханням пилу сполук деяких металів – берилію (бериліоз), заліза (сидероз), алюмінію (алюміноз), барію (баритоз) та багато інших [13,19]. Роль деяких мікроелементів у формуванні таких поширених хвороб та станів, як атеросклероз та ішемічна хвороба серця, алергічні захворювання, гастродуоденіт, певні злякисні новоутворювання, наголошувалася та розкривалася в дослідженнях уже давно. Кількість інформації про вплив мікроелементів на навколишнє середовище продовжує збільшуватися: доведена наявність біогеохімічних провінцій з дефіцитом селену на території Китаю, що є ендемічним ареалом для ІХС. У Йорданії виявлено територію з низьким умістом хрому в воді та хронічною гіперглікемією у населення. Під час вивчення патогенезу атеросклерозу виявлено, що у всіх хворих з цією патологією наявний дефіцит цинку та ванадію, і клінічно доведено ефективність застосування біотичних доз цинку в нормалізації обміну ліпопротеїдів [15,19].

Мікроелементи беруть участь у формуванні ендемічних і неендемічних захворювань ендокринної системи: виявлені специфічні порушення обміну цинку та хрому при цукровому діабеті (цинк входить до складу та регулює активність молекули інсуліну, хром бере участь у зв'язуванні гормону з

рецепторами клітинних мембран). Експериментально доведена участь марганцю в дозріванні яйцеклітин і цинку в сперматогенезі та функціонуванні клітин Лейдига. Існують генетично зумовлені захворювання, пов'язані з порушенням обміну мікроелементів. До них належать:

- хвороба Вільсона-Коновалова (мідний токсикоз, гепатолентикулярна дегенерація);

- захворювання з аутосомно-рецесивним типом наслідування, зумовлене синтезом білка з підвищеною спорідненістю до Cu;

- хвороба Менкеса (хвороба кучерявого волосся) – порушення всмоктування і транспорту міді, яке супроводжується дефіцитом церулоплазміну. Розвивається внаслідок дефекту гена, що має рецесивний зчеплений з X-хромосою тип наслідування;

- ентеропатичний акродерматит (синдром Данбольта-Клосса, синдром Брандта) – аутосомно-рецесивне захворювання, зумовлене порушенням процесів всмоктування в кишечнику за рахунок дефіциту цинку та відсутності ферменту олігопептидази;

- гемохроматоз (пігментний цироз печінки, бронзовий діабет, синдром Труазьє-Ано-Шоффара) – аутосомно-домінантна ферментопатія, за якої в тонкому кишечнику всмоктується надлишкова кількість заліза, що депонується в тканинах у вигляді гранул гемосидерину.

На даний час існує така сучасна класифікація мікроелементозів [12,19]:

#### I. Природні:

1) природні ендогенні (зумовлені порушенням обміну речовин):

- а) вроджені (основна причина – мікроелементози у матері, рідше – генна патологія);

- б) спадкові;

2) природні екзогенні – притаманні людям, які проживають у певній геохімічній зоні, де хімічний склад їжі значною мірою відображає особливості мікроелементного складу ґрунту, повітря, питної води (наприклад, в Україні

близько 27% населення проживає в районах з ендемічною йодною недостатністю),

і викликані:

- а) дефіцитом мікроелементів;
- б) надлишком мікроелементів;
- в) дисбалансом мікроелементів .

II. Техногенні – пов’язані з виробничою діяльністю людини хвороби та синдроми, викликані надлишком певних мікроелементів та їх сполук:

- 1) промислові та професійні (безпосередньо в зоні виробництва);
- 2) «сусідні» ( поруч з виробництвом);
- 3) трансгресивні (значно віддалені від виробництва, зумовлені повітряним або водним перенесенням мікроелементів).

III. Ятрогенні:

- 1) викликані дефіцитом мікроелементів;
- 2) викликані надлишком мікроелементів;
- 3) викликані дисбалансом мікроелементів .

Остання група захворювань пов’язана з деякими лікувальними маніпуляціями (діаліз), лікуванням або підтримуючою терапією (наприклад, повним парентеральним харчуванням) препаратами, незбалансованими за мікроелементним складом. Так, у літературі описано хронічну гіперглікемію, що розвивається внаслідок зниження забезпеченості хромом у хворих, які довгий час знаходяться на парентеральному харчуванні; діалізну енцефалопатію у хворих з хронічною нирковою недостатністю внаслідок надходження алюмінію з діалізатної рідини; порушення обміну міді на фоні прийому саліцилатів і препаратів-комплексоутворювачів, що лежить в основі формування медикаментозних колагенозів унаслідок інактивації мідьзалежної лізілоксидази [15].

На території України за рівнем техногенного забруднення спостерігають окремі заклади й організації. В останні десятиріччя особливе занепокоєння викликає забруднення атмосфери у промислових зонах. В Україні визначають



декілька геохімічних зон та осередків мікроелементозів незалежно від їх етіології. Територія України ендемічна відносно недостатності йоду та розвитку асоційованих з ним захворювань щитоподібної залози, атеросклерозу. Природно-ендемічною зоною флюорозу є лівобережна Україна, особливо Полтавська область. У Львівській області до природно підвищеного вмісту фтору додається техногенний компонент, внаслідок чого виникають локальні осередки флюорозу. Підвищення вмісту цього елемента в питній воді реєструють також у таких населених пунктах, як Арциз і Татарбунари в Одеській області, що пов'язано з тектонічними розломами, та деяких районах Київської області, де техногенне навантаження території призводить до збільшення концентрації фтору в питній воді. Внаслідок спостереження виявлено «ртутний» регіон Донбасу (м. Горлівка). Під час дослідження стану здоров'я дітей, які проживають у селітебній зоні м. Горлівки, де розташований Микитівський ртутний комбінат, виявлено наявність мікромеркуріалізму, який проявлявся підвищеним умістом ртуті у волоссі, сечі дітей, вищим рівнем захворюваності на ГРЗ, хворобами травного тракту та гепато-біліарної системи, зниженням показників фізичного розвитку порівняно з дітьми контрольної групи. Поряд з цим у Донецькій області реєструють надлишок міді, що призводить до анемії та зменшення маси тіла. Описане накопичення молібдену на Поліссі та викликана ним молібденова подагра.

Крім того, у 80-х роках минулого століття на цій території було виявлено геопатогенну зону зі значною поширеністю розсіяного склерозу, етіологія якого досі залишається нез'ясованою. Під час аналізу причин було встановлено зв'язок цього захворювання з низьким умістом кобальту, марганцю та бору, причому в степових регіонах України, де вміст названих мікроелементів був нормальним, рівень захворюваності на розсіяний склероз був нижчим [13]. Такий перелік можна продовжувати.

Зазначені вище зміни переважно пов'язані з накопиченням хімічних елементів, але не менше значення має їх недостатність. Для цього існує багато соціально-економічних, медико-біологічних, екологічних причин; також важливу роль відіграють особливості харчування, наявність хвороб травної системи тощо. Це сприяє розвитку патологічних станів. Так, зниження вмісту цинку, за даними досліджень, здатне викликати зменшення маси лімфоїдної тканини (тимусу, лімфовузлів, селезінки, мигдаликів) і загальної кількості лейкоцитів, відносної й абсолютної кількості Т-лімфоцитів (особливо Т-клітин хелперів), їх функціональну недостатність; провокувати розвиток atopічних захворювань. Різке зниження вмісту цинку виявлено у дітей, які часто хворіють [20]. Нестача міді в організмі (гіпокупремія) новонароджених та грудних дітей проявляється м'язовою гіпотонією, гепатоспленомегалією, порушенням кровообігу, змінами кісткової тканини; у дітей старшого віку негативно впливає на кровотворення і сприяє розвитку залізодефіцитної анемії, підсилює схильність до бронхіальної астми, алергодерматозів, вітиліго, кардіопатій. У разі дефіциту хрому спостерігають периферичні нейропатії, зменшення маси тіла, зниження толерантності до глюкози, підвищення рівня ліпідів у крові, затримку росту, слабкість. За дефіциту кобальту – гіперпігментацію шкіри, дегенеративні зміни в спинному мозку, перніціозну анемію [19,21]. Особливо важливим для стану здоров'я є обмін заліза [19, 22, 23]. Існує зворотний зв'язок між значеннями гемоглобіну та рівнем умісту техногенних забруднювачів, зокрема свинцю, у крові дітей [19, 21-24]. Дефіцит заліза призводить до затримки фізичного, нервово-психічного, психомоторного, статевого розвитку, сприяє розвитку синдрому хронічної втоми, впливає на імунний статус, порушує роботу ендокринних залоз, нервової системи, спричиняє збіднення емоційної сфери з переважанням поганого настрою, погіршує роботу травної та серцево-судинної системи, зумовлює збільшення абсорбції важких металів. У результаті наростання гемічної гіпоксемії на тлі пригнічення активності ферментів тканинного дихання прогресують дистрофічні процеси в органах та тканинах. За даними

МОЗ України, поширеність залізодефіцитної анемії (ЗДА) у 1997 р. становила 36,05, у 2000 р. – 35,98, у 2004 р. – 50,2, у 2006 р. – 42,5 на 1 тис. дитячого населення. Захворюваність станом на 2000 р. становила 14,8, в 2006 р. – 16,3 на 1 тис. населення [25,26]. Причому лише 35-55% анемії у дітей зумовлені виключно дефіцитом заліза, інші мають характер полідефіцитних: з обміном заліза пов'язані близько 10 мікроелементів, серед яких кобальт, цинк, мідь, марганець, нікель найважливіші.

Окрім заліза, для життєдіяльності дитячого організму дуже важливими є йод, мідь, марганець, цинк, кобальт, молібден, селен, хром та інші [19]. Так, йод, який входить до складу тиреоїдних гормонів, має велике фізіологічне значення та бере участь у регуляції теплоутворення, білкового, жирового та водно-електролітного обміну, диференціюванні клітин і тканин, рості та розвитку дитини, у тому числі й нервово-психічному.

Мідь – мікроелемент антиоксидантного захисту, що входить до складу церулоплазміну, цитохромоксидази, тирозинази, аскорбінази та інших ферментів. Вона бере участь у гемопоезі та метаболізмі заліза, обміні й окисненні аскорбінової кислоти, адреналіну, серотоніну, у регуляції рівноваги біогенних амінів у крові, процесах мієлінізації в нервовій системі. Цей елемент має значення у підтримці нормальної будови сполучнотканинних волокон, впливає на вуглеводний обмін, тканинне дихання. Також мідь має виражені протизапальні властивості, знижує ступінь активності аутоімунних захворювань.

Цинк посідає друге місце після заліза за поширенням в організмі людини та входить до складу більш ніж 300 ферментів, у тому числі алкогольдегідрогенази, ДНК- та РНК-полімераз, фосфатази, дегідрогеназ, карбоксипептидази, ферментів синтезу триптофану та інших. Таким чином, його біологічна роль реалізується шляхом участі в синтезі РНК та білка, гальмуванні вільнорадикального окислення, посиленні процесів поділу і диференціювання клітин і репарації тканин. Крім того, цинк бере участь у формуванні багатьох ланок імунної відповіді та здійснює імуномодулюючий

вплив (знижує інтенсивність алергічних проявів). Цинк входить до складу інсуліну, цинкзалежними є адренкортикотропний, соматотропний і гонадотропний гормони.

Марганець входить до складу Mn-залежних супероксиддисмутази та піруваткарбоксилази, бере участь у регуляції вуглеводного (активація гліколізу, посилення гіпоглікемічного ефекту інсуліну) і жирового обмінів, метаболізмів вітамінів групи B, E, C, холіну, міді. Марганець пов'язаний з синтезом та обміном нейромедіаторів, разом з міддю та цинком забезпечує антиоксидантний захист і стабільність клітинних мембран.

Кобальт входить до складу вітаміну B<sub>12</sub>, який забезпечує синтез метіоніну, пуринових та піримідинових кислот, бере участь у метаболізмі фолієвої кислоти, регулює обмін білків та нуклеїнових кислот. Крім того, кобальт задіяний у синтезі фосфоліпідів мієлінової оболонки нейронів, лабільних метильних груп й утворенні холіну. Цей елемент сприяє накопиченню в дозріваючих еритроцитах сполук, що багаті на сульфгідрильні групи, тому його недостатність порушує процес поділу та дозрівання клітин еритроїдного ростка. Крім того, сполуки кобальту покращують засвоєння заліза, ретинолу, токоферолу, аскорбінової кислоти.

Хром бере участь у вуглеводному обміні шляхом потенціювання дії інсуліну на периферичні клітини та входить до складу низькомолекулярного органічного комплексу – фактору толерантності до глюкози. Також він сприяє збереженню структурної цілісності молекул нуклеїнових кислот, стимулює ліполіз, знижує рівень кортикостероїдів, холестерину та ліпопротеїнів низької щільності, сприяє включенню гліцину, серину, метіоніну та g-аміноізомасляної кислоти до кардіоміоцитів, чим покращує функціонування серцево-судинної системи.

Нікель має ті самі шляхи всмоктування та обміну, що й залізо, мідь і цинк, пролонгує дію інсуліну, посилює виведення кортикостероїдів з сечею, виявляє антагонізм по відношенню до адреналіну, зменшуючи його пресорний

ефект. Цей елемент впливає на окислення аскорбінової кислоти, прискорює перехід сульфгідрильних груп у дисульфідні [19]. Сьогодні відбувається подальше погіршення екологічної ситуації у містах та селах. Навколишнє середовище чинить негативний вплив на населення, зокрема на дітей. Необхідне подальше вивчення стану здоров'я дітей в умовах екологічного неблагополуччя, у тому числі й за наявності дисмікроелементозів. З цього приводу потрібні періодичні широкомасштабні дослідження багатьох науковців.

На сучасному етапі актуальність проблеми мікроелементів зросла у зв'язку з наростаючим забрудненням середовища такими хімічними елементами, як свинець, фор,миш'як, кадмій, ртуть, марганець, молібден, цинк і ін.. Токсичні речовини в процесі технологічної переробки з газоподібними, рідкими і твердими промисловими відходами потрапляють в атмосферне повітря, воду і ґрунт, що сприяє формуванню у містах і промислових комплексах штучних біогеохімічних провінцій. У зв'язку з цим наростає зміст багатьох хімічних елементів у повітрі, ґрунті, природних водах, організмі тварин і рослини, що використовуються населенням в якості продуктів харчування [19].

### 1.1 Фтор і життя

Сам фтор та його сполуки неодноразово застосовувалися для виготовлення зброї масового знищення.

Робота з фтором небезпечна: найменша необережність - і в людини руйнуються зуби, обезображуються нігті, підвищується крихкість кісток, кровоносні судини втрачають еластичність і стають ламкими.

Заголовок "Фтор і життя" виправданий. Вперше це довів ... слон. Звичайний викопний слон, знайдений в околицях Риму. У його зубах випадково був виявлений фтор. Це відкриття спонукало учених провести систематичне вивчення хімічного складу зубів людини і тварин. Виявилось, що до складу зубів входить до 0,02% фтору, що надходить в організм людини

з питною водою. Зазвичай в тоні питної води міститься 0,2 мг фтору. Збагачення фтором питної води відбувається в результаті вивітрювання порід, що містять фтор, а також за рахунок метеорних вод, вулканічних і промислових викидів, а також збагачення може відбуватися через внесення в ґрунт великої кількості фторовмісних добрив і за рахунок викидів промисловими підприємствами великих кількостей фторовмісних газоподібних викидів. У результаті накопичення фтору в ґрунті підвищується його вміст в питній воді і в рослинах, що несприятливо позначається на здоров'я населення.

У добовому раціоні міститься до 1,6 мг фтору. У ряді випадків широке використання у харчуванні продуктів моря, що містять фтор, може різко підвищити кількість цього мікроелемента в організмі. Як правило, з харчовими продуктами в організм людини надходить в 4-6 разів менше фтору, ніж з питною водою (1мг/л).

При систематичному використанні води, що містить надлишкові кількості фторидів, серед населення розвивається ендемічний флюороз. Зазначається характерне ураження зубів (крапчатість емалі), порушення процесів окостеніння кістяка, виснаження організму. Флюороз зубів проявляється у вигляді непрозорих опалесцируючих меловидних смужок чи цяток, які з часом збільшуються, з'являється пігментація емалі темно-жовтого або коричневого кольору, настають незворотні зміни. У важких випадках відзначаються генералізований остеосклероз або дифузний остеопороз кісткового апарату. Надлишкові кількості фтору знижують обмін фосфору і кальцію в кістковій тканині, порушують вуглеводний, білковий та інші обмінні процеси, пригнічують тканинне дихання та ін. Фтор є нейротропною отрутою (відбувається зниження рухливості нервових процесів).

Якщо надлишок фосфору викликає ендемічний флюороз, то дефіцит цього мікроелемента (менше 0,5 мг/л) у поєднанні з іншими чинниками

(нераціональне харчування, несприятливі умови праці та побуту) викликає карієс зубів.

Клінічними і експериментальними дослідженнями було показано, що оптимальні кількості даного елемента в раціоні людини мають саме протикаріозну дію. Механізм протикаріозної дії фтору у тому, що при взаємодії його з мінеральними компонентами кісткової тканини і зубів утворюються важкорозчинні сполуки. Фтор також сприяє осадженню з слини фосфату кальцію, що обумовлює процеси ремінералізації на початку каріозного процесу. У механізмі протикаріозної дії фтору певну роль відіграє і те, що він впливає на ферментативні системи зубних бляшок і бактерій слини. Ця біологічна особливість фтору послужила основою для розробки ефективного методу профілактики карієсу зубів - фторування питної води. При тривалому вживанні фторированої води знижується не тільки ураженість карієсом зубів, але і рівень захворювань, пов'язаних з наслідками одонтогенних інфекцій (ревматизм, серцево-судинна патологія, захворювання нирок та ін.) [11].

ГДК фторидів у питній воді, лімітуються за санітарно-токсикологічному ознакою шкідливості, та не повинні перевищувати 0,7 - 1,5 мг/л .

## 1.2 Йод

Йод відноситься до мікроелементів, що мають життєво важливе значення в організмі людини. Такі мікроелементи називають біотичними (біотики). Основна кількість йоду людина отримує з добовим харчовим раціоном: з рослинною їжею приблизно 70 мкг, з їжею тваринного походження 40 мкг, з питною водою і атмосферним повітрям 10 мкг.

Уявлення про йод як про один з мікроелементів насамперед пов'язане з можливістю виникнення ендемічного (властивого тій чи іншій місцевості) зобу при його нестачі в зовнішньому середовищі, особливо в продуктах харчування (надлишок йоду в навколишньому природному середовищі не відомий). В даний час більшість дослідників дотримується теорії йодної

недостатності. Йод необхідний для нормального функціонування щитовидної залози, що забезпечується надходженням в організм приблизно 150-200 мкг йоду на добу. Йодна недостатність призводить до виникнення ендемічного зобу. Захворювання проявляється в гіпофункції і компенсаторному дифузному збільшенні щитовидної залози. В ендемічних районах залежно від рівня захворюваності ендемічним зобом у більшій чи меншій мірі поширені залізодефіцитні анемії, відхилення у фізичному розвитку дітей, порушення процесів окостеніння кісток і статевого дозрівання, зміна імунобіологічної реактивності організму, зниження показників розумової працездатності й ін. При найбільш вираженій формі захворювання розвивається кретинізм - виражене слабоумство, затримка росту (у дітей), у дорослих розвивається так званий ендемічний зоб.

Регіони, де відчувається дефіцит йоду, досить обширні. Джерелом йоду є вода та їжа, а в приморських районах і повітря. В організмі він знаходиться в усіх тканинах, але переважна його кількість сконцентрована в щитовидній залозі. Біологічна роль йоду полягає в забезпеченні нормального стану і функціонування щитовидної залози, яка продукує життєво необхідні йодвмісні гормони. Сполуки йоду здатні виконувати радіозахисну функцію, що було, наприклад, використано в рекомендаціях з радіаційної профілактики населення, що піддалося впливу радіонуклідів при аварії на Чорнобильській АЕС. Оптимальна норма споживання йоду складає 100-200 мкг на добу і повністю забезпечується при звичайному харчуванні в благополучних по йоду районах. Наявність йоду в питній воді становить всього лише 0,2-2,0 мкг, що характеризує воду як малозначиме джерело його надходження в організм. В добових наборах продуктів харчування, що використовуються в неблагополучних по йоду місцевостях, його в 5,7 і навіть в 10 разів менше, ніж в місцях з достатнім його вмістом в зовнішньому середовищі. При організації харчування в таких ситуаціях корисно також знати про те, що завжди є втрати йоду в харчових продуктах при їхньому тривалому зберіганні в несприятливих умовах і при тривалому термічному впливі (варіння до разварювання та ін.).



Сумарні розміри цих втрат можуть наближатися до 100%. Звертає увагу відсутність чіткого паралелізму між ступенем недостатності йоду в навколишньому середовищі людини і інтенсивністю зобної ендемії. Фахівці вважають, що до числа сприяючих цьому обставин відноситься супутна неповноцінність харчування з цілого ряду показників. Серед них передусім відзначається нестача білку. Є думка, що причиною цьому є й розбалансованість рівня вмісту інших мікроелементів в продуктах харчування.

Ендемічний зоб широко поширений на всіх континентах. Зустрічається переважно в гірських районах (Швейцарія, Австрія, Кавказ, Гірський Алтай, Урал, Закарпатті та ін.). Патогенна дія дефіциту йоду посилюється в умовах недостатності в організмі міді, кобальту і надлишку марганцю. Незбалансованість харчування (дефіцит білків при надлишку вуглеводів, нестача вітамінів при надлишку жирів) погіршує процеси метаболізму йоду. Ефективне зниження захворюваності населення ендемічним зобом досягається лише при проведенні комплексних оздоровчих заходів: йодна профілактика в поєднанні з оптимізацією геохімічного складу навколишнього середовища (збагачення ґрунту мікроелементами, попередження її антропогенного забруднення металами та ін.) і поліпшенням соціально-гігієнічних умов праці та побуту населення [11, 15].

Основою профілактики ендемічного зобу є компенсація йодного дефіциту. Найбільш природнім та ефективним є включення в раціон морської риби та інших продуктів моря (морської капусти, креветок тощо), вміст йоду в яких в десятки разів вищий, ніж в місцевих продуктах харчування. Дуже ефективним є також введення в раціон йодистого калію. Звичайно з цією метою йодують кухонну сіль з розрахунку 25 г KI на 1 т солі. Така сіль приносить в добовий раціон майже 0,2 мг (200 мкг) йоду. При цьому потрібно враховувати нестійкість йодного компоненту при зберіганні солі. В зв'язку з великою гігроскопічністю солі зберігання її повинно здійснюватися в сухих місцях з граничним строком до 6 місяців. По закінченні цього терміну сіль переходить в категорію звичайної, нейодованої.

### 1.3 Кобальт

Кобальт широко розповсюджений у природі. Він відноситься до групи біотиків. У поверхневих і підземних водах визначається в невеликих концентраціях (десятитисячні, тисячні і соті частки міліграма на 1 л). Найбільші кількості кобальту знайдені в бобових і зернових культурах (0,02 - 0,1 мг/кг), овочах (0,015 - 0,04 мг/кг), в молоці (0,43 мг/л), в продуктах тваринного походження - яловичині, свинині (від 0,02 - 0,16 мг/кг).

Кобальт займає особливе місце серед мікроелементів в тому відношенні, що він фізіологічно активний в організмі людини тільки в певній формі - ціанокобаламіну або вітаміну В<sub>12</sub>. Таким чином, проблема кобальту в харчуванні людини - це перш за все питання джерел постачання вітаміна В<sub>12</sub> і всмоктування цього вітаміну, а не самого кобальту. Будь-який звичайний раціон містить набагато більше кобальту, ніж частка цього елемента у вигляді вітаміну В<sub>12</sub> і ніякої обов'язкової відповідності між вмістом у раціоні кобальту та вітаміну В<sub>12</sub> не існує. Добова потреба в цьому вітаміні 0,3 - 2,5 мкг (данна цифра дана з урахуванням фізіологічних потреб людини і варіює в досить великих межах). Як ми бачимо, молоко і м'ясо є багатими джерелами вітаміну В<sub>12</sub>.

Жуйні тварини на противагу людині, і іншим видам, які мають одношлункову порожниную, утилізують кобальт *per se*. Цей кобальт перетворюється мікрофлорою рубця на вітамін В<sub>12</sub>. Утворений таким чином вітамін всмоктується з рубця і надходить у тканини, де він необхідний в метаболізмі пропіонової кислоти - основного джерела енергії у жуйних. Людина, перебуваючи наприкінці біоланцюга, залежить від цих тварин і бактерій як джерел вітаміну В<sub>12</sub>, оскільки не має здатність вводити кобальт до складу цього вітаміну.

Недостатність вітаміну В<sub>12</sub> викликає у людини злякисну (перніціозну) анемію Аддісона-Бірмера. Надлишкові кількості кобальту у людини можуть викликати отруєння. Токсичні дози в їжі становлять 200-350 мкг/кг. У незвичайних з точки зору харчового раціону умовах токсичними для людини

можуть бути дози, значно нижче 25 - 30 мг на добу, що відповідає його концентрації в їжі 200 - 300 мг/кг. Так, кобальт бере участь як усугубляючого чинника при деяких нападах гострої серцевої недостатності в осіб, що споживали пиво у великих кількостях - до 12 л на день. Така підозра виникла тому, що в цих випадках, які закінчилися летально, відзначалася висока частота поліцитемії, гіперплазії щитовидної залози і виснаження запасів колоїдних речовин, що супроводжувалось станом серцевої недостатності з застійними явищами. Кобальт додавався до пива в концентрації 1,2 - 1,5 мг/л для поліпшення піноутворюючих властивостей. Цей метод на даний час більше не застосовується. При такій концентрації, особи які споживали велику кількість пива, отримували 6 - 8 мг сульфату кобальту. Це набагато менше тієї кількості кобальту, яке може бути прийняте без болючих наслідків нормальними індивідуумами зі звичайним раціоном. Ймовірно, високе споживання кобальту в поєднанні з недостатньо різноманітної дієтою зумовлюють прояв такої кардіоміопатії [11].

#### 1.4 Марганець

Гострими проявами недостатності марганцю у лабораторних тварин є порушення росту, порушення або придушення репродуктивної функції, аномальне формування скелета, нервові розлади. Можна було б очікувати, що функції марганцю і клінічні та біохімічні прояви його недостатності у людини є схожими, проте ознаки, що свідчать про недостатність марганцю, абсолютною або відносною, ніколи і ні в якому віці не спостерігалися у людини.

Марганець відноситься до групи біотиків. У природних водах вміст його не перевищує десятих міліграма на літр (гігієнічний норматив марганцю в питній воді, встановлений за органолептичними показниками, не повинен перевищувати 0,1 мг/л). Марганець визначається і в тваринних і в рослинних організмах. Найбільші його кількості виявлені в зернових культурах (до 100 мг/кг), в бобових і бульбових культурах, листяних овочах (до 32 - 37 мг/кг).

Особливо багатий марганцем чай. Основним джерелом надходження мікроелемента в організм є харчові продукти рослинного походження. Марганець переважно депонує в печінці, кісткової тканини, головному мозку і селезінці.

За дослідженнями вчених за останні кілька років можна зробити висновок, що добова потреба в марганці становить 8 - 9 мг. У дітей ця цифра варіює залежно від характеру харчування: чим більше в раціоні очищених круп, рафінованих продуктів, хліба з високоякісного борошна, тим вище споживання марганцю.

Токсичність марганцю для ссавців і птахів вкрай мала, що доведено експериментами на щурах, свинях і курей. Про токсичності марганцю для людини в результаті підвищеного споживання цього елемента з їжею не повідомлялося; така можливість здається неймовірною, крім випадків сильного промислового забруднення навколишнього середовища. Хронічне отруєння виникає тільки у шахтарів, які тривалий час працюють з марганцевими рудами. У цьому випадку марганець потрапляє в організм головним чином у вигляді часток окису через респіраторні шляхи, а також через шлунково-кишковий тракт з забрудненого навколишнього середовища. Легкі, мабуть, служать депо, звідки марганець безперервно всмоктується. У Чилі ця хвороба відома як "марганцевої божевільня" і характеризується дратівливістю, затрудненнями при ходьбі, аномальною ходою, порушеннями мови, блукаючими болями і астеною. Важкі психічні симптоми нагадують такі при шизофренії і ведуть до неврологічних розладів, подібними з тримтливим паралічем, або хворобою Паркінсона, і зумовлюючому постійну інвалідність [11].

### 1.5 Цинк

Інтерес до цього важливого для людини мікроелементу значно зріс після встановлення причини синдрому карликовості із сповільненням статевого розвитку в осіб, що проживають в місцевостях з низьким вмістом цинку в

грунті (переважно країни Близького Сходу). В нормі в організмі людини міститься від 1,5 до 3 г цинку, розподілений він в кістках, шкірі, м'язах, волоссі. Комітет експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я вважає вміст цинку у волоссі об'єктивним показником рівня обміну речовин в організмі. Біологічна роль цинку значна. Він є важливою складовою ферменту, що виводить в процесі газообміну вуглекислоту з організму. Відмічено його значення для діяльності гіпофізу, статевих залоз, наднирників, участь в процесах кровотворення, загоєння ран. В складі інсуліну цинк бере участь в регуляції вуглеводного обміну. Позитивно діє цинк на окислення жирів з вивільненням енергії та нормалізацію їх обміну. Він попереджує ожиріння печінки, стимулює утворення незамінних амінокислот (компонентів білкової молекули), утворює комплекси з нуклеїновими кислотами. Збагачення цинком ґрунтів має вплив на вміст вітамінів (аскорбінова кислота, тіамін) в харчових продуктах через активацію їх синтезу рослинами. За останні роки встановлена участь цинку (разом з вітаміном А) у підтриманні нормальної гостроти зору, особливо нічного, в сприйнятті смаку (при нестачі відзначається втрата смакових відчуттів і апетиту, виникають смакові спотворення), а також в регуляції нюху. Можливими причинами дефіциту цинка в організмі може бути споживання як основного продукту харчування бездріжджового хліба з борошна тонкого помолу, інтенсивне потовиділення, зумовлене високою температурою навколишнього середовища, алкоголізм, хронічні захворювання кишечника з порушенням всмоктування. Легка ступінь недостатності цього мікроелементу може виникати при відносно низькому споживанні м'яса і інших тваринних продуктів. Хвороб від надлишкового надходження цинка не встановлено, можливі лише харчові отруєння від приготування або зберігання кислих страв або напоїв в оцинкованому посуді. Основні джерела цинку — м'ясо, риба, яйця, сири. Багаті цинком гриби, зернові, бобові, горіхи, однак з рослинних продуктів він погано всмоктується в кишечнику. Внесення дріжджів при випічці хлібобулочних виробів, а також попереднє замочування у воді бобових сприяє кращому засвоєнню цинка.

Патологічні стани у людини, які, мабуть, є наслідком нестачі цинку в харчуванні, проявляються в уповільненому рості і статевому інфантилізмі підлітків, ідіопатичною гіпогезією і в порушенні загоєння ран. Уповільнення зростання і статевий інфантилізм, викликані недоліком цинку, були вивчені і описані ще в стародавньому Єгипті та Ірані і спостерігалися в осіб обох статей.

Причини, що викликаються недостатністю цинку - це присутність в раціоні великої кількості хліба з борошна грубого помелу, мала кількість м'яса, також причиною недостатності можуть стати тривалі крововтрати, гарячкові стани, цироз печінки, алкоголізм, постійний діаліз для лікування ниркової недостатності, великі втрати цинку з потом. Виснаження загальних запасів цинку призводить до порушення використання азоту в організмі.

Продукти харчування тваринного походження - основне джерело цинку. У м'ясі його міститься близько 20-60 мкг/г, у молоці - 3-5 мкг/г, риба та інші продукти моря - 15 мкг/г.

Добова потреба в цинку широко варіює залежно від віку, професії, статі, фізіологічних станів (вагітність та пологи), і становить від 1,25 мкг до 5,45 мкг.

Усі злаки і більшість овочів містять фітин (гексафосфорний ефір інозиту), який може зв'язувати цинк, і тим самим знижувати його біодоступність для організму. Освіта комплексу фітином є, ймовірно, важливим етіологічним фактором у генезі недостатності цинку в районах, де основним продуктом є злаки грубого помелу без дріжджів. Дослідження на тваринах дозволяють припустити, що доступність цинку з рослинних продуктів для всмоктування в кишечнику менше, ніж з продуктів тваринного походження. З факторів, які можуть впливати на всмоктування цинку, найкраще вивчено фітин. До інших компонентів рослин, здатним зв'язувати цинк і тим самим зменшувати його біодоступність, відносяться деякі геміцелюлози і комплекси амінокислот з вуглеводами. Відомо, що цинк, що

міститься в звичайному для західних країн раціоні, засвоюється приблизно на 20-40%.

Біологічна роль цинку двоєка і не до кінця з'ясована. Встановлено, що цинк - обов'язковий компонент ферменту карбоангідрази, що міститься в еритроцитах. Також було показано, що цинк відіграє певну роль у метаболізмі нуклеїнових кислот і білка. Одну з теорій виникнення цукрового діабету також пов'язують із нестачею цинку в організмі (виявляється, що цинк бере участь в депонуванні інсуліну в везикули і у виведенні цих везикул за межі клітини). Токсичність цинку досить мала в порівнянні з токсичністю інших елементів. Клінічні спостереження за хворими, які брали цинк в лікувальних цілях для загоєння ран, показують, що у людини прийом приблизно 200 мг цинку в розрахунку на елемент протягом тривалого часу у вигляді кількох доз не викликає явного токсичного ефекту [11].

### 1.6 Мідь

В нинішній час значення міді як життєво необхідного для організму тварин і людини мікроелементу сприймається як звичайне. Однак ще декілька десятиліть назад багато регіонів планети вважалися проклятими Богом через те, що на зовні прекрасних, соковитих пасовищах тварини доходили до крайнього ступеня виснаження і гинули. В більшій мірі при цьому страждали корови, надої від яких не варто було й очікувати, щось подібне відбувалося і з іншими тваринами. Пошуки причини в кінцевому результаті показали, що виною всьому низький вміст міді в довкіллі — ґрунті, траві тощо.

Нестача міді в продуктах харчування негативно відбивалася і на здоров'ї людей, особливо в прибережних районах морів, на територіях з бідними на мідь піщаними болотистими ґрунтами. З встановленням причини цього були вжиті компенсаційні заходи — використання відходів виробництва міді як добрив дозволили швидко зробити такі райони здоровими і багатими. Мідь міститься практично в усіх органах і тканинах людини: в печінці, мозку, серці, нирках, нагромаджується в м'язевій і кістковій тканинах.

Всмоктуючись переважно у верхніх відділах кишечника, мідь сприяє переносу заліза в кістковий мозок, перетворенню неорганічного заліза, що надходить з їжею і водою, в органічні зв'язані форми, що забезпечують кровотворення. Мідь бере активну участь в багатьох обмінних процесах, позитивно впливає на функцію залоз внутрішньої секреції. Важливою стороною її біологічної дії є участь в регуляції вуглеводного обміну.

Недостатність міді, повна або часткова, у дорослих людей ніколи не була описана, навіть у районах, де спостерігається гостра недостатність міді у пасовищного рогатої худоби. Тим не менше така недостатність лежить в основі етіології трьох різних синдромів у грудних дітей. По-перше, спільне лікування залізом і міддю виявилось необхідним для повного одужання від помірної або гострої анемії у грудних дітей бідних верств населення, основним продуктом харчування яких було свіже чи сухе коров'яче молоко. Симптоми включали блідість, преорбітальний або претібіальний набряк, уповільнення росту, анорексію по відношенню до твердої їжі, низький вміст міді та заліза в сироватці крові. Інша група випадків ілюструє синдром, ранніми діагностичними ознаками якого є нейтропенія, хронічна діарея, що супроводжується різким зниженням концентрації міді в сироватці крові, а також зниженням вмісту в крові церулоплазміну. Синдром Менкеса "петельне волосся" у грудних дітей, як тепер відомо, пов'язаний з генетично обумовленим дефектом всмоктування міді. Характерними ознаками є прогресуюча розумова відсталість, порушена кератинізація волосся, гіпотермія, зниження концентрації міді в сироватці крові, руйнування кінців довгих трубчастих кісток, дегенеративні зміни еластину аорти.

Метаболічна роль міді: мідь була виявлена у складі деяких амінооксидаз. Можливо, що дефекти еластину і сполучної тканини судин і синтезу скелетного колагену, які спостерігаються у позбавлених міді особин різних видів, є наслідком супутнього зниження амінооксидазної активності в тканинах. Вважають, що на пізній стадії виснаження міді помітне зменшення цитохромоксидазної активності в печінці, м'язах і нервової тканини відіграє



значну роль у порушенні освіти мієліну та процесу синтезу ряду інших речовин, що залежать від виробництва нуклеозидтрифосфатів при окислювальному фосфорилуванні.

Частим наслідком виснаження міді в організмі експериментальних тварин є порушення утилізації заліза феритину і супроводжує його збільшення вмісту заліза в печінці з явними ознаками гемосидерозу. У цьому випадку, безсумнівно, має місце участь медьзавісимих систем у метаболізмі заліза, і цей факт, можливо, пояснює часті ускладнення, що зустрічаються при проведенні чіткої диференціювання між анеміями, викликаними недостатністю цих елементів.

Мідь входить також до складу ферментів допамінгідроксилази, уратоксидази і перекисної дисмутази (гепатокупреїна).

Добова потреба в міді 40 мкг/кг на добу. Правда, ця доза сильно варіює залежно від віку, ваги та статі. Причому останні дослідження показали, що вона коливається від 30 мкг/кг до 80 мкг/кг.

Різноманітне харчування як правило її забезпечує. Але дітям, особливо при малокрів'ї, в харчовий раціон необхідно включати продукти, найбільш багаті на цей елемент, — печінку, рибу, овочі, листяну зелень, чорну смородину, клюкву, абрикоси, агрус, груші, полуниці. Бідні на мідь молочні продукти. Мідь яєчних жовтків погано засвоюється з кишечника.

Аналіз продуктів показав, що наступні продукти є джерелами міді: бараняча печінка, теляча печінка, устриці, багато видів риби, зелені овочі (дані продукти мають у своєму складі не менш 100мкг на 100ккал). На відміну від них такі продукти містять менше 50 мкг на 100 ккал і є відносно бідними джерелами цього елемента: сир, свіже і сухе молоко, яловичина і баранина, білий і чорний хліб, багато круп.

Подальші дослідження обміну міді показують, що в деякі періоди життя людини рівень міді в організмі або різко підвищується як, наприклад, при вагітності, або ж різко знижується - прітяжелих інфекціях, при онкологічних захворюваннях. Також показано, що дуже низька

концентрація міді в сироватці крові може бути однією з причин розвитку атеросклерозу [11].

### 1.7 Хром

До відкриття важливою біологічної ролі тривалентного хрому всі дослідження стосувалися токсичних властивостей сполук шестивалентного хрому. Тільки тривалентний хром проявляє біологічну активність і присутній у продуктах харчування: окислення тривалентного хрому в шестивалентний в тканинах не відбувається. Тепер кілька слів про недостатність хрому. Перше спостерігається наслідок невеликої недостатності хрому у експериментальних тварин - зниження швидкості, з якою ін'єктовані глюкоза видалається з міжклітинного простору. Механізм цього явища - зниження чутливості периферического тканин до інсуліну.

Ознаки недостатності у людини:

- 1) порушення толерантності до орального або парентерального введення глюкози, коректованим збільшенням споживання хрому;
- 2) низька концентрація хрому в тканинах, особливо в волоссі;
- 3) низька концентрація хрому в сечі.

Недостатність хрому може бути обумовлена його низьким вмістом в раціоні. Було виявлено, що білково-калорійності недостатність може бути пов'язана з виснаженням запасів хрому в організмі, іншою причиною може бути перевага, що віддається продуктам з низьким вмістом хрому. Також значні кількості цукру, споживані людиною, збільшують витрату хрому в організмі.

Хром присутній у продуктах рослинного походження в концентраціях 20 - 50 мкг на 1 кг сирової маси, що в кілька сотень разів нижче концентрацій, що виявляються в організмі людини. Хром присутній у високій концентрації в організмі новонароджених, але кількість його з віком різко зменшується.

Потреба в хромі становить від 20 до 500 мкг залежно від характеру харчування (як згадувалося вище, витрата хрому різко зростає у зв'язку з

надлишком цукру в раціоні), а також з огляду на добове виведення хрому із сечею - 5 -10 мкг.

Концентрація хрому в продуктах харчування коштує від величин, недоступних визначенням до декількох сотень міліграмів на 1 кг ваги. Недавні дослідження дозволяють припустити, що значна частина хрому їжі може зникнути в процесі сушіння і озолена. Великі кількості хрому виявлені поки що тільки в дріжджах.

Наскільки відомо, токсичність майже повністю обмежується з'єднаннями шестивалентного хрому. Щоб викликати токсичний ефект за допомогою тривалентного хрому потрібні дуже високі дози [11].

### 1.8 Залізо.

Організм дуже економно використовує цей мікроелемент в процесі кровотворення: залізо, яке вивільняється при руйнуванні відпрацьованих еритроцитів, повторно використовуються на ті ж цілі. Окрім того, майже 20% заліза організму депонується на випадок підвищеної потреби в ньому. Разом з тим при настільки, здавалося б, надійній, передбаченій самою природою системі попередження недостатності заліза, залізодефіцитні анемії далеко не рідкість в багатьох країнах, що розвиваються.

Причиною тому — переважання в харчуванні рослинної їжі з незначним вмістом заліза, що в ряді місць ускладнюється зниженим його вмістом в ґрунтах і поширеністю шлунково-кишкових захворювань, що перешкоджають засвоєнню заліза з їжі. Відсутність подібної ситуації в нашій країні не означає, що сама проблема не існує. Вразливим контингентом є жінки внаслідок регулярних втрат крові при менструаціях, підвищеної витрати цього елемента в період вагітності і годування дитини грудьми. Зазнають нестачі заліза і діти, особливо в перші місяці і роки життя з піком дефіциту з 12-го по 20-й місяць. Неприятливий вплив обставин для кровотворення у дітей складається через те, що після народження бідні запаси заліза в організмі малюка (на час народження резервується всього лише 250-300 мг заліза) швидко

виснажуються, а з жіночим молоком його надходить дуже мало. В 100 г жіночого молока є всього 0,7 мг заліза, з цієї кількості засвоюється тільки 0,02 мг. Щодобова ж потреба в ньому складає 0,5 мг. При штучному харчуванні настільки непроста ситуація погіршується тим, що залізо коров'ячого молока засвоюється ще в 2-3 рази гірше. Джерелами заліза є практично всі тваринні і рослинні продукти. Слід мати на увазі неоднакову засвоюваність заліза з продуктів харчування. В меншій мірі воно засвоюється з рослинної їжі (від 1 до 6 %), при цьому з зернових продуктів гірше, ніж з овочів і плодів. Найкраще засвоюється залізо м'яса і печінки (7-22 %). З продуктів тваринного походження при високому рівні вмісту найменше засвоюється залізо яєць. Добова потреба в залізі дорослої людини становить 10 мг для чоловіків і 18 мг для жінок.

## 2 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛЮДИНИ МІКРОЕЛЕМЕНТАМИ

### 2.1 Мікроелементи та здоров'я людини

Показники нешкідливості води за хімічним складом визначаються хімічними речовинами, які можуть негативно впливати на здоров'я людини, викликаючи розвиток різноманітних хвороб. Їх ділять на:

- хімічні речовини природного походження;
- речовини, які додають у воду в якості реагентів;
- хімічні речовини, які надходять у воду внаслідок промислового, сільськогосподарського або побутового забруднення джерел водопостачання.

Хімічні речовини природного походження (берилій, молібден, миш'як, свинець, фтор, селен, стронцій) обумовлюють ендемічні хвороби. Деякі з них (молібден, селен, фтор) належать до так званих біомікроелементів, тобто елементів, зміст яких в тканинах не перевищує 0,01%, але які є есенціальними для людини. Вони обов'язково повинні надходити в організм людини в оптимальних добових дозах. При недотриманні цієї умови може розвинутися гіпо- чи гіпермікроелементоз. Інші речовини (берилій, миш'як, свинець, стронцій), позитивна роль яких в організмі поки ще не встановлена і що не є есенціальними, при надлишковому надходженні можуть надавати токсичну дію [27].

Якщо у питній воді вміст молібдену перевищує 0,25 мг/дм<sup>3</sup>, то тривале її вживання може привести до розвитку молібденового гіпермікроелементоза (молібденоз), який клінічно подібний подагрі. Добова потреба дорослої людини в молібдені становить 0,1-0,3 мг. Він входить до складу ферменту ксантинооксидази, який бере участь в пуриновому обміні, окислюючи ксантин і гіпоксантин до сечової кислоти. Тривале надходження значних кількостей молібдену в організм людини, що проживає в ендемічних, щодо молібдену регіонах, призводить до синтезу надлишкових кількостей ксантинооксидази. Це посилює утворення і накопичення сечової кислоти в тканинах, зокрема в синовіальних оболонках суглобів, хрящах і сухожиллях. Відкладення уратів у суглобах є причиною виникнення молібденової подагри (хвороби

Ковальського). З метою попередження розвитку цієї хвороби зміст молібдену в питній воді не повинен перевищувати 0,25 мг/дм<sup>3</sup>.

Добова потреба в селені становить 0,05-0,2 мг і майже на 90 - 95% задовольняється за рахунок продуктів харчування. Селен входить до складу багатьох металоферментів, зокрема глутатіонпероксидази - одного з ключових ензимів антиоксидантних систем. Захищає токофероли і ліпіди біологічних мембран, попереджає утворення надлишкових кількостей вільних радикалів, стимулює синтез сірковмісних амінокислот, покращує клітинне дихання, сприяє детоксикації ртуті, кадмію, миш'яку, свинцю і т. п. Селендефіцитний стан, який розвивається у людей, що проживають в геохімічних районах з низьким вмістом селену в ґрунті, отримало назву хвороби Кеша (ювенільний кардіопатія). Крім того, у зазначених регіонах підвищений ризик захворювання атеросклерозом, гіпертонічною хворобою, інфарктом міокарда, ендокринопатії, злоякісними новоутвореннями шлунка, кишечника, молочної залози, легень. У той же час, в селенорудних районах серед людей, які щодня отримували 0,2 мг селену на 1 кг маси тіла (людина з масою тіла 60 кг щодоби отримувала 12 мг, тобто в 60 разів більше добової потреби), виявляли ознаки хронічного селенозу: дерматит (свербіж, лущення шкіри), порушення функції травного каналу, біль в суглобах, руйнування зубів, стомлюваність, запаморочення. Було доведено, що селен, що надходить в організм з водою, токсичніший селену аліментарного походження. У токсикологічних дослідженнях на тваринах було встановлено, що порогова (мінімально діюча) концентрація селену у воді становить 0,01 мг/дм<sup>3</sup>. Недіючої, тобто такою, яка не має шкідливого впливу, визнана концентрація 0,001 мг/дм<sup>3</sup>. Це й відображено у державному стандарті на питну водопровідну воду.

Найбільш всебічно вивчено вплив на організм фтору. Ще на початку ХХ ст. довели роль фтору в розвитку захворювання, проявом якого є плямистість емалі зубів. Через значне поширення серед мешканців певних геохімічних територій, де вода містила високі концентрації фтору (2-8 мг/дм<sup>3</sup>), хвороба отримала назву "ендемичний флюороз" [27-29].

Оскільки до 85% добової потреби у фторі (32-42 мг) задовольняється за рахунок води і лише 15% - аліментарного походження, ступінь (стадія) розвитку ендемічного флюорозу тісно пов'язана з вмістом фтору у питній воді. При концентрації 16-18 мг/дм<sup>3</sup> у деяких людей на симетричних зубах з'являються спочатку крейдоподібні, а згодом - жовтувато-коричневі плями. В місцевостях, де рівень фтористих сполук у воді перевищує 2 мг/дм<sup>3</sup>, коричнюваті плями виявляють на багатьох зубах у більшості обстежених. Якщо його рівень перевищує 25 мг/дм<sup>3</sup>, емаль стає жорсткою і темніє, а згодом стає крихкою і коронка зуба починає руйнуватися. Внаслідок тривалого (протягом 10-20 років) вживання води з концентрацією фтору 10 мг/дм<sup>3</sup> і вище, можливі біль і обмеження рухливості в суглобах, прогресуюча форма деформації скелета, що в кінцевому рахунку призводить до інвалідизації.

Ступінь ураження населення карієсом, так само, як і флюорозом, залежить від вмісту фтору у воді. При дуже низькій концентрації фтору - до 0,3 мг/дм<sup>3</sup> - ураження населення карієсом зубів в 3-4 рази перевищує рівень, який спостерігається в умовах оптимальної концентрації. У дітей спостерігаються затримка окостеніння і дефекти мінералізації кісток. Низькою вважається концентрація фтору від 0,3 до 0,7 мг/дм<sup>3</sup>, при якій поразка населення карієсом в 2-3 рази більше, ніж при оптимальній концентрації. Оптимальна концентрація, коли поразка карієсом майже мінімальне, становить 0,7-1,1 мг/дм<sup>3</sup>. Підвищеною, але допустимою при відсутності інших джерел водопостачання вважають концентрацію фтору 1,1-1,5 мг/дм<sup>3</sup>. При цьому захворюваність карієсом зубів мінімальна, а легкі форми флюорозу спостерігаються у 20% населення. Якщо концентрація фтору у воді перевищує гранично допустиму і становить 1,5-2 мг/дм<sup>3</sup>, захворюваність карієсом зубів трохи вище мінімальної, а флюорозом (зазвичай у легкій формі) уражено 30-40% населення. При високій концентрації фтору (2-6 мг/дм<sup>3</sup>) - захворюваність карієсом вище мінімальної, флюорозом уражено 30-100% населення. Причому у багатьох людей спостерігається важка його форма (плями і ерозії емалі

коричневого кольору, підвищене стирання і ламкість зубів). У дітей часто діагностують відставання у розвитку, окостеніння і мінералізація кісток. При дуже високій концентрації фтору (від 6 до 15 мг/дм<sup>3</sup>) захворюваність карієсом значно вище мінімальної. До 80-100% населення уражено флюорозом, причому переважають важкі форми, що супроводжуються значним стиранням і ламкістю зубів. У дітей часто спостерігають порушення розвитку і мінералізація кісток, у дорослих - зміни в кістках подібно остеосклерозу.

Заслуговує на увагу той факт, що фтор має дуже вузький діапазон фізіологічних доз. При вживанні води з вмістом фтору 1,5 мг/дм<sup>3</sup> в 20% випадків можуть спостерігатися легкі форми флюорозу, в той час як при користуванні водою з вмістом фтору 0,7 мг/дм<sup>3</sup> і менше підвищується захворюваність карієсом. Зазначені обставини роблять проблему гігієнічного нормування фтору у воді дуже гострою [28,29].

Теорії, котрі пов'язують розвиток багатьох хвороб дефіцитом макро- і мікроелементів, відносять до сучасним наукових розробок. Дослідження вчених підтверджують винятково важливу роль мікроелементів у здоровому харчуванні людини. Мінеральні речовини - вода, неорганічні елементи та їх солі, що входять до складу тканин рослинного й тваринного походження. Вони відіграють значну роль у формуванні і побудові тканин організму, особливо кісток скелета, підтримують кислотно-щелочну рівновагу в організмі, осмотичний тиск клітинних і внеклітинних рідин, визначають стан водно-сольового обміну, беруть участь у м'язовому скороченні, створюють необхідні умови для нормальної течії процесів обміну речовин. Важливе значення мають мінеральні речовини для утворення та формування білка, для ферментативних процесів.

Порушення мінерального обміну призводить до розвитку важких патологічних станів остеопорозу, остеомаліації, діабету, рахіту, підвищенню нервово-м'язової збуджуваності та інших. Підвищення чи зниження вмісту певних мінеральних речовин у організмі притаманно багатьом захворюванням. Наприклад, підвищення вмісту магнію у крові відзначають при гіпотиреозе,



гіпертонічній хворобі, артритах, рахіті; зниження концентрації магнію у крові спостерігається при закупорці жовчовивідних шляхів, тиреотоксикозе, при хронічному алкоголізмі, і навіть у разі порушення процесів всмоктування магнію в кишечнику, при панкреатиті.

Забруднене довкілля, малорухливий спосіб життя, великі фізичні і розумові навантаження, часті стресові ситуації, незбалансоване харчування призводять до втрати здоров'я. Мінеральні речовини в організмі, як необхідна складова частина харчування, можуть багато в чому захистити від негативних наслідків цих явищ. Також має бути корисною і якісною питна вода - неодмінна і найважливіша складова частина живих організмів, рослинних і тварин. У процесі фотосинтезу вода разом із вуглекислим газом атмосфери і мінеральними речовинами ґрунту втягується в синтез органічних речовин. В організмах вода є основним середовищем, в якому протікає обмін речовин; вона становить субстрат більшості хімічних ферментативних реакцій, що знаходяться в основі життєдіяльності будь-якого організму. Вживання жорсткої питної води - реальна профілактика серцево-судинних захворювань. М'яка (очищена) вода, може бути позбавлена як необхідних серцю макроелементів - кальцію і калію, так і мікроелементів – міді, марганцю, нестача яких так веде до підвищення рівня холестерину у крові, що підвищує ризик захворювань серця, судин тощо.

Основне джерело надходження мінеральних речовин, у організм людини - харчові продукти рослинного й тваринного походження [19,27].

Питна вода покриває лише до 10% добову потребу людини таких мікроелементів як J, Сі, Zn, Mn, Мо і лише для окремих мікроелементів (F, Sr) може бути головним джерелом надходження у організм. Вміст різних мікроелементів в харчовому раціоні залежить від геохімічних умов місцевості, де було отримані продукти та питна вода, і навіть від набору продуктів харчування, які входять у раціон. Для населення розвинутих країн характерно включення до раціону різноманітних продуктів, частина у тому числі виробляється у інших біогеохімічних районах, тому ліквідуються умови, які б

вплинули на людину, пов'язані з біогеохімічними особливостями даної місцевості.

Вміст мікроелементів в людині може істотно коливатися залежно від місця проживання, постійних харчових раціонів та інших причин, які визначають рівень надходження, і накопичення даного мікроелемента, соціальних та природніх залежностей від індивідуальних особливостей організму. Кількість деяких мікроелементів у крові підтримується на порівняно стабільному рівні (Сi, Fe), інші мікроелементи (Sr, Pb, F) не піддаються регуляції, вміст яких у крові може помітно коливатися залежно від рівня надходження елемента у організм. Функції мікроелементів в організмі дуже різноманітні. Наприклад, малі кількості марганцю стимулюють кровотворення і імунореактивність, великі - пригнічують їх. Солі натрію затримують воду в організмі, тому при захворюваннях серця й нирок рекомендується обмежувати споживання кухонної солі. Солі калію і кальцію надають протилежний ефект - підвищують сечовиділення і сприяють виведенню води з організму. В багатьох областях вода містить підвищену концентрацію заліза, іноді перевищуючу допустиму норму в десять разів. Поки залізо в двухвалентній формі - вода прозора, але за взаємодії з киснем двухвалентне залізо перетворюється на трьохвалентне й у воді утворюється іржа. Коли вода постоїть у відкритій посуді вона жовтіє, також залізо змінює валентність й у гарячій воді. При тривалому вживанні води, що містить високі концентрації заліза, можливі зміни у печінки, підшлунковій залозі, серці й інших органах [27-29].

## 2.2 Мінеральні елементи харчування

Мінеральні речовини в організмі людини не синтезуються і тому належать до незамінних компонентів харчування. Основними джерелами їхнього надходження в організм є харчові продукти, в меншій мірі — питна вода. В тканинах і рідині людського організму метаболічне навантаження виконують майже 60 елементів таблиці Менделєєва. Їхній вміст в цілому

визначається хімічним складом місцевих продуктів харчування і питної води, що, в свою чергу, залежить від хімічного складу ґрунтів і поверхневих вод певних клімато-географічних ландшафтів. Надлишок або дефіцит мінеральних елементів може суттєво впливати на формування ростучого організму і стан здоров'я дорослих людей, що проживають в даній місцевості.

Біологічна активність як макро-, так і мікроелементів в організмі є високою і всебічною. Вони приймають участь в пластичних процесах, тобто в формуванні і побудові тканин організму, в процесах утворення тканинного білка, беруть участь в структурі і функціях більшості ферментних систем, входять до складу клітин, формують оптимальні сольові склади і кислотно-лужну рівновагу всіх рідини організму, включаючи плазму крові, мають вплив на захисні реакції організму, в значній мірі забезпечують його імунітет. Нормальна функція нервової, серцево-судинної, травної і інших систем неможлива без присутності мінеральних речовин. Мінеральному голодуванню майже завжди супутні різні за напрямком і важкістю розлади в організмі. Дефіцит кальцію, хрому, натрію, наприклад, призводить до ослаблення функції травних залоз, недостатнє надходження заліза, кобальта, міді сповільнює кровотворення, недоотримання організмом натрію, кальцію, калію, фосфору, хлору, броду порушує роботу центральної нервової системи та ін..

Але важливо не забувати, що й надлишок мінеральних речовин може виявитися для організму шкідливим і сприяти виникненню різних захворювань. Надлишкове надходження фтору, наприклад, викликає флюороз, марганцю — розлади нервової системи, кальцію і фосфору — відкладання цих речовин в зв'язковому апараті, що може призвести до погіршення рухливості суглобів, та ін. Ось чому важливе збалансоване в якісному і кількісному відношеннях надходження в організм з їжею мінеральних елементів. Самостійне значення має підтримання в організмі кислотно-лужної рівноваги, що істотно залежить від характеру харчування: переважання в ньому кислотних (фосфор, сірка, хлор) або лужних (калій, натрій, магній та ін.)

мінеральних речовин призводить до розвитку в організмі відповідно ацидозу або алкалозу, в рівній мірі несприятливих для нього з точки зору нормального стану. Тому корисно знати, що джерелами кислих мінеральних речовин є харчові продукти, що містять в значній кількості сірку, фосфор, хлор. Це передусім м'ясні, рибні продукти, яйця, хліб, крупа, макаронні вироби тощо. Харчові продукти, в яких міститься значна кількість кальцію, магнію, натрію або калію, є джерелами лужних елементів. Це здебільшого рослинні продукти — овочі, плоди, ягоди, бобові, а з тваринних — молоко і молочні продукти. Фактичні харчові раціони часто характеризуються домінуванням кислих речовин за рахунок м'ясних, рибних, хлібо-булочних та інших продуктів, що вкрай небажано. Їжа людини повинна бути різноманітною. Тільки різноманітне харчування забезпечує оптимальну збалансованість в організмі макро- і мікроелементів, що надходять [19,27].

Молібден. На даний час відомо 15 молібденовмісних ферментів, три з яких зустрічаються в тваринному організмі. Це альдегідоксидаза, ксантиноксидаза і сульфітоксидаза. Молібденовмісні ферменти утворені, як правило, декількома субодиницями, мають два атоми молібдена та додаткові простетичні групи (молібдоптерин, ФАД, Fe, гем, Se).

Генетичний дефект сульфітоксидази в людини характеризується вираженими аномаліями мозку, розумовою відсталістю, ектопією кришталика та підвищеним виділенням із сечею сульфідів, S-сульфоцистеїна і тіосульфата при помітно зниженому вмісті сульфатів. Молекулярна основа цієї патології невідома. Можна вважати, що вона настає в зв'язку з накопиченням токсичних кількостей сульфідів в одному із критичних органів, або ж через відсутність сульфата, необхідного для утворення сульфоліпідів, білків і дрібних молекул. Важкі патологічні порушення при цьому дефекті свідчать про незамінність молібдену для організму людини.

Селен. Явища специфічної недостатності селену включають некроз і фіброз підшлункової залози в курчат, облісіння, пошкодження стінок кровоносних судин, катаракту, затримку росту та порушення репродуктивної

функції в щурів. Роль селена в патології людини була встановлена після опису селенодефіцитної кардіоміопатії в Китаї (хвороба Кешена), а також явищ недостатності селену при повному парентеральному харчуванні. Характеристика селенодефіцитних захворювань встановлюється лише в останні роки. Має інтерес також антибластична дія селену та його здатність протидіяти токсичному впливу важких металів. Рівень селену в хворих із злоякісними новоутворами набагато нижчий 1,63 мкмоль/кг порівняно з нормою (1,72 мкмоль/кг). За розрахунками, контингент людей з низьким вмістом цього мікроелемента має в 2 рази більший ризик захворіти раком, ніж люди з високим рівнем селену в організмі. Особливо сильні кореляційні зв'язки виявлені між низьким рівнем селена та раком шлунково-кишкового тракту та простати [19,27].

Хром. При нестачі хрому в тварин і людини можуть бути такі ознаки: зниження толерантності до глюкози, підвищена концентрація інсуліну в крові, глюкозурія, гіперглікемія натще, затримка росту, зменшення тривалості життя, підвищення концентрації тригліцеридів та холестерину в сироватці крові, збільшення числа атеросклеротичних бляшок в аорті, периферичні нейропатії, порушення вищої нервової діяльності, зниження здатності до запліднення та числа сперміїв.

Потреба людини в хромі коливається, за наявними даними, в межах 50-200 мкг на добу. В той же час в загальноприйнятій дієті міститься 33-125 мкг хрому, а для осіб похилого віку навіть 5-115 мкг. Особливо бідні на хром високоочищені продукти харчування, такі як цукор-рафінад (3,85 мкмоль/кг), пшеничне борошно тонкого помолу та спечений з нього хліб (2,7 мкмоль/кг). Якщо врахувати, що цукор, окрім цього, посилює втрати хрому з організму, то можна допустити, що в людській популяції є значні групи осіб, які зазнають нестачі цього елемента, насамперед особи похилого віку.

Кремній. Щоденна потреба організму в кремнії становить 20-30 мг кремнезему. З їжею та водою за добу потрапляє 3,5 мг, з повітрям — 15 мг. Організм людини засвоює за добу 9-14 мг кремнію, що відповідає його

кількості добового виведення із сечею — 9 мг. Засвоєння кремнію з їжі, багатій на клітковину, майже в 2 рази вища, ніж з їжі, яка бідна на неї. Як свідчать балансові дослідження на тваринах, майже весь кремній, що поступає з їжею, проходить транзитом через травний тракт та виводиться з калом, а та кількість, що всмокталась через травний тракт, виводиться з сечею.

Кремній насамперед необхідний для формування основної речовини кісток і хрящів, хоча може брати безпосередню участь в процесі мінералізації кісткової тканини. Фізіологічна роль кремнію при цьому зв'язана переважно з синтезом глікозаміногліканів та колагену. При репаративних процесах в кістковій тканині відмічено збільшення (часом в 50 разів) вмісту цього мікроелементу [16-19].

Нікель. Біологічна дія цього мікроелемента вивчена ще недостатньо, але наявна інформація свідчить про його важливість. Відмічена, зокрема, участь нікеля в стимулюванні процесів кровотворення, його висока здатність посилювати окисні процеси в тканинах. В організмі нікеля найбільше в печінці, підшлунковій залозі, гіпофізі, що свідчить про його активну участь в функціонуванні цих важливих органів. За літературними даними, надлишок нікеля в ґрунтах, а отже, і в складі їжі, є можливою причиною підвищеної захворюваності рогівки (кератити) у людей і тварин (овець). Остання обставина не раз використовувалася геологами в розвідувальних роботах як ознака знаходження на невеликих глибинах покладів нікелевих руд. Оптимальна норма споживання нікеля для людини не встановлена. В той же час відомо, що в умовах середньої смуги загрози надлишкового його споживання не існує. В зв'язку із високою біологічною активністю має інтерес інформація про харчові продукти, що містять його в найбільшій кількості. Це горох (659 мкг на 100 г продукту), крупа гречана — 536, вівсяна — 360, квасоля — 275, гриби сушені — 195, цибуля ріпчата сушена — 139 та ін. Багатий на нікель порошок какао (до 884 мкг).

Фтор. Уявлення про фтор, як про один з мікроелементів, найчастіше пов'язані із захворюваннями зубів, оскільки саме фтор бере активну участь в

процесах їх розвитку, формування дентину та зубної емалі. Він має також важливе значення в кісткоутворенні, має відношення до нормалізації фосфорно-кальцієвого обміну. В добовому раціоні людини, як правило, міститься близько 2,5 мг фтору, що й визнано нормою. При оптимальному вмісті його у воді (0,5-1,2 мг/дм<sup>3</sup>), водний шлях надходження фтору в організм визнаний основним й перевищує харчовий майже в 4 рази. При цьому потрібно мати на увазі, що води поверхневих джерел мають досить низьку концентрацію цього мікроелементу (0,3-0,4 мг/дм<sup>3</sup>), в артезіанських водах, які контактують з породами, що містять фтор, вони можуть сягати великих величини (до 20 мг/дм<sup>3</sup> і більше). Для організму в однаковій мірі несприятливі як надлишок, так і нестача надходження цього мікроелементу. При систематичному вживанні питної води з надлишком фтору у людини розвивається ендемічний флюороз. Для нього характерне ураження зубів (крапчастість емалі), при якому спочатку на зубах з'являються непрозорі крейдоподібні білі плями, які збільшуються, емаль забарвлюється в темно-жовтий або коричневий колір, легко руйнується. Такі зуби спотворюють прикус, відрізняються тендітністю і передчасно стираються. Наслідком споживання надлишку фтору може бути також зниження обміну фосфору і кальцію в кістковій тканині з появою у важких випадках кістяних відкладень на ребрах, трубчастих кістках, кістках тазу і окостенінням зв'язок і суглобів. Надлишок фтору негативно відбивається на всіх ланках обміну речовин: порушуються вуглеводний і білковий обмін, пригнічується тканинне дихання, посилюються процеси гальмування в центральній нервовій системі. Окрім ендемічного відомий промисловий флюороз серед робітників алюмінієвої і магнієвої промисловості і у виробництві хімічних добрив. З тими ж наслідками можливе нагромадження фтору в ґрунтах при використанні фосфорних добрив з підвищеним вмістом цього елемента. Профілактика флюорозу полягає передусім в обмеженні надходження фтору з водою в районах з його підвищеним вмістом. Дефіцит фтору в організмі зумовлює виникнення карієсу зубів — хронічного захворювання, розвитку якого сприяють також нераціональне харчування,

несприятливі умови праці, побуту та інші фактори. В 100 г борошна міститься 0,25-0,7 мг фтору, що з врахуванням широкого споживання цих продуктів робить їх важливим джерелом фтору для організму. В овочах і листяній зелені фтору міститься від 0,01 до 0,4 мг%, в ягодах і плодах дещо менше. Багаті ним листя чаю (10-20 мг%), петрушка (0,6 мг%), салат, шпинат, капуста (0,8-1 мг%). Морська риба містить до 0,15, м'ясо — до 0,6 мг% цього елемента. Добова потреба людини у фторі становить 2-3 мг [29,30].

Стронцій належить до групи мікроелементів специфічного спектру дії. Разом з молібденом, фтором та іншими мікроелементами він визначає витривалість зубної тканини до розвитку карієса, але основна його роль — участь в процесах утворення кісткової тканини. Корисно знати, що між стронцієм і кальцієм існують конкурентні взаємовідносини: при вживанні їжі, багатою на кальцій (переважно це молочні продукти), стронція в організмі затримується менше і навпаки, раціон з низьким вмістом кальцію сприяє його нагромадженню. Особливу небезпеку має надходження з їжею радіоактивного ізотопу стронція, що має тривалий період піврозпаду і є джерелом постійного опромінення організму. Аварія на Чорнобильській АЕС поставила дану проблему в ряд дуже актуальних для населення багатьох регіонів. При значному надходженні в організм стронцій активно витісняє з тканин кальцій і цинк, що, як вважають, лежить в основі захворювання стронцієвим рахітом в районах з високим вмістом цього мікроелементу в ґрунтах і воді. Для даної форми хвороби характерним є порушення процесів кісткоутворення в період формування скелету. Зовні це виявляється низькорослістю, непропорційною тілобудовою з нормальним тулубом і дуже короткими кінцівками, особливо нижніми. У тварин це захворювання зумовлює ламкість кісток, а також специфічні зміни і розм'якшення довгих трубчастих кісток, що призводить до їх викривлення. При нормальному вмісті стронцію в ґрунті, і отже, в продуктах харчування, потреба в ньому повністю задовольняється за рахунок різноманітності раціону.



### 3 ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ ОКРЕМИХ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В ПИТНИХ ВОДАХ НА КІЛЬКІСТЬ ОСІБ ЗІ СТОМАТОЛОГІЧНИМИ ЗАХВОРЮВАННЯМИ (КАРІЄС ТА ФЛЮОРОЗ) НА ПРИКЛАДІ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Одеська область на півночі межує з Вінницькою та Кіровоградською, на сході - з Миколаївською областями, на заході - з Молдовою, на південному заході - з Румунією. Велика частина території Одеської області відноситься до Причорноморської низовини, яка поступово понижується до Чорного моря.

У північній частині області розташовані відроги Подільської височини (висота до 268 м), порізані глибокими балками і ярами. У межиріччі Дністра і Прута, уздовж кордону з Молдовою висоти досягають 232 м. Характерна значна густота й глибина розчленування поверхні яружно-балочною мережею, глибина врізу долин місцями досягає 120 м.

Річкова мережа області належить до басейнів Чорного моря, Дністра, Південного Бугу. На території області налічується близько 200 річок довжиною понад 10 км, багато з яких в літній період схильні до пересихання. Головні річки: Дунай (з Килійським гирлом), Дністер (з притокою Кучурган), Кодима і Савранка (притока Південного Бугу). Дельта Дунаю і плавні Дністра місцями заболочені. Великі ріки мають важливе господарське значення для судноплавства, зрошення та отримання гідроенергії.

У приморській смузі багато прісноводних (Кагул, Ялпуг, Катлабух) і солоних (Сасик, Шагани, Алібей, Бурнас) озер. Також на узбережжі знаходиться велика кількість лиманів (найбільші Дністровський, Куяльницький і Хаджибейський), повністю або частково відгороджених від моря піщано-черепашковими пересипами [32].

Найбільш характерні ґрунти - чорноземи південні і звичайні, середньо- і малогумусні; на півночі області переважають чорноземи малогумусні і опідзолені. У приморській частині області - чорноземи південні солонцюваті.

По долинах і балках повсюдно поширені чорноземні-лучні солончакові ґрунти і солончаки.

Клімат помірно континентальний, з жарким сухим літом і м'якою малосніжною нестійкою зимою. Середня температура січня від  $-2^{\circ}\text{C}$  на півдні до  $-5^{\circ}\text{C}$  - на півночі; липня: від  $21^{\circ}\text{C}$  на північному заході до  $23^{\circ}\text{C}$  - на півдні. Середньорічна температура коливається від  $8,2^{\circ}\text{C}$  на півночі до  $10,8^{\circ}\text{C}$  - на півдні області. Загальна сума опадів 340-470 мм на рік, головним чином вони випадають влітку (часто у вигляді злив). Тривалість вегетаційного періоду 168-210 діб із загальною сумою температур від 28 до  $34^{\circ}\text{C}$ . Південна половина області схильна до посух, пилових бурь, суховіїв.

Індекс патогенності метеоумов для Одеської області, згідно з розрахунками, в середньому за рік становить 16,7 бала, тобто метеорологічні умови на даній території протягом року не відповідають комфортним. Максимальні значення індексу патогенності реєструються в грудні (24,3), мінімальні (9,1) - у вересні, тобто оптимальні метеорологічні умови в Одеській області за індексом патогенності спостерігаються у вересні. Провідну роль у формуванні патогенних метеорологічних умов в холодний сезон грає інтенсивна циклонічна діяльність. Теплий сезон, з менш інтенсивною атмосферною циркуляцією, відрізняється появою оптимальних погодних умов на заході і південному заході області.

Холодний сезон в Одеській області відрізняється досить значною активністю синоптичних процесів і циркуляції в цілому, що обумовлює біокліматичний дискомфорт за індексом патогенності метеоумов. Теплий сезон року в Одеській області більшою мірою відрізняється комфортними або близькими до них біокліматичними умовами. При районуванні території за річними значеннями індексу патогенності метеоумов виділені чотири області: Північна, Західна, Центральна і Східна. Практично всі виділені ділянки знаходяться в некомфортних, дратівливих умовах погоди [32].

Водні ресурси Одеської області - це поверхневі і підземні води, придатні для використання в народному господарстві. Частина користувачів

(промисловість, сільське і комунальне господарства) безповоротно забирають воду з рік, озер, водосховищ, водоносних горизонтів. Інші використовують не саму воду, а її енергію, водну поверхню або водоймище загалом (гідроенергетика, водний транспорт, рибицтво). Водойми області мають велике значення для відпочинку, туризму, спорту. На території області знаходиться 7 водойм 1-ї категорії водокористування: ріки Дністер, Дунай і Південний Буг, озера Ялпуг і Котлабух, два канали Придунайської зрошувальної системи Лаптиш і Дунай-Сасик. На п'яти з них (крім річки Південний Буг і озера Котлабух) в 2010-2011 році здійснювалися водозабори для 10 водопроводів господарсько-питного водопостачання населення.

Водопостачання в області розподіляється таким чином: госпобутові потреби – 37,8%; виробничі потреби – 18,9%; сільське господарство – 3,8%; зрошення – 22,1%; ставково-рибне господарство - 16,9% інші галузі – 0,5%.

Водопостачання населених пунктів області здійснюється з використанням 35 комунальних водопроводів, 311 - відомчих та 579 - сільських водопроводів, централізованим водопостачанням охоплено 57% населених пунктів, в тому числі 47 міст і селищ міського типу, 680 сіл і 160 інших населених пунктів частково або повністю користуються привізною водою. Крім того, сільське населення користується водою з 2441 колодязів громадського водокористування [32].

Взаємозв'язок стану середовища існування людини з показниками здоров'я і якості життя є добре відомим.

При виборі джерел водопостачання населених пунктів слід віддавати перевагу тим, де вміст мінеральних компонентів відповідає фізіологічно адекватним концентраціям, рекомендованим чинними нормативами.

До найбільш важливих аспектів впливу водного фактору на стоматологічне здоров'я, безперечно, належить забезпечення організму людини фізіологічно оптимальними кількостями фтору. На зв'язок вмісту фтору у питних водах та стану стоматологічного здоров'я дослідники вперше звернули увагу ще в середині XIX сторіччя. Вже у 1849 році були

з'ясовані концентрації фтору у твердих тканинах зубів, кісток та у питній воді. До початку ХХ сторіччя були описані клінічні прояви флюорозу та висказане припущення про те, що фтор може бути карієспротективним фактором. З того часу почалося активне дослідження ролі фтору у детермінації стоматологічного здоров'я населення.

Втім вперше наявність зворотного кореляційного зв'язку між поширеністю флюорозу та карієсу була доведена англійським стоматологом Норманом Айнсвортом у 1925 році.

Фундатором наукового напрямку дослідження фізіологічної та гігієнічної ролі фтору у питній воді в країнах СНД та Східній Європі є професор Р.Д. Габович, автор унікальної серії монографій «Фтор та його гігієнічне значення» (1957), «Фторування та знефторення питної води» (1968), «Фтор в стоматології та гігієні» (1969) [33-35].

В умовах експерименту Р.Д. Габович вивчав обмін фтору в організмі і вплив води з різними концентраціями його на функціональний стан органів і систем, а також на деякі показники реактивності організму. Він першим охарактеризував осередки флюорозу на території України і вказав на взаємозв'язок між концентрацією фтору в питній воді та клінічною картиною цієї хвороби. Р.Д. Габович склав карти вмісту фтору в підземних водах України, обґрунтував потребу у фторуванні питної води і профілактичні заходи щодо запобігання ендемічному флюорозу і карієсу зубів [35].

Проведені роботи були настільки фундаментальні, що до останнього часу гігієнічний норматив вмісту фтору в питній воді залишався незмінним – 0,7-1,5 мг/дм<sup>3</sup> в залежності від кліматичних районів [1]. У 2010 р. в Україні прийняті нові державні санітарні норми ДСанПіН 2.2.4-171-10 [36], відповідно до яких гранично допустимий вміст фторидів у водопровідній та бутильованій воді визначається на рівні 1,5 мг/дм<sup>3</sup> для II кліматичної зони, 1,2 – для III кліматичної зони і 0,7 мг/дм<sup>3</sup> – для IV кліматичної зони. Для колодязної води, незалежно від кліматичного району ГДК фтори дів складає

0,7 мг/дм<sup>3</sup>. Згідно цього ж документу діапазон фізіологічної адекватності для фтору дів відповідає інтервалу концентрацій 0,7-1,5 мг/дм<sup>3</sup> [36].

Чисельні експериментальні дослідження також показали безпечність вживання води з фтором у межах гігієнічних нормативів (Р.Д. Габович, Г.Д. Овруцький). У містах, де вода фторувалась протягом десятиліть, навіть спеціальні дослідження не виявили негативного впливу на здоров'я чи фізичний розвиток населення. Одночасно показана була позитивна динаміка зменшення захворюваності на карієс [35]. Так, у дослідженнях, проведених Р.Д. Габовичем та Г.О. Степаненко у м. Івано-Франківську було доведено, що після 10 років фторування захворюваність карієсом знизилась у дітей 7 років на 75%, 8 років - на 70%, 9 років - на 67%, 10 років - на 55%, 11 років - на 45%, 12 років - на 35%, 13 років - на 32%. Таким чином, у осіб, які споживають фторовану воду на протязі усього життя, захворюваність карієсом знижувалася майже на 60-75% [37].

Ефективність фторування питної води є доведеною для всіх груп населення.

Профілактичні ефекти фтору не вичерпуються впливом на стоматологічне здоров'я. Робота Koussa A. містить дані про можливу протективну роль фтору щодо зниження ризику смертності від інфаркту міокарду [38]. Було встановлено, що із збільшенням вмісту фтору на 1 мг/дм<sup>3</sup> ризик серцевих нападів знижується на 3%.

В Україні проводилися дослідження проблеми забезпечення фтором осіб, що проживають у різних екологічних умовах [39, 40]. Були виділені території, що характеризуються різними концентраціями фтору у питній воді, в тому числі є ризиковими за виникненням симптомів гіпофторизму та флюорозу. Відзначено, що осередки ендемічної патології зазвичай концентруються у районі розвитку несприятливого процесу (техногенного чи природного) - тектонічних розламів, солянокупольних структур тощо [40].

Слід зазначити, що вміст фтору у природних питних водах часто не відповідає фізіологічному оптимуму. Води поверхневих вододжерел як правило бідні на фтор, вміст якого не перевищує 0,5 мг/дм<sup>3</sup>, тоді як підземні води, особливо у гірській місцевості, можуть містити до 50,0 мг/дм<sup>3</sup> фтору. Найвищі концентрації фтору знаходять у місцевостях, гідрогеологічні умови в яких характеризують переважанням лужних вулканічних або осадових порід, наявністю гідротермальних вод [41]. У більшості питних вод більше 95% загального фтору знаходяться у вигляді вільного фтори-іону, значно менше цього мікроелементу існує у вигляді магній-фторидного комплексу (MgF<sup>+</sup>). Доведено, що одним з основних джерел надходження фтору у питні води є слабкорозчинна сіль фториду кальцію (CaF<sub>2</sub>), при цьому найбільші рівні фтору визначаються, як правило, у питних водах з невисоким вмістом кальцію, з високим рівнем загальної лужності та низькою жорсткістю [39, 41].

Унікальність фтору полягає в тому, що 70–90% добового надходження цього мікроелементу пов'язані безпосередньо з споживанням питної води. Це певною мірою обумовлює високу профілактичну ефективність фторування води при централізованому водопостачанні. Однак, в тих регіонах де переважає децентралізоване водопостачання, можуть з успіхом застосовуватися альтернативні джерела фтору, до яких належать фтороване молоко, фторована сіль та фтормісткі нутрицевтики, а також засоби дентальної гігієни, які містять сполуки фтору [39].

Переважає більшість населення України мешкає в умовах, де спостерігається помітний або значний дефіцит фтору [33-35, 36, 39, 40].

Дослідження свідчать про те, що в умовах комплексного впливу несприятливих чинників довкілля, зокрема при формуванні природних та антропогенних біогеохімічних провінцій, показники стоматологічного здоров'я можуть виступати у ролі маркерів ефекту та дози щодо відповідних екзогенних факторів ризику. Це стосується й проблеми забезпечення організму фтором [42, 43].

Проведені дослідження показали (рис. 3.1 - 3.5), що найвищою поширеністю та інтенсивністю карієсу є у м. Біляєвці, смт. Велика-Михайлівка, у м. Кодима, смт. Миколаївка, смт. Саврань та смт. Ширяєво. В цих населених пунктах рівень патологічної ураженості перевищував як середньоукраїнський рівень (72,3%), так і середній рівень в регіоні (64,8%).

Рівень поширеності та інтенсивності основних стоматологічних захворювань у дітей різних вікових груп в Одеській області перевищує загальнонаціональні показники на 25-30 %.

Водні ресурси Одеської області складаються з запасів підземних та поверхневих вод. Запаси поверхневих вод на території області розподілені нерівномірно. Найбільше забезпеченим є південний захід, який тяжіє до річок Дністер та Дунай, північна та центральна частини території мають обмежені запаси води. Забезпеченість потреби підземними водами питної якості загалом по області становить 28 %. Майже на 72 % питне водопостачання області відбувається з поверхневих джерел. Отже, якість води у поверхневих водних об'єктах є вирішальним чинником санітарного та епідеміологічного благополуччя населення Одеської області [44, 45]. Мінералізація та хімічний склад в підземних і ґрунтово-підґрунтових водах території досліджень формуються головню за рахунок транзиту їх з Українського кристалічного щита і Подільської височини. Підземні води мають підвищені показники вмісту фтору ( $0,21-2,91 \text{ мг/дм}^3$ ), які в окремих випадках перевищують граничнодопустимі концентрації. Води, приурочені до водоносних горизонтів лесової формації, мають нижчі показники вмісту фтору ( $0,16-0,80 \text{ мг/дм}^3$ ), а більші значення вмісту фтору простежено у водоносних горизонтах, які приурочені до нижньочетвертинних і верхньопліоценових відкладів ( $1,6-2,09 \text{ мг/дм}^3$ ) [46]. Основними джерелами надходження фтору в поверхневі води є фторовмісні мінеральні добрива, хімічні меліоранти, стічні води.

Аналіз літературних джерел стосовно вмісту фтору в поверхневих водах досліджуваної території засвідчив, що такі дані є поодинокими. За дослідженнями Р. Габовича, вміст фтору у водах Дністра є в межах  $0,09-0,21$

мг/дм<sup>3</sup>, Південного Бугу – 0,17–0,30 мг/дм<sup>3</sup>, Дунаю – 0,10–0,25 мг/дм<sup>3</sup>) [35]. За нашими визначеннями, вміст фтору в поверхневих водах Одещини коливаються в широких межах – від 0,17 до 1,22 мг/дм<sup>3</sup>. Результати визначення вмісту фтору в поверхневих водах досліджуваної території за останнє десятиріччя засвідчили тенденцію щодо його підвищення у водах Дунаю, Дністра, Південного Бугу та малих річок Задністер'я [46]. Природні води виявилися також зручним місцем для скидання промислових і комунальних стоків. Вміст фтору в стічних водах підприємств Одеси є в межах 0,11–1,35 мг/дм<sup>3</sup>, у багатьох випадках перевищуючи граничнодопустимі концентрації [47].

У ході аналізу якості питної води (додаток А), приймавши до уваги найзначимі компоненти питної води за шістьма показниками (загальна мінералізація, загальна жорсткість, кальцій, магній, хлориди і сульфати), виявили, що до територій з високим ступенем ризику для здоров'я населення за умовами водопостачання належать: Березівський, Болградський, Білгород-Дністровський, Комінтернівський, Миколаївський, Роздільнянський, Татарбунарський райони. Районами підвищеного ризику є Арцизький, Великомихайлівський, Ізмаїльський, Котовський, Красноокнянський, Савранський, Саратський. До територій з незначним ризиком безпеки питних вод належать Ананьївський, Іванівський, Кодимський, Овідіопольський, Тарутинський, Фрунзівський і Ширяєвський райони. І тільки чотири райони області мають фізіологічно допустиму за сольовим складом питну воду: Ренійський, Кілійський, Біляєвський і Балтський.

Основним джерелом водопостачання Одеси є р. Дністер, в яку кожен рік потрапляє 1,0–1,5 км<sup>3</sup> стічних вод за загального стоку 6 км<sup>3</sup>. Природні показники мінерального складу дністерської води, хоча і є адекватними для біологічних потреб організму, але все ж таки за останні роки значно змінилися. Збільшилися загальна мінералізація, вміст хлоридів, інших хімічних елементів. З огляду на глобальне забруднення поверхневих вод централізоване водопостачання міста щораз більше орієнтується на підземні



води. Одним з альтернативних джерел водопостачання населення в Одесі є використання вод артезіанських свердловин верхньосарматського водоносного горизонту, який залягає на глибині 108–130 м від поверхні.

Як відомо, різні концентрації фтору негативно впливають на організм людини, спричиняючи різні захворювання, особливо стоматологічні. Дослідження вмісту фтору в питних водах Одещини наведені в додатку А. Не зважаючи уваги на значну різницю рівнів фтору в питних водах (0,12–1,92 мг/дм<sup>3</sup>) визначено зони його підвищеного вмісту (вище ГДК), що охоплюють Арцизький (1,92 мг/дм<sup>3</sup>), Тарутинський (1,84 мг/дм<sup>3</sup>) і Татарбунарський (1,48 мг/дм<sup>3</sup>) райони. Оптимальний вміст фтору визначений тільки в одному районі області – Саратовському (1,15 мг/дм<sup>3</sup>). Середній вміст фтору (0,44–0,73 мг/дм<sup>3</sup>) зафіксовано в Ананьївському, Балтському, Березівському, Білгород-Дністровському, Болградському, Великомихайлівському, Іванівському, Ізмаїльському, Комінтернівському, Котовському, Красноокнянському, Любашівському, Миколаївському, Овідіопольському, Фрунзівському та Ширяївському районах. До зони з низьким вмістом фтору (0,28–0,32 мг/дм<sup>3</sup>) належать Кілійський, Кодимський і Ренійський райони. Найнижчий вміст фтору (0,12–0,23 мг/дм<sup>3</sup>) мають питні води Роздільнянського, Біляївського, Савранського районів.

Визначення захворюваності дитячого населення області на деякі стоматологічні патології засвідчило, що є певні закономірності поширення карієсу та флюорозу зубів залежно від вмісту фтору в питній воді.

У випадку високого вмісту фтору в питній воді (вище ГДК) 80 % населення хворіє на таке стоматологічне захворювання, як ендемічний флюороз зубів. Крім того, підвищені концентрації мікроелемента спричиняють такі захворювання: ендемічний флюороз кісток, порушення роботи селезінки, гіпертрофія щитоподібної залози (збільшення в декілька разів). Захворювання на карієс близьке до мінімального. У випадку низьких концентрацій фтору в питній воді захворюваність населення на карієс зубів у декілька разів більша, ніж у разі оптимальної концентрації фтору [48].

На підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що як низький, так і високий вміст фтору в організмі людини призводить до тяжких захворювань. Захворюваність флюорозом трапляється не тільки за високого, а й за оптимального вмісту фторидів у питній воді. Уважають, що оптимальний (такий, що не викликає ні флюорозу, ні карієсу) вміст фтору у воді становить  $1,2 \text{ мг/дм}^3$ , низький (той, що спричиняє карієс) –  $0,45$ , дуже низький (який спричиняє широкомасштабні ураження карієсом) –  $0,25 \text{ мг/дм}^3$ .

Однією з можливих причин стоматологічних хвороб, навіть за оптимального вмісту фтору в питній воді, може бути поєднана його дія з іншими елементами. Отже, фтор належить до мікроелементів, які виявляють всебічну дію, і для нормальної життєдіяльності організмів необхідний у чітко лімітованих кількостях.

На підставі вивчення відхилення окремих характеристик мінерального складу від нормативів виділено райони підвищеного ризику для здоров'я населення за умовами водопостачання: Березовський, Болградський, Білгород-Дністровський, Комінтернівський, Миколаївський, Татарбунарський, Арцизький, Велико-михайлівський, Ізмаїльський, Котовський, Красноокнянський, Савранський і Саратський. Ананьївський, Іванівський, Кодимський, Овідіопольський, Тарутинський, Фрунзівський і Ширяєвський райони належать до територій помірного ризику для здоров'я населення. І тільки чотири райони області мають фізіологічно допустими за сольовим складом питної води: Ренійський, Кілійський, Біляєвський і Балтський.

Якісний склад питних вод у населених пунктах районів Бессарабії, Придунав'я, центральних та південно-східних районів Одеської області є фізіологічно несприятливим.

До груп ризику по основних класах стоматологічних захворювань належить населення, яке споживає м'які питні води з низьким вмістом фтору та низьким кальцій-стронцієвим співвідношенням.

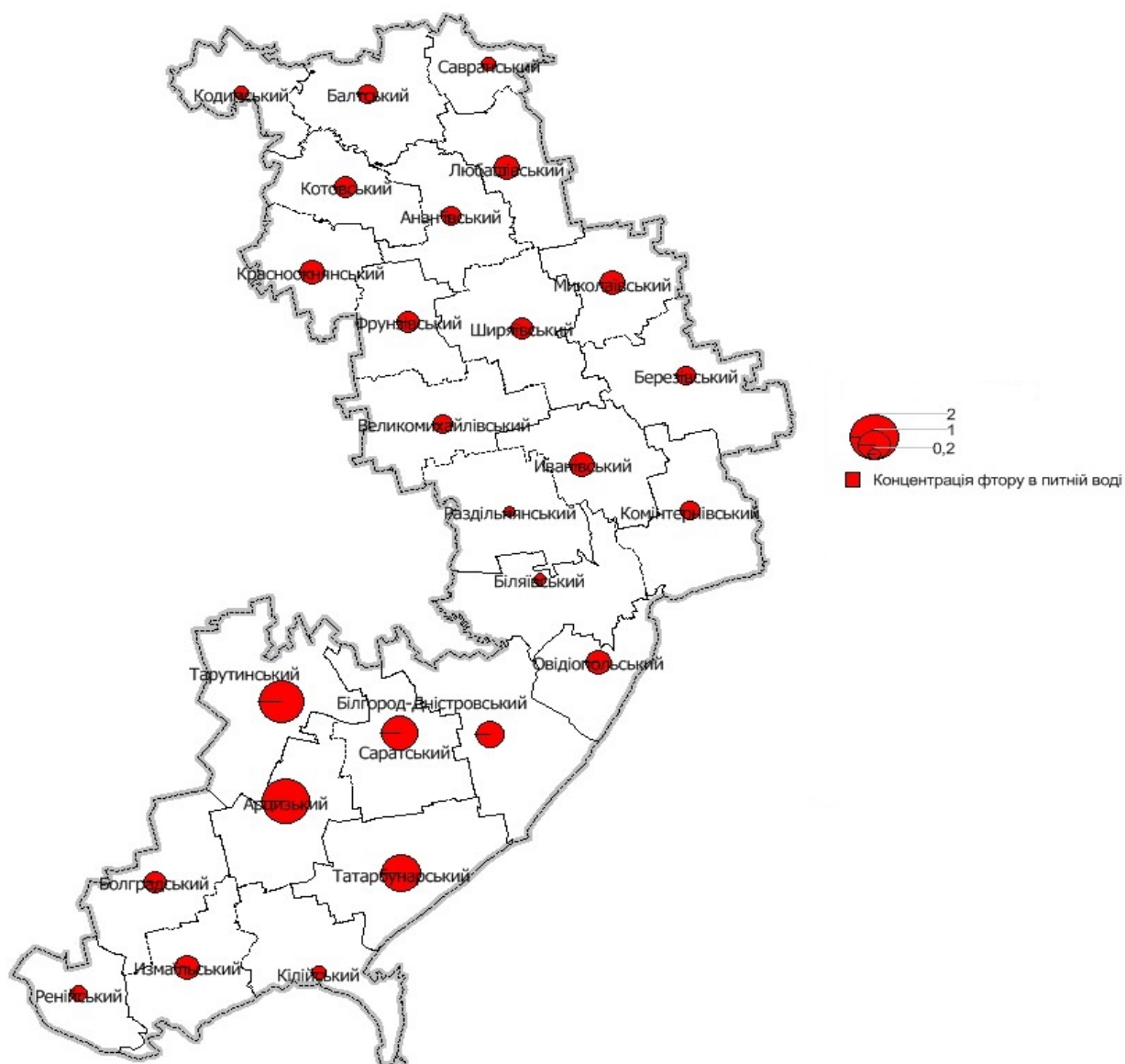


Рисунок 3.1 - Концентрація фтору в питних водах окремих районів Одеської області

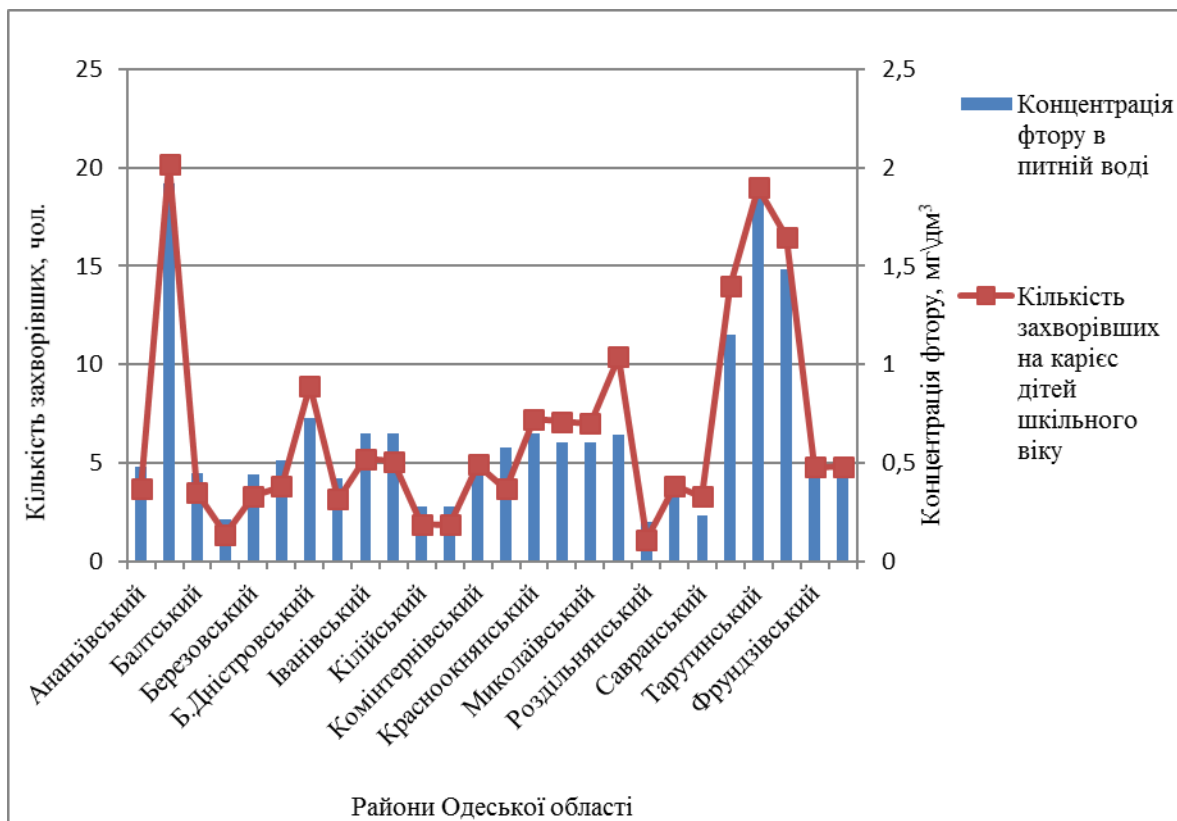


Рисунок 3.2 - Залежність захворюваності на карієс дітей шкільного віку від концентрації фтору в питних водах

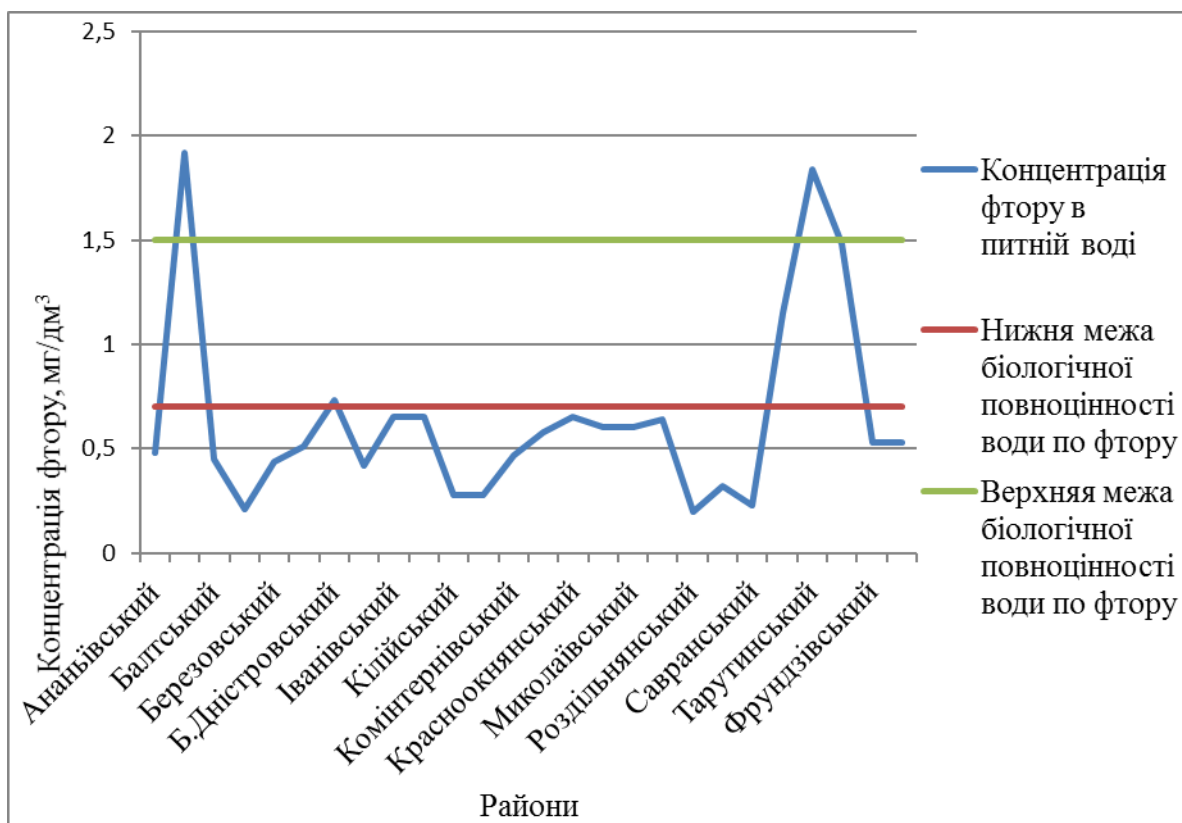


Рисунок 3.3 - Концентрація фтору в питних водах по районах Одеської області

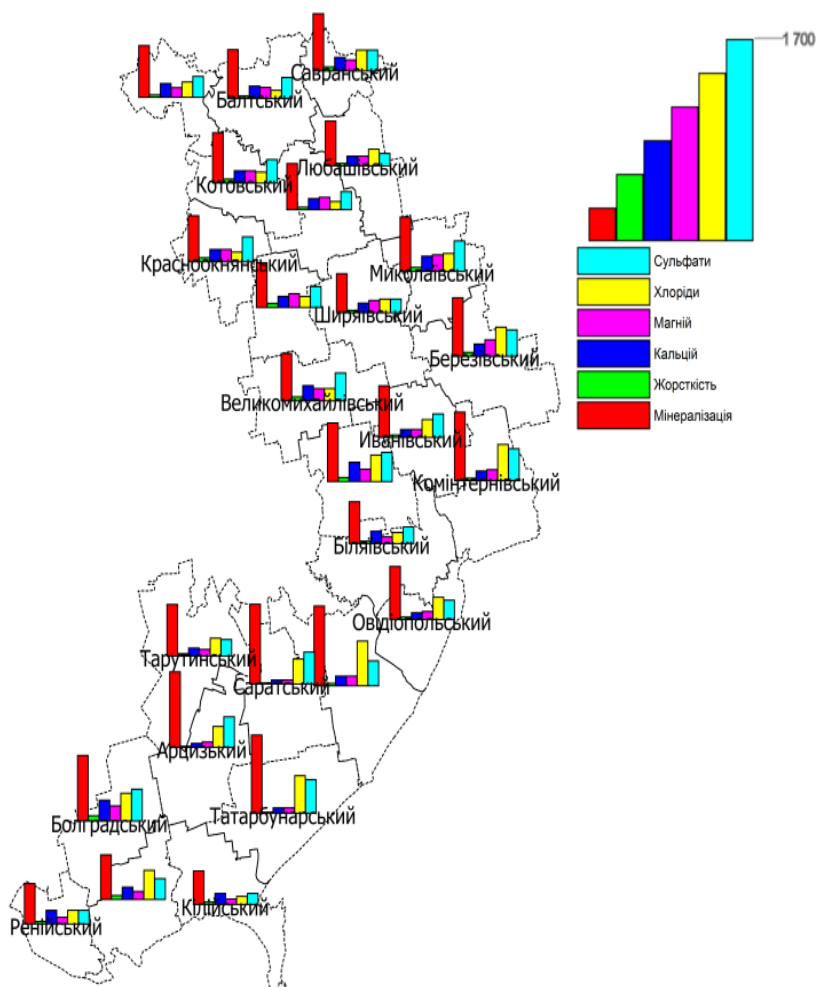


Рисунок 3.6 - Мінеральний склад питних вод Одеської області

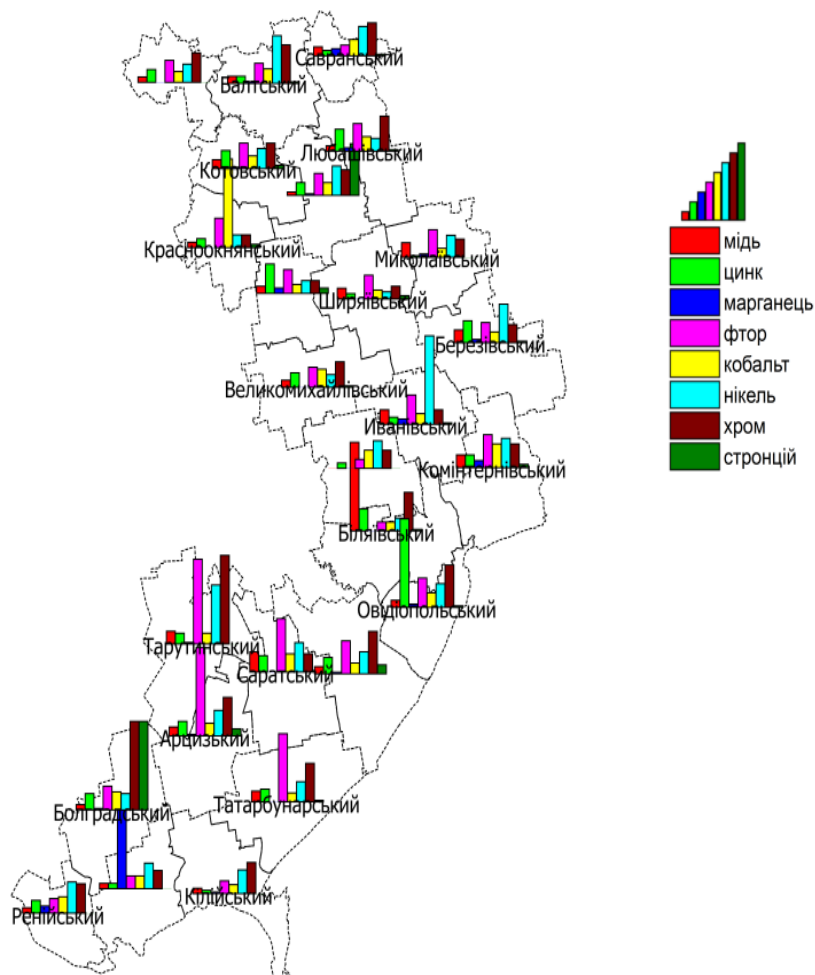


Рисунок 3.7 - Характеристика мікроелементного складу питних вод Одеської області

#### 4 ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В ПИТНИХ ВОДАХ НА КІЛЬКІСТЬ ОСІБ ЗІ СТОМАТОЛОГІЧНИМИ ТА ЗАГАЛЬНИМИ ЗАХВОРЮВАННЯМИ НА ПРИКЛАДІ ОКРЕМИХ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ

Останніми роками збільшився ризик масових захворювань населення через незадовільний стан довкілля. Прикладами цього є масові захворювання населення гіпоплазією, флюорозом, остеопорозом, а також порушення функції щитовидної залози

Стабільність хімічного складу організму є однією з найважливіших і обов'язкових умов його нормального функціонування. Відхилення у вмісті хімічних елементів в організмах, викликані екологічними, професійними, кліматогеографічними чинниками або захворюваннями призводить до широкого спектра порушень стану здоров'я. Із 92 хімічних елементів, що зустрічаються в природі, 81 виявлений в організмі людини.

Усі мінеральні елементи поділяються на три групи відповідно до їх вмісту в організмі: макроелементи, мікроелементи та ультрамікроелементи (табл.4.1).

Усі хімічні елементи, зокрема продукти вулканічної діяльності, космічної активності та різноманітних руд, надходять в організм людини переважно з рослинною й тваринною їжею та питною водою. Лише незначна частина хімічних елементів надходить в організм з атмосферним повітрям і пилом через бронхолегеневу систему.

Накопичення хімічних елементів організмами визначається не лише їх біологічною природою та геохімією середовища, але й харчовими ланцюгами, через які здійснюється зв'язок організмів і середовища (грунтоутворювальні породи, ґрунти, мікроорганізми, вода, повітря, рослини, тварини, людина). У харчовому ланцюзі може відбуватися зменшення концентрації одних хімічних елементів та нагромадження інших.



Таблиця 4.1 - Вміст мінеральних елементів в організмі людини [50]

Елементи	Концентрація, % від маси тіла
Макроелементи	
Ca	1–9
P, K, Na, S, Cl	0,1–0,9
Mg	0,01–0,09
Мікроелементи	
Fe, Zn, F, Sr, Mo, Cu	0,001–0,009
Br, Si, Cs, I, Mn, Al, Pb	0,0001–0,0009
Cd, B, Rb	0,00001–0,00009
Ультрамикроелементи	
Se, Co, V, Cr, As, Ni, Li, Ba, Ti, Ag, Sn, Be, Ga, Ge, Hg, Sc, Zr, Bi, Sb, U, Th, Rh	0,000001–0,000009

Розглянемо вплив мікроелементів на організм людини на прикладі йоду та фтору.

Йод є життєвоважливим елементом (біотиком). Оптимальна інтенсивність надходження йоду в організм людини – 150–200 мкг/добу. Дефіцит йоду розвивається за його надходження в організм менше 10 мкг/добу, поріг токсичності дорівнює 5 мг/добу. В організм людини йод надходить з продуктами рослинного і тваринного походження та частково з питною водою і атмосферним повітрям. В організмі людини йод регулює: швидкість біохімічних реакцій; обмін енергії та температури тіла; білковий, жировий, водно-електролітний обмін; обмін деяких вітамінів; диференціювання тканин, процеси росту і розвитку організму, зокрема нервово-психічний; індукцію підвищення споживання кисню тканинами. Йодна нестача призводить до виникнення ендемічного зобу. Захворювання виявляється в гіпофункції та компенсаторному дифузному збільшенні щитоподібної залози. В ендемічних районах залежно від рівня захворюваності ендемічним зобом поширені залізодефіцитні анемії, відхилення у фізичному розвитку дітей, порушення процесів костеніння кісток і статевого дозрівання, зміна імунобіологічної реактивності організму, зниження показників розумової працездатності тощо. За більш вираженої форми захворювання

розвивається кретинізм – виражене недоумство, затримка росту (у дітей), у дорослих розвивається ендемічний зоб. Сьогодні фактично усе населення України відчуває дефіцит йоду. У середньому жителі України протягом доби споживають 35–50 мкг цього мікроелемента. Найменшу кількість йоду споживають жителі ендемічних щодо йоду регіонів Західної України, а також окремих районів північних, східних та центральних областей. Крім того, чинником, що сприяє погіршенню здоров'я населення, є надходження у воду та їжу струмогенів (речовин, що призводять до збільшення щитоподібної залози) – тіоцинатів, перхлоратів, тіомочевини, тіоурацилу, похідних аніліну, поліфенолів. Також негативно впливають особливості раціону харчування населення (дефіцит білка, вітамінів, цинку, селену, бромю; надлишок марганцю, молібдену, кальцію, фтору). Перераховані чинники провокують розвиток патологій щитоподібної залози.

Розсіяний йод вилугується природними водами з магматичних гірських порід і концентрується організмами, наприклад водоростями. Йод концентрується в ґрунтах і мулі. Важливим джерелом надходження йоду в ґрунти і води є дощові опади, що захоплюють йод з атмосфери, в яку він приноситься вітром з боку моря [12]. Джерелами надходження йоду в поверхневі води є атмосферні опади, води нафтових родовищ і стічні води деяких галузей хімічної й фармацевтичної промисловості. У річкових водах концентрація йоду становить 1–74 мкг/дм<sup>3</sup>, в атмосферних опадах 0–65 мкг/дм<sup>3</sup>, у підземних водах 0,1–3,0 мкг/дм<sup>3</sup>. Вміст йоду враховується під час санітарного оцінювання природних вод. ГДК не встановлена [19, 30 33].

Фтор в організмі знаходиться у зв'язаному стані, зазвичай у вигляді важкорозчинних солей кальцію, магнію та заліза. Сполуки фтору входять до складу усіх тканин людського тіла. Близько 99 % від усієї кількості фтору припадає на кістки та зубну емаль. З організму фтор виділяється переважно з сечею. Вміст фтору в організмі дорослої людини становить близько 2,6 г, а середньодобове надходження з їжею – 0,5–1,5 мг. За споживання морепродуктів, що містять фтор, може різко підвищитися кількість цього

мікроелемента в організмі. Токсична доза для людини – 20 мг. Летальна доза для людини – 2 г. Круговорот фтору в природі охоплює літосферу, гідросферу, атмосферу і біосферу. Фтор виявляється в поверхневих, ґрунтових, морських і навіть метеорних водах. У річкові води фтор надходить із порід і ґрунтів внаслідок руйнування фторвмісних мінералів (апатит, турмалін), з ґрунтовими водами та під час безпосереднього змивання поверхневим стоком. У природних водах фтор знаходиться у вигляді фторид-йона  $F^-$  та комплексних йонів  $[AlF_6]^{3-}$ ,  $[FeF_4]^-$ ,  $[FeF_5]^{2-}$ ,  $[FeF_6]^{3-}$ ,  $[CrF_6]^{3-}$ ,  $[TiF_6]^{2-}$  тощо. Міграційна здатність фтору в природних водах залежить від вмісту в них йонів кальцію, які утворюють з йонами фтору малорозчинні сполуки. Підвищені значення рН сприяють збільшенню рухливості фтору. Вміст фтору у річкових водах коливається від 0,05 до 1,9 мг/дм<sup>3</sup>, атмосферних опадах – від 0,05 до 0,54 мг/дм<sup>3</sup>, підземних водах – від 0,3 до 4,6 мг/дм<sup>3</sup>, інколи досягаючи насичення по відношенню до  $CaF_2$ . У термальних водах концентрація фтору досягає в окремих випадках 10 мг/дм<sup>3</sup>, в океанах фтору міститься близько 1,3 мг/дм<sup>3</sup> [30, 33, 43]. Фтор є стійким компонентом природних вод. Протягом року коливання концентрації фтору у річкових водах є незначними (зазвичай не більше ніж у 2 рази). Фтор надходить у річки переважно з ґрунтовими водами. Концентрація фтору в паводковий період завжди менша, ніж в меженний, оскільки зменшується частка ґрунтового живлення. Систематичне споживання води з надлишковою кількістю фтору призводить до розвитку ендемічного флюорозу, гіпоплазії зубної емалі тощо. У цьому випадку спостерігається характерне ураження зубів (крапчастість емалі), порушення процесів костеніння скелета, виснаження організму. Флюороз зубів проявляється у вигляді непрозорих опалесцентних смужок або плям, які з часом збільшуються, з'являється пігментація емалі темно-жовтого або коричневого кольору, настають незворотні зміни. У важких випадках спостерігається генералізований остеосклероз або дифузний остеопороз кісткового апарата. Надмірна кількість фтору знижує обмін фосфору і кальцію в кісткових тканинах, порушує вуглеводний, білковий та інші обмінні процеси, пригнічує

тканинне дихання тощо. Фтор є нейротропною отрутою, яка знижує рухливість нервових процесів. Дефіцит фтору в поєднанні з іншими чинниками (нераціональне харчування, несприятливі умови праці та побуту) викликає карієс зубів. Клінічними та експериментальними дослідженнями доведено, що оптимальна кількість фтору в раціоні людини має протикаріозну дію. Механізм дії фтору полягає в тому, що за взаємодії з мінеральними компонентами кісткової тканини і зубів утворюються важкорозчинні сполуки. Фтор також сприяє осадженню із слини фосфату кальцію, що зумовлює процеси ремінералізації за початкового каріозного процесу. У механізмі протикаріозної дії фтору певну роль відіграє і те, що він впливає на ферментативні системи зубних бляшок і бактерій слини. Така біологічна особливість фтору стала основою для розробки ефективного методу профілактики карієсу зубів – фторування питної води. За тривалого споживання фторованої води знижується не тільки ураженість зубів карієсом, але й рівень захворювань, пов'язаних із наслідками одонтогенних інфекцій (ревматизм, серцево-судинна патологія, захворювання нирок тощо). ГДК фтору в питній воді, що лімітується за санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості, знаходиться в межах 0,7–1,5 мг/дм<sup>3</sup> [42, 43].

В зв'язку з тим, що територія України суттєво відрізняється як за геохімічними, так і за екологічними показниками, для дослідження було обрано 2 області (Закарпатська та Львівська) та 3 міста (м. Маріуполь, Київ, Полтава) (рис. 4.1., 4.2.).

Підземні води Передкарпатського басейну використовуються в бальнеології (курорти Моршин, Трускавець тощо), вивчені родовища йодобромних вод, досліджені води нафтових і газових родовищ, розвідані природні розсоли кухонної солі. Для водопостачання (у рідких випадках) можуть бути використані лише води четвертинних відкладів. Враховуючи гідрогеологічні

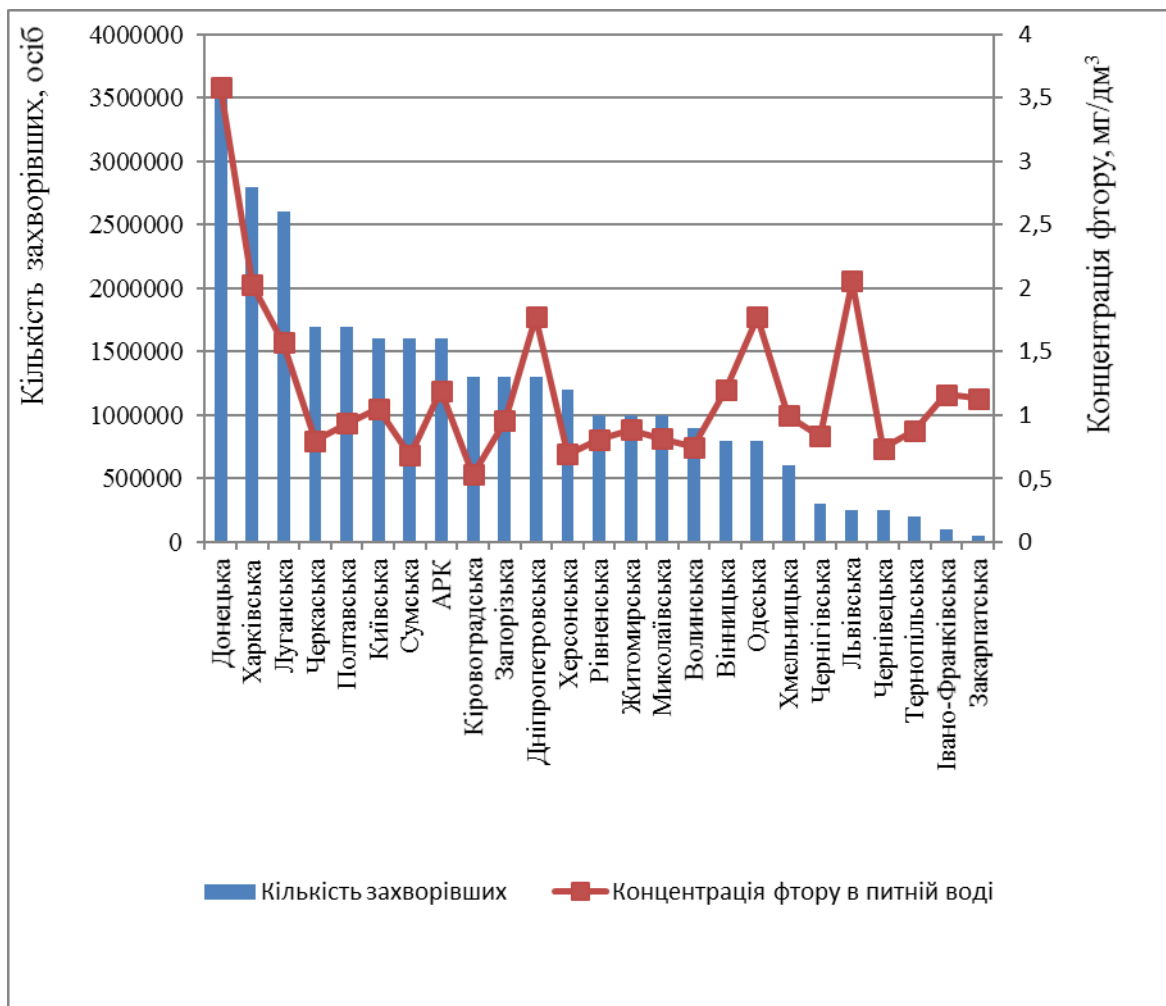


Рисунок 4.1 - Залежність захворюваності на карієс від концентрації фтору в ПИТНИХ ВОДАХ

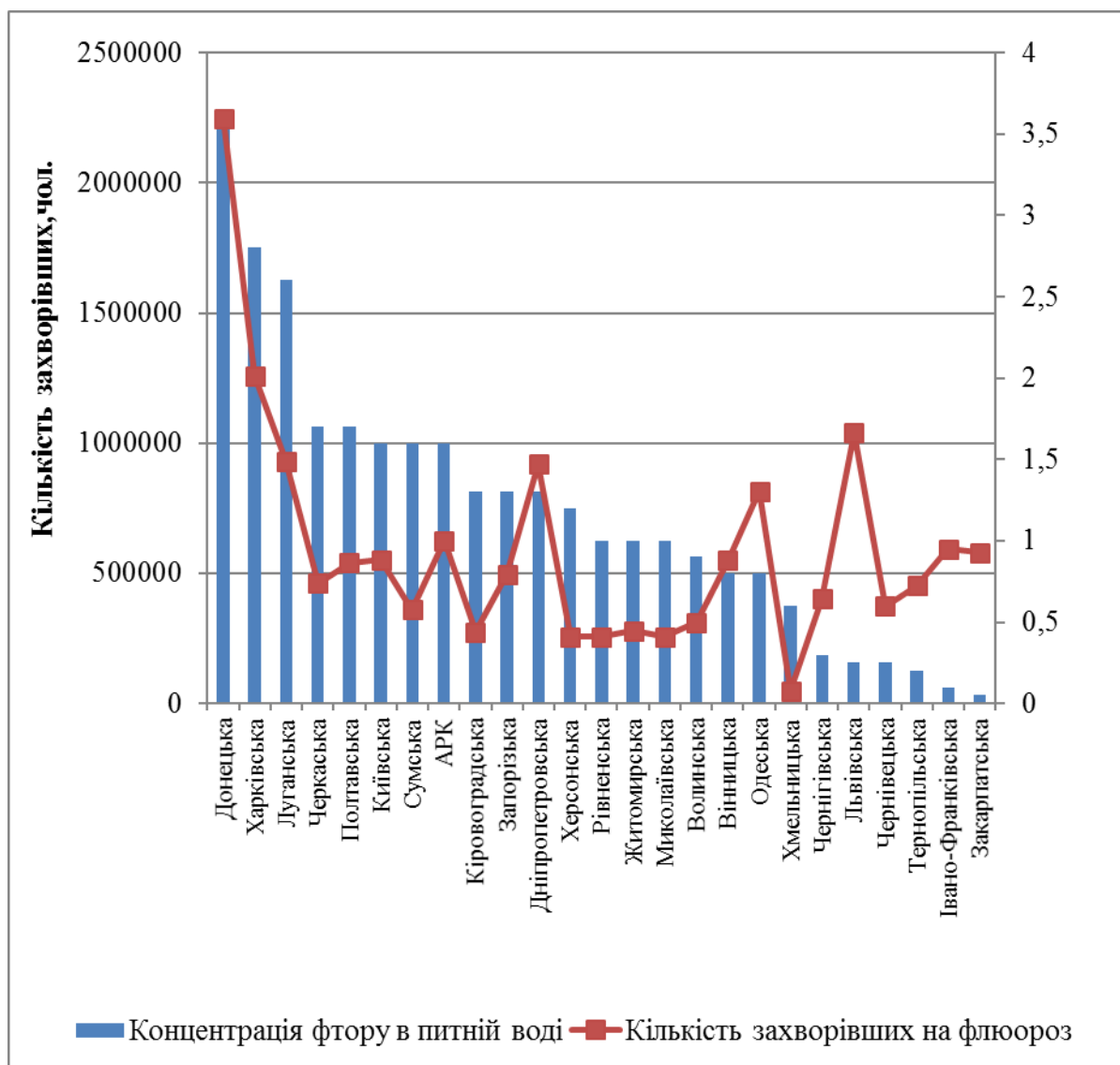


Рисунок 4.2 - Залежність захворюваності на флюороз від концентрації фтору в питній воді

умови Передкарпатського прогину, на території Львівської області виділяють такі водоносні комплекси:

- водоносний комплекс верхньокрейдових відкладів Південно-Західної рівнини Волино-Подільської височини;
- водоносний комплекс четвертинних відкладів басейну р. Дністра (підземні води четвертинних відкладів басейну р. Свічі;
  - підземні води четвертинних відкладів басейну р. Лімниці;
  - підземні води четвертинних відкладів басейну р. Бистриці Солотвинської та р. Бистриці Надвірнянської;
  - водоносний комплекс Прут-Дністровського межиріччя;
  - підземні води четвертинних відкладів басейну р. Прут;
  - водоносний комплекс гірськоскладчастої (скибової) зони Карпат).

Вміст деяких мікроелементів у підземній гідросфері вказаних територій наведено в табл. 4.2 [51].

У воді господарського-питного призначення Закарпатської та Львівської областей міститься недостатня кількість фтору, йоду, марганцю, кобальту, міді та інших мікроелементів. У добових харчових раціонах, якщо в них переважають продукти місцевого походження, вміст фтору в 4–5 разів менший від оптимальної величини. Для збільшення вмісту фтору в питній воді на усіх комунальних і великих відомчих господарсько-питних водопроводах населених пунктів запроваджують процес фторування води. Як було зазначено вище, споживання питної води з надлишковою концентрацією фтору призводить до флюорозу та гіпоплазії зубної емалі.

Отже, можна припустити, що внаслідок недостатньої кількості кальцію та значного перевищення концентрації натрію у питних водах, в організмі людини (особливо в дитячому віці) формується відхилення, яке призводить до таких кісткових захворювань, як остеопороз та остеомаляція.

Проведено також аналіз джерел водопостачання на вміст фтору в усіх районах Закарпатської області.

Згідно з отриманими даними [41] ми можемо прослідкувати наднизький вміст фтору у воді джерел водопостачання Закарпатської області (табл. 4.3, рис. 4.1).

За твердженням МОЗ більш як 80 відсотків хвороб, котрі має людина, пов'язані з якістю води, яку вона п'є. Добова потреба людини у воді складає 2,5–3,0 л. З питною водою поступає багато солей, в тому числі макро- і мікроелементи, такі як кальцій близько 10–20 %, магній 5–15 %, натрій близько 10 %, калій, йод, фтор та ін. [17-19]. Хімічний склад води може впливати на виникнення і перебіг ряду захворювань, викликаних надходженням в організм людини хімічних елементів. Відомо, що з водою в організм поступають такі мікроелементи, як фтор, йод, мідь, цинк, селен, нікель та ін., котрі мають велике значення в обміні речовин.

Вживання питної води з низькою мінералізацією сприяє вимиванню солей з організму. Зміни водно-солевого балансу в організмі були відзначені не тільки при вживанні демінералізованої води, але і води з мінералізацією від 50 до 75 мг/дм<sup>3</sup>. Тому група дослідників Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я, рекомендує вживати в питних цілях воду з мінералізацією не менше 100 мг/дм<sup>3</sup> [50]. Питна вода повинна містити хоча б мінімальну кількість найважливіших мінералів. Дане питання актуальне не тільки для демінералізованої питної, води, яка не була збагачена комплексом мінеральних речовин, але й для води, в якій вміст мінеральних речовин знижено внаслідок домашньої або централізованої обробки, а також для слабо мінералізованої бутильованої води [17-19]. Зазвичай воду збагачують мінеральними речовинами, пропускаючи через вапняк або інші карбонатні мінерали. Вода при цьому насичується переважно кальцієм, а дефіцит магнію та інших мікроелементів, наприклад, фтору і калію залишається.

Мікроелементи підземної гідросфери західних регіонів України істотно впливають на стан здоров'я населення. Підземні води характеризуються незначним вмістом йоду та фтору, кальцію та істотним вмістом (трохи вище за



Таблиця 4.2 Вміст деяких мікроелементів у підземній гідросфері західних областей України, мг/дм<sup>3</sup> [51]

Водоносний комплекс	Fe <sub>заг</sub>	Cu	Zn	Mo	Mn	Pb	As	F	I
Верхньокрейдові відклади Волино-Подільської височини	0,07	0,01	0,016	0,001	0,12	0,007	0,001	0,40	0,001
Алювіальні відклади басейну р. Дністра	0,09	0,04	немає	немає	0,10	немає	0,04	0,41	0,04
Алювіальні відклади басейну р. Свічі	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,004
Алювіальні відклади басейну р. Лімниці	0,19	0,012	0,032	0,006	0,041	0,013	0,01	0,01	0,008
Алювіальні відклади басейну р. Бистриці Солотвинської та р. Бистриці Надвірнянської	0,30	0,02	0,04	сліди	0,003	сліди	0,002	0,10	0,008
Товща верхньотортонських відкладів і тираської світи Прут-Дністровського межиріччя	0,15	0,027	0,006	немає	0,0086	сліди	0,005	0,35	0,001
Алювіальні відклади басейну р. Прут	0,16	0,01	0,22	немає	0,06	0,002	0,006	0,05	0,005
Гірськоскладчаста (скибова) зона Карпат	0,30	0,013	—	0,0023	0,10	0,0015	—	0,10	0,003

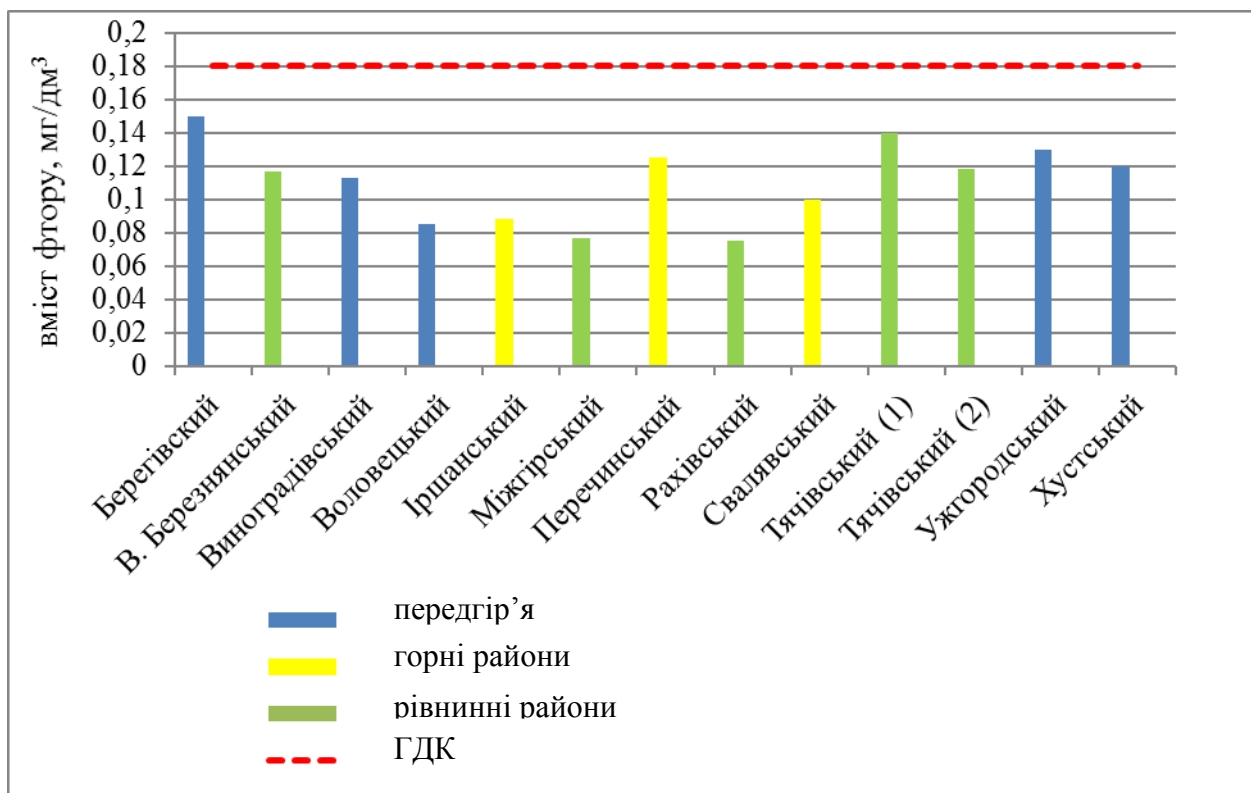


Рисунок 4.3 – Вміст фтору в питних водах Закарпатської області

ГДК) стронцію. При цьому відношення вмісту фтору до стронцію визначає значний ризик захворювання населення, яке споживає цю воду, на остеопороз та флюороз.

Питна вода в м. Києві характеризується відносно низьким рівнем загальної мінералізації ( $610,4 \text{ мг/дм}^3$ ) та жорсткості ( $5,6 \text{ мг-екв/дм}^3$ ), низьким вмістом фтору (в середньому  $0,2 \text{ мг/дм}^3$ ).

Питні води міста Маріуполь характеризується підвищеними показниками загальної мінералізації ( $3569,5 \text{ мг/дм}^3$ ) та жорсткості ( $30,9 \text{ мг-екв/дм}^3$ ), вміст фтору складає  $0,45\text{--}0,65 \text{ мг/дм}^3$ , що значно вище ніж в м. Києві.

Поверхневі і підземні води Полтавської області характеризуються відносно низьким ступенем загальної мінералізації ( $313,5 \text{ мг/дм}^3$ ) та жорсткості ( $3,5 \text{ мг-екв/дм}^3$ ), вміст фтору в них низький ( $0,15\text{--}0,2 \text{ мг/дм}^3$ ).

Отримані дані щодо основних стоматологічних захворювань свідчать про суттєві відмінності у розповсюдженості уражень зубів у дітей з різних регіонів

України. Найвищі показники захворюваності на карієс зубів виявлено у дітей, які народилися і постійно мешкають у м. Києві.

Більш сприятливими виявилися показники захворюваності на карієс у дітей, які постійно мешкають у місті Маріуполь Донецької області, розповсюдженість карієсу постійних зубів у дітей 12 років становить 72,7 % (“середня”), у 15 років – 81,3 % (“висока”).

У дітей м. Маріуполя Донецької області виявлен флюороз зубів у всіх вікових групах. Найвищою виявилась розповсюдженість флюорозу у дітей 15 років – 28,1 %. Серед дітей 12 років вона була дещо нижчою – 22,7 %, найменшою розповсюдженість флюорозу виявилася у 6-річних дітей – 6,25 %.

Вивчення стану зубів у дітей м. Полтава свідчить про те, що розповсюдженість карієсу постійних зубів у них є “середньою” (76%).

Таким чином, результати досліджень підтверджують наявність регіональних відмінностей у розповсюдженості карієсу зубів у дітей. Отримані нами дані узгоджуються з даними інших авторів [44, 45], які вказують на те, що в північних та західних регіонах України показники захворюваності на карієс зубів є вищими, ніж в південних та східних регіонах. Зазвичай цей факт пов’язують з геохімічними особливостями територій, насамперед вмістом фтору у питній воді, ступенем загальної мінералізації та жорсткості поверхневих вод, вмістом в них кальцію, магнію, стронцію.

З метою вивчення можливого впливу довкілля на стан зубів у дітей та дорослих нами проведено вивчення вмісту декількох мікроелементів, що належать до групи важких металів, а також фтору в емалі постійних зубів пацієнтів з різних регіонів України. Результати дослідження свідчать про суттєві відмінності у хімічному складі емалі постійних зубів у пацієнтів з різних за екологічною ситуацією регіонів України.

Відповідно до рекомендацій ВООЗ кумуляція важких металів в кістковій тканині та емалі зубів відображує довготривалий вплив несприятливих чинників хімічної природи на організм і розцінюється як маркер дії, тому аналіз їхнього хімічного складу рекомендується використовувати для

біомоніторинга і діагностики стану організму.

Свинець на сьогодні є глобальним забруднювачем довкілля, він належить до токсичних речовин I класу небезпеки. Свинець є фізіологічним антагоністом кальцію та стабільного стронцію і заміщує їх у кістковій тканині та емалі зубів. Результати досліджень свідчать про те, що вміст свинцю в емалі постійних зубів чітко корелює з його вмістом в об'єктах довкілля. Найвищим виявився вміст свинцю в емалі постійних зубів дітей м. Києва, яке характеризується дуже високим рівнем сумарного забруднення довкілля. Достовірно нижчим виявився цей показник у дітей м. Полтава та Закарпатської області, для яких характерним є відносно низький рівень забруднення навколишнього природного середовища. Вміст свинцю в емалі постійних зубів у них був майже у 2,5 рази нижчим, ніж у дітей м. Києва.

В емалі постійних зубів дітей м. Києва порівняно з іншими досліджуваними регіонами виявлено збільшений вміст таких мікроелементів, як кадмій, мідь, хром та стронцій. В емалі постійних зубів дітей м. Маріуполь Донецької області, що належить до зони екологічної кризи, порівняно більшим виявився вміст таких мікроелементів, як нікель, кобальт, цинк, підвищений вміст яких у довкіллі зазначеного регіону має переважно техногенне походження. У дітей Закарпатської області в емалі постійних зубів вміст хрому, нікелю, кобальту та кадмію виявився найнижчим порівняно з іншими регіонами, що пояснюється відносно низьким рівнем антропогенного забруднення довкілля в цьому регіоні. В емалі постійних зубів дітей Полтавської області встановлено найвищий вміст заліза та підвищений вміст таких мікроелементів, як мідь, марганець, нікель та кобальт.

Таким чином, геохімічні особливості регіонів, в першу чергу вміст макро- та мікроелементів у ґрунтах та поверхневих водах, суттєво впливають на хімічний склад емалі постійних зубів, що визначає її здатність протистояти карієсу, а відтак може зумовлювати регіональні особливості розповсюдженості та інтенсивності карієсу.

## 5 СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЗАХВОРЮВАНOSTI

Накопичені до теперішнього часу дані вітчизняних та зарубіжних вчених свідчать про зв'язок ряду патологічних станів з тривалим вживанням занадто «м'яких» або занадто «жорстких» питних вод, що відрізняються, перш за все, вмістом карбонатів і гідрокарбонатів кальцію і магнію. У першому випадку мова йде, переважно, про серцево-судинні патології (гіпертонія), у другому - про патологію шлунково-кишкової системи (уролітіаз, нефрози), захворюваннях шлунково-кишкового тракту. Показано, що води з підвищеним рівнем мінералізації (2 вище г/дм<sup>3</sup>) здатні оказувати негативний вплив на розвиток плода, перебіг і результат вагітності, викликати патологічні зміни менструального циклу та інш. [52, 53].

У спеціальній літературі зустрічається все більше матеріалів, що дозволяють пов'язувати відсутність негативних ефектів питних вод помірної мінералізації (200-500 мг/дм<sup>3</sup>) з наявністю іонів кальцію і магнію. Останні розглядаються як речовини, що володіють захисними властивостями по відношенню до токсичних мікроелементів (наприклад, кадмію) і макроелементів (наприклад, натрію), що дає, зокрема, гіпертензивний ефект [52, 53]. Виниклі питання фізіологічної повноцінності питної води потребують вирішення завдань, пов'язаних з встановленням прийнятної діапазону її сольового складу, оцінки гігієнічної значущості гідрохімічних класів, ролі співвідношень макро- і мікроелементів.

Сучасні токсикологічні дослідження істотно розширили уявлення про зв'язок ряду неінфекційних захворювань, в тому числі й онкологічних, з забрудненням води не тільки очевидними токсикантами і канцерогенами, але і речовинами, присутність яких раніше вважалося лише непрямим ознакою її забруднення.

У науковій літературі є відомості про пряму кореляцію між показниками жорсткості води і рівнем захворюваності хворобами крові, інфарктом міокарда, хвороб шкіри і зворотного зв'язку між жорсткістю і хворобами

органів травлення та інфарктом міокарда. З приводу зв'язку рівня жорсткості питної води і утворенням каменів в нирках думки авторів розходяться. Деякі науковці [52] пов'язують утворення каменів в нирках з високою жорсткістю води, а інші вважають, що камені в нирках утворюються через нестачу кальцію в їжі [53].

При зіставленні рівня жорсткості питної води рівню захворюваності хворобами органів травлення і хворобами шкіри і підшкірної клітковини нами було виявлено, що з підвищенням жорсткості, збільшується рівень цих захворювань, була виявлена позитивна кореляція між цими показниками. А між показниками рівня жорсткості і рівнем захворюваності на сечокам'яну хворобу та інфарктом міокарда, була виявлена негативна спрямованість статистичного зв'язку. Найбільш сильна залежність між жорсткістю і рівнем захворюваності хворобами органів травлення і хворобами шкіри і підшкірної клітковини .

Отже, отримані нами дані відповідають відомостям, наведеним у науковій літературі, за винятком зв'язку між жорсткістю питної води і рівнем захворюваності хворобами органів травлення.

Згідно з наявними в науковій літературі відомостями, підвищений вміст заліза в питній воді призводить до збільшення рівня захворюваності хворобами печінки, інфаркту міокарда, захворювань шкіри, крові, збільшення числа алергій [54,55].

З підвищенням концентрації заліза в питній воді підвищується рівень захворювань печінки, інфаркту міокарда, хвороб крові та алергії і знижується рівень хвороб шкіри і підшкірної клітковини. Сильний зв'язок був виявлений між вмістом заліза в питних водах та хворобами печінки, крові і хворобами шкіри і підшкірної клітковини.

У літературі описано вплив підвищеного вмісту цинку в воді на хвороби нирок [54,55]. При виявленні зв'язку між вмістом цинку в питних водах та рівнем хвороб нирок ми отримали негативний коефіцієнт кореляції.

---

Згідно з даними, описаним в літературі, підвищення вмісту марганцю в питній воді викликає збільшення захворюваності хворобами кістково-м'язової системи, статевої системи, алергіями, анемії [52].

При вивченні впливу марганцю нами були отримані наступні результати: з підвищенням вмісту марганцю в питній воді, підвищується рівень захворюваності хворобами кістково-м'язової системи, статевої системи, анемії і знижується рівень захворюваності алергіями. Зв'язки між ознаками слабкі.

Згідно з відомостями, описаним в науковій літературі, підвищення вміст селену викликає підвищення рівня захворюваності хворобами печінки і карієсом [56].

Кореляційною називають таку статистичну залежність між випадковими величинами  $X$  і  $Y$ , при якій якщо змінюється одна з величин, то змінюється середнє значення іншої. Якщо нанесемо на координатну площину відповідні значення  $X$  і  $Y$  то вони утворять область яку називають кореляційним полем. Для оцінювання тісноти кореляційного зв'язку між випадковими величинами  $X$  та  $Y$  використовують коефіцієнт кореляції (Пірсона), який визначається за формулою [57] :

$$R_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (5.1)$$

де  $n$  – кількість районів.

Властивості коефіцієнту кореляції наступні:

- 1) значення коефіцієнта кореляції змінюється в межах від  $-1$  до  $+1$ ;
- 2) якщо  $R=0$ , то між ознаками, що вивчаються немає лінійної кореляційної залежності, але ця умова не виключає існування якого-небудь іншого виду кореляційного зв'язку (параболічного, показникового і т.п.);
- 3) чим більше  $R$ , тим тісніший зв'язок (сильніша спряженість) між ознаками, які вивчаються.

Знак коефіцієнту показує направленість залежності (пряма або обернена), а величина силу залежності. Залежно від значення коефіцієнта кореляції, кореляційні зв'язки поділяють на:

- сильну (тісну) кореляцію –  $0,7$  ;
- середню кореляцію –  $0,5 < R < 0,7$ ;
- помірну кореляцію –  $0,3 < R < 0,5$ ;
- слабку кореляцію –  $0,2 < R < 0,3$ ;
- відсутність кореляції -  $R < 0,19$ .

Якщо коефіцієнт кореляції від'ємний, це означає наявність протилежного зв'язку: чим вище значення однієї змінної, тим нижче значення іншої. Тобто від'ємна кореляція означає те, що із збільшенням однієї величини друга має тенденцію до зменшення.

Якщо коефіцієнт кореляції близький до нуля, між величинами немає лінійного статистичного зв'язку, але не виключена наявність нелінійного зв'язку. Для інтерпретації величини коефіцієнта кореляції використовуються градації наведені в табл. 5.1.

Табл. 5.1 - Інтерпретації величини коефіцієнта кореляції [57]

Значення (по модулю)	Інтерпретація
До 0,2	Дуже слабка кореляція
До 0,5	Слабка кореляція
До 0,7	Середня кореляція
До 0,9	Висока кореляція
Понад 0,9	Дуже висока кореляція

Відповідно до методики статистичного аналізу нами була виявлена кореляційна залежність між показниками мінерального складу питної води і наявністю деяких захворювань населення. Після обробки даних були отримані наступні результати, представлені в таблицях 5.2 та 5.3.



Табл. 5.2 Кореляційна залежність поширеності карієсу від мінерального складу питних вод для дітей віком від 7 до 15 років

	7 років	12 років	15 років
Загальна мінералізація	-0.02	-0.51	0.01
Загальна жорсткість	-0.06	0.12	-0.18
Загальна лужність	-0.22	-0.11	0.38
Кальцій	0.13	0.06	-0.41
Ca/Mg співвідношення	0.19	0.16	0.13
Магній	-0.10	0.18	0.15
Фтор	-0.02	-0.50	-0.10
Стронцій	0.22	-0.36	-0.03
Ca/Sr співвідношення	-0.08	-0.49	-0.30
Натрій	0.18	0.47	0.08

Виявлено кореляційну залежність між показниками вмісту фтору в природних водах Одеської області і показниками поширеності стоматологічних захворювань серед населення області. Зафіксовано високий рівень захворюваності на флюороз у Тарутинському, Арцизському і Татарбунарському районах, де вміст фтору в питних водах перевищує ГДК, та високу захворюваність на карієс у Роздільнянському і Біляївському районах, які належать до зони з низьким вмістом фтору (0,21 мг/дм<sup>3</sup>).

Вміст фтору в питних водах міста дуже низький, що може призвести до високої захворюваності населення на карієс.

При співставленні окремих мінеральних компонент та показників артеріального тиску знайдено наявність достовірних кореляційних зв'язків між рівнем середнього динамічного артеріального тиску і вмістом у питних водах солей жорсткості та вмістом марганця, міді, йоду, заліза та ін. (табл. 5.3).

Можна припустити, що такі мікроелементи, як марганець, хром, цинк та молібден виконують захисну функцію в організмі людини.

Табл. 5.3 - Кореляційні залежності між рівнем середнього динамічного артеріального тиску та мінеральними компонентами питних вод

Показник сольового складу	Значення коефіцієнту кореляції, R
Загальна жорсткість	0,51
Стронцій	-0,31
Мідь	0,59
Марганець	- 0,36
Фтор	0,23
Залізо	0,61
Цинк	- 0,58
Селен	0,41
Нікель	0,34
Хром	- 0,63
Йод	0,40

Встановлено, що найвища питома вага осіб, що знаходяться на диспансерному обліку з причин захворювань серцево-судинної системи, була властива населеним пунктам Саратовського району (від 13 % до 22 %), в якому якість питних вод характеризується високою мінералізацією (1682 мг/дм<sup>3</sup>) та низькими значеннями вмісту солей жорсткості (1,3мг-екв/дм<sup>3</sup>).

Зробивши розрахунок коефіцієнтів кореляції між кількістю захворівших та вмістом фторидів у питних водах, можна зробити висновки, що між захворюваністю на флюороз та карієс існує прямий зв'язок (табл. 5.4).

В результаті досліджень ми отримали результати, які свідчать про те, що підвищення вмісту селену у питних водах викликає збільшення ризику розвитку карієсу і хвороб печені.

---

Між такими захворюваннями, як кістковий туберкульоз, захворювання кістково-м'язові тканин, хвороби щитовидної залози та новоутворення кишково-шлункового тракту також спостерігається середня кореляція.

Табл. 5.4 - Значення коефіцієнту кореляції між захворюваннями та вмістом фторидів в питних водах

Назва захворювання	Значення коефіцієнту кореляції
Захворювання кістково-м'язові тканин	0,45
Захворювання щитовидної залози	0,46
Захворювання на кістковий туберкульоз	0,47
Новоутворення в кишково-шлунковому тракті	0,48
Карієс	0,625
Флюороз	0,634

## ВИСНОВКИ

Таким чином, проведений аналіз дозволяє дійти таких висновків:

1) мікроелементний склад питних вод Одеської області варіює залежно від гідрохімічних характеристик та геологічних умов формування водних ресурсів;

2) виділено райони підвищеного ризику для здоров'я населення за умовами водопостачання та райони області, які мають фізіологічно допустими за мінеральним складом питні води;

3) поширеність таких стоматологічних захворювань, як карієс та флюороз серед населення залежить від мікроелементного складу питних вод, а саме від вмісту фтору та стронцію;

4) показники розповсюдженості та інтенсивності карієсу зубів у дітей виявляють регіонально зумовлену залежність. Вищими вони є у північних (91%) та західних (85%) регіонах України, нижчими – в східних (78 %) і південних (80 %).

5) при співставленні окремих мінеральних компонент та показників артеріального тиску знайдено наявність достовірних кореляційних зв'язків між рівнем середнього динамічного артеріального тиску і вмістом у питних водах солей жорсткості та вмістом марганця, міді, йоду, заліза та ін.;

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гринзовський А.М., Степаненко Г.П., Бардов В.Г. Гігієнічне нормування фтору як провідний напрямок наукової діяльності професора Р.Д. Габовича // Гігієна населених місць. 2009. №54. С. 82-86.
2. Загальна гігієна : пропедевтика гігієни / Гончарук Є. Г. та ін. ; за ред. Є. Г. Гончарука. Київ, 1995. 186 с.
3. Руденко А.Б., Омельянец С.М. Питьевая вода на грани политики, экологии и экономики. // Материалы научно-практических конференций ИИ Международного водного форума. Київ, 2004. С.156-159.
4. Прокопов В.О. Вплив мінерального складу питної води на стан здоров'я населення // Гігієна населених місць. 2012. Вип. 59. С. 63-74.
5. Гигиеническое нормирование солевого состава питьевой воды / Кандрор И.С. и др.; под ред. чл.-корр. АМН СССР С.Н. Черкинского. Москва, 1963. 157 с.
6. Черкинский С.Н. Водный фактор заболеваемости населения // Руководство по коммунальной гигиене. Т. 2. Москва, 1962. С. 31-68.
7. Эльпинер Л.И. Влияние водного фактора на формирование здоровья человека // Вода: химия и экология. Москва, 2009. № 3. С. 6-10.
8. Эльпинер Л.И. Роль водного фактора в обеспечении здоровья населения / Л.И. Эльпинер // Вода: химия и экология. Москва, 2009. № 3. С. 6-10.
9. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И., Кирьянова Л.Ф., Севостьянова Е.М., Рыжова И.Н. Итоги и перспективы научных исследований в области питьевого водоснабжения // Итоги и перспективы научных исследований по проблеме экологии человека и гигиены окружающей среды. Москва, 2001. С. 97-105.
10. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Онищенко Г.Г. и др.; под ред. Ю.А. Рахманина. Москва, 2002. 408 с.

11. В. И. Вернадский. Химическое строение Биосферы Земли и ее окружения. Москва: Наука, 2001 г. 376 с.
12. Авцын А. П., Жаворонков А. А. Микроэлементозы человека: монография / Москва: Медицина, 1991. 496 с.
13. Кундієв Ю. И., Трахтенберг И. М. Химическая опасность в Украине и меры по ее предупреждению // Журн. Акад. мед. наук України. 2004. № 2. С. 259-267.
14. Саєт Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды / Москва: Недра, 1990. 335 с.
15. Бабенко Г. А. Микроэлементозы человека / Москва: Медицина, 1989. 183.
16. Скальная М.Г., Скальный А.В. Микроэлементы: биологическая роль и значение для медицинской практики. Сообщение 1. Медь // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2015. № 1. С.15-31.
17. Скальная М.Г., Скальный А.В. Микроэлементы: биологическая роль и значение для медицинской практики. Сообщение 2. Железо // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2015. № 2. С.19-27.
18. Скальная М.Г., Скальный А.В. Микроэлементы: биологическая роль и значение для медицинской практики. Сообщение 3. Марганец // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2015. № 3. С.14-25.
19. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине / Москва: Оникс 21 век, 2004. 272 с.
20. Вологжанин Д. А. Иммуитет и питание // Российский биомедицинский журнал. 2005. Т. 6. С. 626—647.
21. Аль Таххан І.Г. Значення мікроелементів для забезпечення росту і розвитку дітей раннього віку // Вісник Сумського державного університету. Серія Медицина. 2007. №1. С. 190-198.
22. Марушко Ю. В. Мікроелементи та стан імунітету у дітей // Актуальна інфектологія. 2013. № 1 (1). С. 24—27

23. Марушко Ю.В., Лісоченко О.О., Макаров А.С., Московенко О.Д. Особливості мікроелементного статусу у дітей на сучасному етапі // Науковий вісник НМУ ім. О.О. Богомольця «Стоматологічне здоров'я – дітям України». 2007. С. 144-145.

24. Кувшинников В.А., Шенец С.Г., Стадник А.П. Дефицитные анемии у детей: моногр. / Минский гос. мед. ун-т. Минск: БГМУ, 2013. 32 с.

25. Стан здоров'я дітей 0-17 років включно в Україні та надання їм медичної допомоги за 2010 рік: статист. - аналіт. дов. Київ: МОЗ України, 2011. 214 с.

26. Стан здоров'я дітей 0-17 років включно в Україні та надання їм медичної допомоги за 2011 рік: статист. - аналіт. дов. Київ: МОЗ України, 2012. 218 с.

27. Корзун В.Н., Козярин І.П., Парац А.М. Проблема мікроелементів у харчуванні населення України та шляхи її вирішення // Проблеми харчування. 2007. № 1. С. 5-11.

28. Губський Ю.І. Біологічна хімія / Київ: Укрмедкнига, 2000. 358 с.

29. Коломийцева М. Р., Габович Р. Д. Микроэлементозы в медицине / Москва: Медицина, 1971. 287 с.

30. Накорчевська В. Ф. Хімія води / Київ: КНУБА, 1998. 65 с.

31. Буряк В. В. Основи вчення про ноосферу / Сімферополь: ДІАЙПІ, 2010. 126 с.

32. Одеський регіон: природа, населення, господарство. Навч. посібник/ О.Г.Топчієв та ін. Одеса, 2003. 184с.

33. Габович Р.Д. Фтор и его гигиеническое значение. / Москва: Медгиз, 1957. 250 с.

34. Габович Р.Д., Николадзе Г.И. Фторирование и обесфторивание питьевой воды / М.: Медицина, 1968. 234 с.

35. Габович Р.Д., Овруцкий Г.Д. Фтор в стоматологии и гигиене / Казань: 1969. 512 с.

36. Наказ МОЗ №400 від 12.05.2010 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил СанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною": URL: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0452-10> (дата звернення 15.05.2016).

37. Габович Р.Д. Степаненко П.М. Эффективность фторирования воды с целью профилактики кариеса зубов // *Стоматология*. 1977. №3. С. 70-72.

38. Kousa A., Moltchanova E., Viik-Kajander M. Geochemistry of ground water and the incidence of acute myocardial infarction in Finland. // *J Epidemiol Community Health*. 2004. Vol. 58(2). P. 136-139.

39. Крюченко Н. О. Геохімія фтору питних вод України: Автореф. дис... канд. геол. наук: 04.00.02 / НАН України Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення. Київ, 2002. 17 с.

40. Смоляр В.І., Петрашенко Г.І. Надлишок фтору у питній воді і фториста інтоксикація // *Проблеми харчування*. 2007. №1. С. 15-17.

41. Добровольский Е. В., Лялько В. И., Добровольский Е. В. Динамика формирования фторидной составляющей химического состава подземных вод: модель влияния кинетических и фильтрационных факторов // *Геохимия*. 1983. № 7. С. 1050–1065.

42. Косенко К. Н., Деньга О.В. Стратегия профилактики основных стоматологических заболеваний с учетом их эпидемиологии и биогеохимических особенностей Украины // *Вісник стоматології*. 2009. №4. С. 24-27.

43. Косенко К.Н., Рудинская Л.А., Мизина И.К. Эффективность фторирования воды // *Стоматология*. 1986. №3. С. 78-80.

44. Світлична О. М., Деньга О. В., Анісімова Л. В. Диференційована профілактика стоматологічних захворювань у дітей, що проживають в умовах несприятливої екологічної ситуації // *Інновації в стоматології*. 2014. № 3. с. 103-108.



45. Стан довкілля Одеської області. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2010 році // Причорноморський екол. бюл. 2011. № 3 (41). С. 7–100.

46. Тригуб В. І. Фтор у чорноземах південного заходу України: монографія / Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2008. 148 с.

47. Тригуб В. І., Ігнат Я. І. Фтор у природних та стічних водах Південного Заходу України // Вісник Одес. ун-ту. Сер. геогр. та геол. науки. 2011. Т. 16. Вип. 1. С. 76–85.

48. Тригуб В. І. Вміст фтору в питних водах Одещини та його вплив на захворюваність населення карієсом і флюорозом зубів // Вісник Одес. ун-ту. Сер. геогр. та геол. науки. 2012. Т. 17. Вип. 2 (15). С. 71–79.

49. Звіт про науково-дослідну роботу Інституту стоматології АМН України. 041.01. “Вивчення епідеміології основних стоматологічних захворювань у дітей Одеської області у взаємозв’язку з біогеохімічними факторами оточуючого середовища”. Одеса: 2001. 341 с.

50. Руденко С. С., Том’юк Б. П., Бербець М. А., Філянович Т. М. Вплив взаємодії алюмінію і фтору на захворювання карієсом мешканців Північної Буковини // Екологія та ноосферологія. 2005. Т. 16. № 3–4. С. 243–248.

51. Рудько Г.І., Мацієвська О.О. Дослідження гідрогеохімічних показників підземної гідросфери західних регіонів України на вміст мікроелементів // Вісник стоматології. 2009. № 4. С. 250–256.

52. Коковкин В.В., Сухоруков Ф. В., Шуваева О.В., Белеванцев В.И., Малкова В.И., Страховенко В.Д, Щербов Б.Л. Химический состав источников питьевых вод Прибайкалья как фактор риска повышенной заболеваемости местного населения // Сибирский экологический журнал. 2008. №4. С. 61 – 63.

53. Насонов Е.Л. Кальций и витамин D: роль в профилактике и лечении остеопороза и других заболеваний человека // РМЖ. 1997. № 5. С. 978–82.

54. Лебедева М.И., Сухорукова Н.А., Анкудимова И.А., Милосердова А.В. Качество питьевой воды и здоровье населения Тамбовской области // III

международная научно-практическая конференция «Экономика природопользования и природоохраны – 2000». 2000. Пенза – 2000. С. 77 – 78.

55. Рылова Н.В. Влияние минерального состава питьевой воды на здоровье детей. //Гигиена и санитария. Пенза, 2005. №1. С. 45–46.

56. Гармс Л.С., Беккер В.Н. Исследование обеспеченности селеном детей дошкольного возраста г. Барнаула // Питьевая вода Сибири: материалы III науч.-практ. конф. Барнаул, 2006. С. 135 – 137

57. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / Київ: МОРИОН, 2001. 408 с.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ  
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Вовкодав Г.М., Непомяща І.О. Вплив концентрації фтору в питних водах Одеської області на кількість захворівших стоматологічними захворюваннями (карієс та флюороз)м// Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. №1(19) 2016. С. 202-206.

2. Непомяща І.О., Вовкодав Г.М. Вплив концентрації фтору в питних водах Одеської області на кількість онкозахворівших та загальні захворювання// Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. №1(19) 2016. С. 199-202.

3. Непомяща І.О. Вплив концентрації фтору в питній воді Одеської області на кількість онкозахворівших та загальні захворювання / Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. Мат. IV Міжнародної наукової конференції молодих вчених . Харків: ХНУ, 2015. С. 119-120.

4. Непомяща І.О. Вплив концентрації фтору в питних водах на кількість захворівших стоматологічними захворюваннями (карієс та флюороз) захворювання / Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. Мат. IV Міжнародної наукової конференції молодих вчених . Харків: ХНУ, 2015. С. 120-122

5. Непомяща І.О. Вплив макро- та мікроелементів в питних водах на здоров'я населення (на прикладі Одеської області) / Мат. XV наукової конференції молодих вчених . Одеса: ОДЕКУ, 2016. С. 96-97

## ДОДАТКИ

## Додаток А

Мінеральний склад питних вод Одеської області (за Деньга О.В., 2015 р)

Райони	загальна мінералізація	загальна жорсткість	каль- цій	магній	хлорі- ди	суль- фати
Ананьєвський	643	7,6	50,4	62,1	31,6	135,7
Арцизьський	1564	2,4	8,9	13,2	156,8	309,3
Балтський	724	3,7	61,2	49,8	31,6	164,3
Біляєвський	568	5,2	62,4	25,4	54,7	119,6
Березовський	1013	12,1	64,5	104,6	286,8	248,1
Болградський	1191	17,1	167,1	97	278,1	353,1
Білгород-Дністровський	1680	5,4	38,8	41,8	608,8	222,5
Велико-Михайлівський	689	10	94	64	66	274
Іванівський	809	4,4	31,7	33,2	128	211,8
Ізмаїльський	606	10	65,3	35,2	286,8	155,9
Кілійський	378	4,2	58,5	19,6	30,3	51,4
Кодимський	782	7,7	84,3	45,3	92,5	157,9
Коминтерновський	1290	6,5	39,3	54,7	430	343,4
Котовський	771	9,2	69,4	68,9	54,6	204,2
Красно-Окнянський	647	8,8	69,5	64,1	42	226,8
Любашівський	609	5,6	42	42,6	119	68
Миколаївський	859	11	103	104,6	128	326,4
Овідіопольський	836	3,8	24	31,8	176,9	139,6
Раздельнянський	995	12,3	140	64	253	293
Ренійський	508	6,2	78	27,4	87,3	84,3
Савранський	945	8,9	85,7	52,7	157,8	166
Саратський	1682	1,3	8,5	10,6	234	335,9
Тарутинський	813	3,7	29,2	27,7	120,5	115,7
Татарбунарський	1641	2,2	15,3	17,8	451	373,9
Фрунзовський	631	9,2	56,5	76,8	53,5	165,4
Ширяєвський	497	7,6	40	67,4	75,6	76,8

Характеристика мікроелементного складу питних вод Одеської області (мг/дм<sup>3</sup>) (за Денга О.В., 2015 р)

Райони	мідь, мг/дм <sup>3</sup>	цинк, мг/дм <sup>3</sup>	марганець, мг/дм <sup>3</sup>	фтор, мг/дм <sup>3</sup>	кобальт, мг/дм <sup>3</sup>	нікель, мг/дм <sup>3</sup>	хром, мг/дм <sup>3</sup>	стронцій, мг/дм <sup>3</sup>	залізо, мг/дм <sup>3</sup>	йод, мг/дм <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ананьєвський	0,012	0,048	0,009	0,48	0,0007	0,0022	0,002	16	0,24	0,3
Арцизький	0,025	0,053	0,012	1,92	0,0007	0,0019	0,003	2,2	0,19	0,5
Балтський	0,02	0,028	0,015	0,45	0,0008	0,0035	0,0031	0,5	0,15	5,4
Біляєвський	0,024	0,083	0,003	0,21	0,0005	0,0009	0,0031	0,5	0,18	13,4
Березовський	0,034	0,078	0,018	0,44	0,0006	0,0028	0,0014	0,5	0,09	0,9
Болградський	0,014	0,059	0,015	0,51	0,001	0,0012	0,007	27,0	0,14	48,3
Білгород- Дністровський	0,019	0,059	0,015	0,73	0,0006	0,0016	0,0034	3,0	0,10	7,1
Велико- Михайлівський	0,02	0,05	0,002	0,42	0,001	0,001	0,002	0,3	0,13	90,6
Іванівський	0,041	0,027	0,02	0,65	0,0006	0,0065	0,0012	0,5	0,21	0,1
Ізмаїльський	0,015	0,017	0,487	0,3	0,0007	0,0019	0,0015	0,2	0,17	17,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Кілійський	0,013	0,015	0,015	0,28	0,0005	0,0017	0,0025	0,1	0,11	10,9
Кодимський	0,016	0,048	0,003	0,47	0,0006	0,0014	0,0023	0,2	0,09	16,4
Коминтерновський	0,034	0,046	0,042	0,73	0,0014	0,0022	0,0019	0,9	0,20	0,4
Котовський	0,027	0,067	0,008	0,58	0,0007	0,0015	0,002	1,0	0,12	23,1
Красно- Окнянський	0,016	0,031	0,003	0,65	0,005	0,001	0,001	1,2	0,14	24,6
Любашівський	0,017	0,081	0,019	0,6	0,0008	0,001	0,0028	0,6	0,07	0,2
Миколаївський	0,04	0,006	0,019	0,6	0,0005	0,0016	0,0015	0,2	0,16	50,7
Овідіопольський	0,022	0,32	0,021	0,64	0,0008	0,0018	0,0033	0,8	0,20	0,9
Раздельнянський	0,001	0,022	0,002	0,2	0,001	0,002	0,0015	0,2	0,13	3,4
Ренійський	0,013	0,045	0,039	0,32	0,0009	0,0023	0,0024	0,1	0,17	4,7
Савранський	0,026	0,02	0,037	0,23	0,0009	0,0021	0,0026	0,4	0,05	0,1
Саратський	0,054	0,057	0,005	1,15	0,001	0,0021	0,0015	0,6	0,21	9,7
Тарутинський	0,033	0,039	0,007	1,84	0,0006	0,0044	0,007	0,007	0,18	3,4
Татарбунарський	0,032	0,046	0,004	1,48	0,0005	0,0015	0,003	0,7	0,14	0,1
Фрунзовський	0,02	0,104	0,028	0,53	0,0005	0,001	0,001	1,7	0,15	0,1

Ширяєвський	0,028	0,021	0,003	0,53	0,0005	0,0006	0,001	1,4	0,06	0,1
-------------	-------	-------	-------	------	--------	--------	-------	-----	------	-----