

Міністерство освіти та науки України
Рівненський державний гуманітарний університет
Психолого-природничий факультет
Кафедра екології, географії та туризму

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ Лико Д.В.
(підпис) (ініціали, прізвище)
“ _____ ” _____ 2020 р.

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи магістра

зі спеціальності 014 «Середня освіта (Географія)»
(код і назва)

на тему: **Географія геохімічних провінцій в Україні**

Виконав (-ла): студент (-ка) II курсу, групи МГ-61
(шифр групи)

Бабенко Владислав Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник: професор кафедри екології, географії та туризму, доктор біологічних наук, професор Лисиця А.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент: кандидат ветеринарних наук, старший науковий співробітник

Дослідної станції епізоотології ІВМ НААН Кривошия П.Ю.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Студент _____
(підпис)

Оцінка за результатами захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів: _____

Оцінка: ЄКТС _____

Рівне – 2020 р.

ЗМІСТ

	Сторінка
ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. Геохімічні і біогеохімічні провінції	6
1.1. Геохімічні провінції	6
1.2. Біогеохімічні провінції та їх типи	8
1.3. Організми це концентрати хімічних елементів	12
РОЗДІЛ 2. Загальні відомості про біогенні елементи	19
2.1. Якісний та кількісний вміст біогенних елементів в організмі людини. макроелементи, мікроелементи та домішкові елементи	19
2.2. Учення В.І. Вернадського про біосферу та роль живих організмів. зв'язок між вмістом біогенних елементів в організмі людини та їх вмістом у довкіллі	21
2.3. Характеристика та біологічне значення мінеральних речовин. Мікро- і мікроелементи	24
2.4. Аліментарні гіпо- та гіпермікроелементози	33
2.5. Хімія біогенних елементів	45
РОЗДІЛ 3. Особливості геологічного середовища та поширення ендемічних хвороб в Україні і світі	53
3.1. Геохімічна екологічна функція геологічного середовища	56
3.2. Природні геохімічні поля й аномалії	64
3.3. Техногенні геохімічні поля та аномалії	68
3.4. Геохімічні провінції та поширеність геохімічних ендемічних захворювань в світі	73
3.5. Геохімічні провінції та поширеність геохімічних ендемічних захворювань в Україні	85
РОЗДІЛ 4. Охорона праці	100
Висновки	104
Список використаних джерел	105

ВСТУП

В процесі еволюції всі організми адаптувались до певного хімічного складу середовища. Це пояснює з одного боку, різноманітність хімічного складу флори та фауни, а з іншої зумовлює підвищену чутливість організмів до зміни концентрації в середовищі тих чи інших елементів, особливо мікро- і ультрамікроелементів.

Існують різні регіони з підвищеним або пониженим вмістом хімічних елементів. Ці території відрізняються від сусідніх областей по вмісту хімічних сполук і тому викликають різні біологічні реакції з боку місцевих рослин та тварин. Вони називаються « біогеохімічними провінціями».

Біогеохімічні провінції — області на поверхні Землі, що розрізняються за вмістом (в їх ґрунтах, водах тощо) елементів (або сполук), з якими пов'язані певні біологічні реакції з боку місцевої флори і фауни.

Склад ґрунтів впливає на підбір, розподіл рослин і на їх мінливість під впливом тих чи інших сполук чи елементів, що знаходяться в ґрунтах. Межі поширення певної флори чи фауни у межах однієї ґрунтової зони нерідко збігаються з областю розвитку певних гірських порід або геологічних формацій. Добре відома специфічна рослинність, поширена на серпентинітах, вапняках, в безстічних засоленних областях, на пісках тощо.

Різка недостатність або надмірність вмісту якого-небудь елемента в середовищі викликає в межах даної біогеохімічної провінції біогеохімічні ендемії — захворювання рослин, тварин і людини. Наприклад, при недостатності йоду в їжі — простий зоб у тварин і людей, при надмірності в ґрунтах — поява отруйної флори і багато інших ендемій.

Крім біохімічних провінцій і регіонів, виділяються також субрегіони. Окрему групу становлять біогеохімічні провінції, які характеризуються по якомусь одному елементу (наприклад, нестача або надлишок заліза).

Організм людини, як і будь який живий організм володіє певним запасом міцності, що дозволяє йому витримувати зміни навколишнього середовища. Але, якщо фактори середовища виходять за межі адаптаційних можливостей організму, то ефективність окремих адаптивних систем знижується, або

приспосувальна здатність взагалі втрачається. В організмі починаються патологічні процеси, що призводять до захворювань. Патологічний стан під впливом несприятливих факторів середовища проявляється найчастіше в отруєннях, алергічних реакціях, злоякісних пухлинах, спадкових хворобах, уроджених аномаліях.

Нестача або надлишок у довкіллі тих чи інших хімічних елементів і речовин великою мірою визначає здоров'я конкретних популяцій. Захворювання, пов'язані з регіональними едафічними (грунтовими), гідрологічними чи епідеміологічними особливостями, дістали назву ендемічних захворювань.

Актуальність роботи полягає в тому, що на сьогодні питання геохімічних провінцій та їх вплив на здоров'я людини і тварин залишається недостатньо вивченим. Нестача або надмірний вміст якого-небудь хімічного елемента в середовищі викликає в межах даної біогеохімічної провінції біогеохімічні ендемії — захворювання рослин, тварин і людини. Біохіміки і токсикологи України продовжують працювати над проблемою порівняльного вивчення елементарного складу живої речовини на основі геохімічних процесів. Наразі відомо понад 20 ендемічних захворювань, пов'язаних із певними районами, де спостерігається надлишок або нестача мікроелементів (літій, берилій, бор, фтор, натрій, магній, алюміній, кремній, фосфор, сірка, хлор, кальцій, марганець, залізо, кобальт, мідь, цинк, селен, молібден, йод тощо).

Об'єктом дослідження є геохімічні провінції в Україні та світі.

Предмет дослідження: географічне розташування геохімічних провінцій, їх особливості, зв'язок з поширенням ендемічних хвороб.

Мета магістерської роботи: дослідити зв'язок між хімічними особливостями геохімічних провінцій в Україні та розвитком ендемічних захворювань.

Завдання дослідження:

1. Охарактеризувати геохімічні провінції в Україні та світі, визначити їх географічні межі;

2. Описати вплив нестачі або надлишку тих або інших хімічних елементів в екосистемах (грунті, воді) на флору і фауну;
3. З'ясувати особливості розвитку і поширення ендемічних хвороб;
4. Запропонувати шляхи мінімізації впливу дисбалансу хімічних елементів в зовнішньому середовищі на здоров'я людини і тварин;
5. Визначити можливість і доцільність вивчення впливу особливостей геохімічних провінцій на живі організми при вивченні географії.

Методи дослідження. Для досягнення мети дослідження та реалізації поставлених завдань, було використано загальнонаукові та спеціальні методи дослідження, зокрема: логічного узагальнення, методи синтезу, аналізу, індукції та дедукції, структурно-функціональний, факторний і метод порівнянь – для виокремлення регіональних особливостей і класифікації факторів впливу та особливостей розвитку; економіко-статистичні, аналітичні, графічні, графоаналітичні.

Структура дослідження. Магістерська робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків та списку літератури. Загальний об'єм роботи - 106 сторінок.

РОЗДІЛ 1. ГЕОХІМІЧНІ І БІОГЕОХІМІЧНІ ПРОВІНЦІЇ

1.1. Геохімічні провінції

Геохімічні провінції - окремі області та райони, які характеризуються специфічним переважанням одних хімічних елементів (в вивержених гірських породах називається «спеціалізацією» з того чи іншого хімічного елементу) і недоліком інших. Виявляється у відхиленні від співвідношень середніх змістів хімічних елементів в земній корі: чим більше відхилення, тим контрастніше виражена дана Г. п. І тим сильніше це позначається на локалізації в даній області родовищ певних типів корисних копалин, на особливостях характерних ґрунтів, мінералізації підземних і поверхневих вод, рослинності і тваринного світу, викликаючи іноді специфічні захворювання рослин, тварин і людей.

Біогеохімічна провінція - це ареал (область), де у відповідь на геохімічні чинники (їх надлишок або нестача) в живих організмах виникають певні біологічні реакції. Або, інакше, це області на поверхні Землі, що розрізняються за змістом (в їх ґрунтах, водах і т.п.) хімічних елементів (або з'єднань), з якими пов'язані певні біологічні реакції з боку місцевої флори і фауни.

Розрізняють 2 типу Б. п. .:

1) Б. п., Приурочені до певних ґрунтовим зонам у вигляді окремих плям або областей і визначаються недостатністю того чи іншого хімічного елемента в середовищі. Наприклад, в зонах підзолистих ґрунтів Північної півкулі, що тягнуться майже через всю Євразію, характерні Б. п. з недостатністю йоду, кальцію, кобальту, міді та ін. Виявляються ендемії (зоб, акобальтоз, ламкість кісток у тварин і т.п.) і не зустрічаються в сусідній зоні чорноземів. Причина лежить у великій рухливості іонів I, Ca, Co, Cu і ін., легко вимиваються з підзолистих ґрунтів. Цей тип Б. п. Носить негативний характер, тому що виникає в результаті недостатності того чи іншого хімічного елемента в середовищі.

2) Другий тип провінцій і ендемій має переважно позитивний характер, оскільки пов'язаний з надмірним вмістом хімічних елементів у середовищі. Може зустрічатися в будь-якій зоні і виникають в місцях розсіювання рудного речовини родовищ, солоних відкладень, вулканогенних еманаций і т.п. Наприклад, борні Б. п. і ендемії (серед флори і фауни)

виявлені в безстічних областях; флюороз людини і тварин – в області недавно діючих вулканів, родовищ флюориту і фторапатита; молібденозис тварин - в межах родовищ молібдену і т.п.

Інше визначення: **Геохімічні провінції** (рос. *геохимические провинции*, англ. *geochemical provinces*, нім. *geochemische Provinzen*) - великі геохімічно однорідні області з певною асоціацією елементів, близькі за розмірами до металогенічних, петрографічних, гідрогеологічних та інш. провінцій. Межі геохімічних провінцій нерідко встановлюються на основі тектонічних, петрографічних, металогенічних і інш. ознак. Рідше геохімічні провінції виділяють тільки за даними геохім. досліджень. Характерна особливість ряду геохімічних провінцій - підвищена концентрація в них певних «типоморфних» хім. елементів. Так, для Кавказу типоморфні мідь, молібден і частково поліметали. Своєрідність окр. Г.п. визначається їх геол. історією, кліматом. Біогеохім. провінції характеризуються надлишком або дефіцитом певних елементів, з чим пов'язані деякі захворювання людей, домашніх тварин і культурних рослин. Так, місцями спостерігається надлишок у ґрунтах, водах, рослинності флуору (розвивається важка хвороба - флюороз), молібдену (подагра), бору (шлунково-кишкові хвороби), нікелю (сліпота овець), міді (недокрів'я домашніх тварин) і т.і. Дефіцит елементів особливо характерний для біогеохім. провінцій вологого клімату. Вивчення Г.п. важливе для прогнозування родовищ корисних копалин, охорони довкілля, боротьби з ендемічними захворюваннями.

1.2. Біогеохімічні провінції та їх типи

Біологічні реакції організмів на особливі геохімічні фактори можуть проявлятися у таких формах:

- а) толерантності (приспосованості);
- б) утворенні нових рас, видів, підвидів;
- в) ендемічних захворювань;
- г) вроджених вад та загибелі організмів.

Останні форми проявляються у випадках значної нестачі або надлишку будь-якого елемента у середовищі, оскільки порушення їх балансу в умовах біогеохімічних провінцій призводить до патологічних змін в організмах тварин та людини.

Мінеральні елементи, що присутні в організмах поділяють на три групи: життєво необхідні; ймовірно(умовно) необхідні; малодосліджені або елементи з невідомою функцією.

Таблиця 1 - Класифікація мінеральних елементів за їх біологічним призначенням

Життєво необхідні елементи		Умовно необхідні елементи	Елементи з малодослідженим значенням	
Кальцій	Сірка	Фтор	Бор	Скандій
Фосфор	Магній	Кремній	Алюміній	Галій
Калій	Залізо	Титан	Германій	Рубідій
Хлор	Мідь	Ванадій	Цирконій	Срібло
Натрій	Кобальт	Хром	Олово	Сурьма
Цинк		Никель	Цезій	Барій
Марганець		Миш'як	Ртуть	Свинець
Молібден		Бром	Вісмут	Радій
Іод		Стронцій	Торій	Уран
Селен		Кадмій	Літій	Берилій

Для більшості тварин та людини життєво необхідними елементи є за таких умов:

1. вони постійно присутні в організмі у кількостях, подібних у різних особин виду;

2. тканини, що містять певний елемент завжди розміщуються у певному порядку;

3. штучний раціон, що не містить цього елемента, зумовлює появу у тварин типових ознак нестачі та біохімічні зміни на тканинному рівні;

4. ці зміни можуть бути попереджені шляхом добавок цього елемента в їжу.

Вміст таких елементів, як ванадій, хром, марганець, кобальт, нікель, мідь, селен, молібден, олово, йод знаходиться в межах від 3 до 100 мг на 70 кг ваги. На метаболізм мінеральних елементів впливає хімічний склад їжі, ліків, стимуляторів. Наприклад, вітамін D впливає на швидкість всмоктування клітинами кальцію, фосфору, магнію, цинку та інших елементів. Жир впливає на абсорбцію магнію і кальцію.

По генезису виділяються 2 типи біогеохімічні провінції:

1. біогеохімічні провінції, приурочені до певних ґрунтових зон у вигляді окремих плям або областей і визначаються недостатністю того чи іншого елемента в середовищі. Наприклад, для зон підзолистих і дерново-підзолистих ґрунтів Північної півкулі, що тягнуться майже через всю Євразію, характерні біогеохімічні провінції, пов'язані з недостатністю йоду, міді та ін. Подібні біогеохімічні провінції з характерними для них ендеміями (зоб, акобальтоз, ламкість кісток у тварин тощо) не зустрічаються в сусідній зоні чорноземів. Причина лежить у великій рухливості іонів Со ґрунтах Південної півкулі. Цей тип біогеохімічних провінцій носить негативний характер, тому що виникає в результаті недостатності того або іншого елемента в середовищі.

2. біогеохімічні провінції і ендемії, що зустрічаються в будь-якій зоні. У цьому сенсі вони мають інтразональний характер і виникають на тлі первинних або вторинних ореолів розсіяння рудної речовини родовищ, солоних відкладень, вулканогенних еманцій тощо. Наприклад, борні біогеохімічні провінції і ендемії (серед флори і фауни) виявлені в безстічних областях; флюороз людини і тварин — в області нещодавно діючих вулканів, родовищ флюориту і тварин — в межах родовищ тощо. Цей тип провінцій і ендемії має

переважно позитивний характер, оскільки пов'язаний з надмірним вмістом елементів у середовищі.

Елементи, що утворюють добре розчинні сполуки в ґрунтових умовах, викликають найбільш сильну біологічну реакцію у місцевої флори. Має значення і форма знаходження елементів в середовищі. Наприклад, викликає у тварин захворювання тільки в районах з лужними ґрунтами (кислота дає розчинні сполуки з лугами); в районах кислих ґрунтів надлишок не викликає захворювань.

В межах біогеохімічні провінції розрізняють 2 види концентрації організмами елементів: груповий, коли всі види рослин в даній провінції в тій чи іншій мірі накопичують певний елемент, і селективний, коли є певні організми-концентратори того або іншого елемента незалежно від рівня вмісту цього елемента в середовищі.

Відомі різні види рослин, які в біогеохімічні провінції концентрують певні елементи і піддаються при цьому мінливості. До них відносяться специфічна галмейна флора (концентруюча), вапняна, галофітна, серпентинітова флора і багато інших.

Відомо більше 30 елементів, з якими пов'язано утворення біогеохімічні провінції ендемій і поява організмів-концентраторів .

На основі вивчення екології біогеохімічні провінції в практику боротьби з відповідною ендемією в біогеохімічні провінції широко увійшло використання елементів (В, Сu, Со та ін.) як добрив або при підгодівлі тварин. На основі вивчення вмісту елементів в ґрунтах і рослинах був створений біогеохімічний метод пошуків корисних копалин. В геологічному минулому біогеохімічні провінції також відігравали значну роль у відборі і зміні флори і фауни. Реконструкція палеобіогеохімічних провінцій може багато чого пояснити в еволюції органічного світу.

Крім біохімічних провінцій і регіонів, виділяються також субрегіони. Окрему групу становлять біогеохімічні провінції, які характеризуються по якомусь одному елементу (наприклад, нестача або надлишок заліза).

Організм людини, як і будь який живий організм володіє певним запасом міцності, що дозволяє йому витримувати зміни навколишнього середовища. Але, якщо фактори середовища виходять за межі адаптаційних можливостей організму, то ефективність окремих адаптивних систем знижується, або пристосувальна здатність взагалі втрачається. В організмі починаються патологічні процеси, що призводять до захворювань. Патологічний стан під впливом несприятливих факторів середовища проявляється найчастіше в отруєннях, алергічних реакціях, злоякісних пухлинах, спадкових хворобах, уроджених аномаліях.

Нестача або надлишок у довкіллі тих чи інших хімічних елементів і речовин великою мірою визначає здоров'я конкретних популяцій. Захворювання, пов'язані з регіональними едафічними (грунтовими), гідрологічними чи епідеміологічними особливостями, дістали назву ендемічних захворювань. Сьогодні, коли природні та техногенні потоки речовин утворюють єдиний техно-біогеохімічний потік, багато вчених об'єднують біогеохімічні, техногенні та геохімічні аномалії в техно-біогеохімічні провінції. Всі патологічні процеси, що викликані дефіцитом, надлишком або дисбалансом макро-та мікроелементів називають мікроелементозами.

Антропогенне забруднення довкілля може спровокувати техногенні мікроелементози. Відомо, що поблизу промислових підприємств утворюються зони з підвищеним вмістом свинцю, миш'яку, ртуті, кадмію, нікелю та інших токсичних елементів Вони є загрозою для життя та здоров'я людини. Мікроелементози досить широко поширені у всьому Світі. Найбільш типовими та поширеними гіпомікроелементозами є нестача цинку, міді, залізодефіцитні стани. Найбільш типовими гіперелементозами штучного походження є свинець, ртуть, миш'як, марганець, кадмій. Таким чином, мікроелементози являють в сучасному Світі важливу проблему, хоча в більшій мірі серед населення поширені дефіцити макро- и мікроелементів.

1.3. Організми це концентрати хімічних елементів (В. Вернадський)

У Івана Єфремова є оповідання «Озеро гірських духів». У ньому письменник образно передав відчуття людини, яка вперше потрапила до місцевості, де природні аномалії зумовили виділення в повітря підступної ртутної пари. Можливо, читач, знайомий із цим оповіданням, згадає, наскільки вигадливо в описаному автором прозорому ртутному тумані змінюється реальність та сприйняття людей, на яких вплинув меркурій (традиційна назва цього металу). Нагадаю ще один відомий твір іншого автора — Льюїса Керролла — знайому всім нам із дитинства казку «Аліса в Країні чудес». У розділі «Божевільне чаювання» автор зауважує, що в поведінці Болванщика (капелюшного майстра) і в його словах «...немов не було смислу, хоч кожне слово окремо й було зрозуміле». У коментарях до згаданої книжки М. Гарднер, посилаючись на широковідому англійську приказку «божевільний, як капелюшник», пояснює її походження: в минулому виготовлювачі капелюхів, котрі застосовували для обробки фетру ртуть, справді божеволіли. А уявіть собі, якщо під впливом токсичного металу в ареалі, який природа нагородила надлишком його вмісту, перебуває безліч жителів — дорослих і дітей...

Біогеохімічні аномалії та ендемічні захворювання

Нині дедалі більше накопичується даних про роль окремих мікроелементів у живих організмах. Біохіміки і токсикологи України продовжують сьогодні працювати над проблемою порівняльного вивчення елементарного складу живої речовини на основі геохімічних процесів. Доведено: мінеральні елементи, що входять до складу живих організмів, черпаються з ґрунту, кожний грам якого містить усі елементи періодичної системи Менделєєва. Зі 105 елементів цієї системи 82 входять до складу живих організмів. За кількісною ознакою хімічний елементарний склад живої матерії поділяється на три групи — макроелементи, мікроелементи та ультрамікроелементи. До макроелементів належить 11 елементів, до мікроелементів — 39, до ультрамікроелементів — 32. Концентрація перших в

організмі становить від десятих часток відсотка до десятків відсотків, мікроелементів — від тисячних до сотисячних часток відсотка та ультрамікроелементів — мільйонні частки і менше. Серед мікроелементів біологічно цінними є хром, марганець, залізо, кобальт, нікель, мідь, цинк, молібден, кадмій, а серед ультрамікроелементів — ртуть, талій, вісмут. Більшість із названих елементів є металами, до того ж важкими, що мають високу біологічну активність. Поділ металів на важкі та легкі базується на показниках їхньої густини, що виражається в г/см^3 : густини легких металів до 5 г/см^3 , важких — понад 5 г/см^3 .

В.Вернадським уперше був установлений безпосередній зв'язок між складом земної кори, вмістом елементів у живих організмах та їхнім впливом на зростання, розвиток і фізіологічний стан останніх.

Сьогодні така залежність установлена для таких металів, як залізо, мідь, цинк, хром, марганець, кобальт, молібден, нікель, ванадій, селен, що дістали назву біометалів. Поруч із цими життєво важливими елементами в органах, тканинах і рідинах організму виявляються й інші метали, які, потрапляючи з їжею, повітрям і водою, затримуються в організмі.

Отже, правомірно посилатися на дані про розвиток ендемічних захворювань у так званих біогеохімічних провінціях, багатих чи бідних на ті або інші метали в навколишньому середовищі. При цьому слід зауважити, що проблемою цих захворювань медици нині займаються недостатньо. Тим часом уже відомо понад 20 ендемічних захворювань, пов'язаних із певними районами, де спостерігається надлишок або нестача мікроелементів (літій, берилій, бор, фтор, натрій, магній, алюміній, кремній, фосфор, сірка, хлор, кальцій, марганець, залізо, кобальт, мідь, цинк, селен, молібден, йод тощо). Звичайно, населення таких місцевостей разом із їжею, водою і повітрям (пил, газоподібні речовини) вживає надміру (або недостатньо) мікроелементів, що позначається на їхньому вмісті в організмі з відхиленням у той чи інший бік від звичайного середнього рівня, тобто від норми. Це, природно, може відбитися на стані здоров'я людей. Такі біогеохімічні аномалії іноді займають величезні території, і великий контингент жителів цих регіонів нерідко потерпає від так званих

мікроелементів. Встановлено, що тайгово-лісові зони зазвичай бідні на мідь та кобальт, у ґрунтах лісостепів, степів і напівпустелі бракує міді, у дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах — молібдену. Це «негативні аномалії». Проте в природі зустрічаються і «позитивні аномалії», коли у верхніх шарах земної поверхні виявляється значна кількість деяких металів. Так, великий вміст ртуті знайшли у вулканічних породах і особливо в місцях залягання ртутних порід. В окремих регіонах відкриті аномалії з високим вмістом марганцю, сурми, арсену та інших металів. Гігієністами й токсикологами Інституту медицини праці АМН України спільно з фахівцями ДГП «Західукргеологія», лікарями Львівської обласної санітарно-епідеміологічної станції та Львівської ветеринарної академії досліджувався вплив підвищеного вмісту хімічних речовин у зовнішньому середовищі на стан здоров'я дітей одного з геохімічних районів Західної України. Вивчався розподіл цих речовин, зокрема металів, у ґрунтах населених пунктів Львівської області, де була виявлена підвищена захворюваність дітей на гіпоплазію, аналізувався характер накопичення цих елементів у продуктах харчування і біологічних середовищах (волосі, зубах, крові, м'язах, кістках). Встановлено, що гірничодобувне виробництво сприяло утворенню на території Львівського вугільного басейну складної геохімічної системи, у межах якої водночас існують два різноспрямовані процеси: накопичення металів у ґрунтах та їхній винос. Зокрема такі елементи, як свинець, мідь, молібден, цинк, берилій, барій, ванадій утворюють у ґрунті чітко локалізовану комплексну аномалію, у межах якої розташована значна територія басейну. Набуті дані свідчать про високий ступінь забруднення токсичними металами геологічного середовища Червоноградської промислової зони, що не могло не позначитися на здоров'ї населення. Як видно з цих прикладів, на стику геохімії, географії та біології сьогодні формується новий науковий напрям — геохімічна екологія.

Техногенні метали — глобальні забруднювачі середовища

Багаторічні дослідження показують, що такі токсичні елементи, як свинець, ртуть, кадмій та інші важкі метали по ланцюгу «вода — рослина —

їжа» надходять в організм людини в збільшених кількостях. Це стосується й атмосферного повітря, і повітря робочої зони. Повсякденне використання автомашин, які забруднюють повітря свинцем, викиди підприємств з виробництва свинцевих і кадмійнікелевих акумуляторів, виробництв, пов'язаних з одержанням чистих металів із природних руд, зокрема ртуті, марганцю, міді, кадмію, викиди металургійних заводів і теплоелектростанцій — все це джерела шкідливих техногенних впливів на людину і середовище її проживання.

Про це йдеться і в засобах масової інформації, і у виступах учених, і в закликах широкої громадськості, і в численній науковій та науково-популярній літературі. Тут надзвичайно важливо виділити пріоритети.

Які ж хімічні сполуки найнебезпечніші сьогодні? Які хімічні забруднювачі виявляються і в яких кількостях найчастіше присутні в біосфері? Відомі дані Баттелєвського інституту про «внесок» окремих шкідливих речовин у забруднення навколишнього середовища. Як уже зазначалося, провідне місце серед них посідають важкі метали. Повний їхній список і дані про небезпеку, ступінь токсичності, а також заходи попередження інтоксикацій подані в нашій монографії «Тяжелые металлы как загрязнители внешней среды», до якої може звернутися зацікавлений читач. Тут же окремо зазначимо, що найпоширеніші в біосфері, а також найчастіше зустрічаються в промисловому виробництві в різних галузях такі метали, як свинець, ртуть, кадмій, марганець, хром, мідь, цинк, нікель, кобальт, сурма, олово, вісмут.

Примітно, що в деяких великих американських містах вміст свинцю в атмосфері сьогодні досяг або наближається до небезпечної концентрації. За даними американських дослідників, міське повітря містить у 20 разів більше свинцю, ніж повітря в сільській місцевості, і в 2000 разів більше, ніж над відкритим морем. Припущення про те, що підвищений вміст свинцю, виявлений після чорнобильської аварії в ґрунтах Полісся, пов'язаний з її наслідками, було аргументоване нами в одній з публікацій разом з академіком В.Шестопаловим та ін. Підставою для цього були дані про розподіл свинцевого забруднення ґрунтів по областях України. Під час картографування були

виділені території, більш забруднені порівняно з фоновими і доаварійними рівнями свинцю в ґрунті, а також порівняно з іншими регіонами України.

Вплив свинцю на населення і працівників підприємств України має істотну особливість — у регіонах, які постраждали від чорнобильської катастрофи, він може поєднуватися з підвищеним вмістом радіонуклідів. Звідси небезпека комбінованої дії свинцю, а також деяких інших важких металів і радіонуклідів. Ці дані були представлені нами на міжнародному конгресі з медицини навколишнього середовища в Дуйсбурзі (Німеччина).

Становлять інтерес результати наших спостережень щодо впливу свинцю на працівників. На прикладі одного з київських підприємств з виробництва керамічних фарб, які містять свинець, було показано, що комплекс несприятливих виробничих факторів, в якому головним є аерозоль свинцю в поєднанні з іншими металами — кадмієм, кобальтом, марганцем, — викликав у працівників функціональні порушення центральної нервової системи, гематологічні, а також біохімічні порушення. Виявлені також випадки вираженого сатурнізму (частота понад шість випадків на 100 працівників), виявлений зв'язок між вмістом свинцю в крові та волоссі, а також зв'язок між концентрацією металів у сечі та волоссі (коефіцієнт кореляції 0,65 і 0,37 відповідно). Що стосується дітей дошкільного віку, які проживають поблизу промислової зони, то в них на тлі накопичення свинцю в біосубстратах (не тільки у волоссі, а й у молочних зубах) були виявлені зміни порфіринового обміну, зниження психофізіологічних показників порівняно з дітьми контрольної групи, які проживають поза промисловим районом. На основі набутих даних з використанням кореляційно-регресійного аналізу було доведено, що накопичення свинцю в організмі дітей істотно впливає на функціональний стан центральної нервової системи і, відповідно, позначається на їхній розумовій діяльності, здатності до навчання. Ці дані узгоджуються з висновком американських дослідників і експертів ВООЗ про помітне зниження під впливом свинцю розумового розвитку дітей, на яких він впливав навіть у малих дозах.

У гігієнічних, експериментальних і клінічних дослідженнях з проблеми ртутної небезпеки, які проводяться в Інституті медицини праці АМНУ, особлива увага приділялася впливу малих концентрацій ртуті та її сполук на дітей. Ці дослідження засвідчили, що здоров'я дітей, котрі проживають у зоні з підвищеним вмістом ртуті поблизу підприємств, що викидають у повітря цей метал, характеризується проявами мікромеркуріалізму — ознак хронічного впливу на організм малих концентрацій ртуті. Виявлений відносно високий вміст її в атмосферному повітрі, ґрунті, а також у приміщеннях шкіл. Найвищі концентрації металу були виявлені у волоссі і сечі школярів молодшого віку. Примітно, що рівень захворюваності дітей, які проживали поблизу ртутного комбінату, був вищий, ніж у дітей у контрольній групі. На тлі характерних для дії малих концентрацій ртуті нейровегетативних зрушень у них переважали захворювання стравоходу і гепатобіліарної системи. Аналізуючи стан здоров'я обстежених від періоду їхнього народження, педіатри констатували, що в контрольній групі відсоток доношених дітей був вищим, ніж у тій, де були жителі забруднених ртуттю районів. Порівнюючи антропометричні показники фізичного розвитку в рамках різних вікових і статевих груп, удалося встановити також, що маса тіла дівчаток і зріст хлопчиків в обстеженій групі виявилися меншими, ніж у контрольній. Загальна захворюваність дітей, які проживають на території, забрудненій ртуттю, і показники так званої хворобливості були вищими, що може свідчити про порушення імунологічної реактивності.

Найнебезпечнішими є техногенні хімічні впливи на контингенти населення, які належать до так званих груп підвищеного ризику. Це насамперед діти, вагітні та жінки, які годують немовлят, люди похилого віку, а також ті, хто страждає на хронічні захворювання.

Подібно до того, як препарати, призначені для лікування людини, у разі їхнього неправильного застосування можуть стати отрутою, так і хімічні сполуки, застосування яких значною мірою визначає сучасний науково-технічний прогрес, можуть також виявитися отрутою внаслідок порушення вимог під час їхнього використання. Отже, немає отруйних речовин, а є отруйні

їхні кількості. Низька культура проведення робіт із застосуванням хімічних речовин, недотримання гранично допустимих їх концентрацій в об'єктах зовнішнього середовища, ігнорування встановлених норм і правил, неправильне зберігання і транспортування, дефіцит індивідуальних засобів захисту — все це на практиці може призвести до згубних наслідків. Зіштовхуючись із новими хімічними сполуками, які впроваджуються у виробництво, техніку, повсякденний побут, слід, як на аналітичних вагах, строго зважувати й зіставляти можливі користь і шкоду, звичайно, завжди віддаючи перевагу саме користі.

РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БІОГЕННІ ЕЛЕМЕНТИ

Біологічні властивості хімічних елементів тісно пов'язані з їх фізико-хімічними особливостями і будовою атома, тобто з положенням у періодичній системі.

На біологічну активність елементів впливає: величина заряду ядра атома; розміри радіусів атомів і йонів; енергія гідратації йонів; ступінь складності електронних конфігурацій; поширення хімічних елементів у природі. Легкі атоми з малими розмірами і невеликим зарядом ядра частіше всього включаються в життєво важливі системи. Ось чому основу живих систем складають тільки шість елементів – Карбон, Гідроген, Оксиген, Нітроген, Фосфор, Сульфур, загальна масова доля яких в організмі складає 97,4%, а для побудови живої матерії природа відібрала біля 20 хімічних елементів, які були названі біогенними.

Біогенними називають хімічні елементи, які постійно входять до складу живих організмів і виконують певні біологічні функції.

Основними *критеріями біогенності* елемента є постійний вміст його в організмі на певному рівні й фізіологічна активність тих кількостей елемента, в яких він знаходиться в природних умовах життєдіяльності організму; участь елемента в структурі та функціонуванні біологічно-активних речовин (ферментів, гормонів, вітамінів); встановлення значення дефіциту елемента для нормального функціонування організму.

2.1. Якісний та кількісний вміст біогенних елементів в організмі людини. макроелементи, мікроелементи та домішкові елементи

Біогенні елементи класифікують за кількістю і за роллю в організмах. За кількісним вмістом в організмі елементи ділять на макроелементи (10 % і більше), олігобіогенні (в межах 1-10%), мікроелементи (від 0,1 до 0,0001%), ультрамікроелементи (< 0,0001%).

Таблиця 2 - Вміст хімічних елементів в організмі людини

Вміст, г/кг	Елементи	Група
Більше 90 для кожного елемента	O, C, H	Макроелементи
10-90	Ca, N, P	
1-9	K, Na, S, Cl	Олігобіогенні
0,1-0,9	Mg, Si	
0,01-0,09	Fe, Zn, F, Sr, Mo, Cu	Мікроелементи
0,001-0,009	Br, Si, Cs, J, Mn, Al, Pb	
0,0001-0,0009	Cd, B, Rb	
0,00001-0,00009	Se, Co, V, Cr, As, Ni, Li, Ba, Ti, Ag, Sn, Be, Ga, Ge, Hg, Sc, Zr, Bi, Sb, Rh	Ультра-мікроелементи

За роллю, яку відіграють біоелементи в живих організмах (табл. 3), їх можна поділити на три групи: органогени, йоногени, мікроелементи.

Таблиця 3 - Значення біогенних елементів для організму людини

Група	Елементи	Вміст	Біологічна роль
Елементи - органогени	Переважають р-елементи: C, H, O, N, P, S та Ca	99,4% маси тіла людини	Виконують структурну, пластичну функції в організмі
Елементи - йоногени	Переважають s-елементи Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ та Cl ⁻	-	Забезпечують: а) умови для проходження процесів (рН, осмотичний тиск, водний режим); б) передачу нервових імпульсів; в) явища переносу
Мікроелементи	Переважають d-елементи Mo, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Cr, B, I, F,	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁷ %	Беруть участь у побудові й активації близько 2000 ферментативних систем (Zn активуються карбоангідраза, дегідропептидаза, Fe – пероксидаза, Cr - трипсин)

Мікроелементи розподіляються неоднорідно і нагромаджуються в окремих органах і тканинах. При цьому деякі елементи навіть не є біогенними, але концентруються окремими органами і тканинами. Наприклад, Аргентум концентрується в райдужній оболонці ока, Аурум - у головному мозку. Універсальними органами, які накопичують мікроелементи є печінка, скелет, і нирки (коли не встигають їх виводити).

2.2. Учення В.І. Вернадського про біосферу та роль живих організмів. зв'язок між вмістом біогенних елементів в організмі людини та їх вмістом у довкіллі

Біосфера - частина земної кори, заселена живими організмами. Вона охоплює літосферу, доступну безпосередньому дослідженню частину земної кори (до 10 км в глибину), гідросферу, водну оболонку Землі, атмосферу, газове середовище Землі (12-15 км).

Біогенна міграція атомів – це постійний колообіг активних елементів, які переходять від організму до організму, у неживу природу і знову до організму. Елементи, які вивільняються мікроорганізмами при гнитті, надходять у ґрунт й атмосферу, знову включаються в колообіг речовин біосфери, поглинаючись живими організмами. Для біогенної міграції характерним є накопичення хімічних елементів у живих організмах, а також їх вивільнення в результаті розкладу мертвих організмів. Біогенна міграція викликається трьома процесами: обміном речовин в організмах; ростом; розмноженням.

В.І. Вернадський, вивчаючи геохімічні перетворення в земній корі, встановив *закономірність розподілу хімічних елементів* у літосфері та біосфері, суть якої зводиться до наступних положень:

1. Хімічний склад живих організмів є виразом хімічного складу природного середовища.
2. Кількісний вміст хімічного елемента у живій речовині обернено пропорційний порядковому номеру цього елемента в періодичній системі елементів, або заряду його ядра.

Академік В.П. Виноградов підтвердив взаємозв'язок умісту елементів у живих організмах і в біосфері, розробив вчення про **біогеохімічні провінції** (території яких відзначаються певним складом і кількісним вмістом хімічних елементів в ґрунті, воді й, відповідно, в живих організмах), створив підґрунтя *геохімічної екології* (вчення про біохімічну і фізіологічну адаптацію організмів до хімічних елементів даного середовища). Підвищення або зниження тих чи

інших елементів у різних біохімічних провінціях може стати причиною ендемічних захворювань. Наприклад, понижений вміст Йоду в гірській місцевості є причиною захворювань щитоподібної залози, підвищений вміст Молібдену (Кавказ) ендемічної подагри, підвищення вмісту у воді й ґрунті Стронцію і Барію, порівняно з Кальцієм (Забайкалля і Далекий Схід в РФ) – причиною ураження суглобів, їх деформації, затримки росту.

Таблиця 4 - Біологічна роль s-та р-елементів

Назва елемента	Вміст в організмі людини (на 70 кг маси)	Органи локалізації	Біологічна роль
Li	10 ⁻⁴ %, (70 мг)	М'язи, мозок, печінка, нирки, селезінка, легені, кров і молоко	Активатор ферментативних систем; Впливає на транспорт Na ⁺ крізь оболонку нервових і м'язових клітин, діяльність головного мозку; Має антистресорну дію (препарати - антидепресанти: літій карбонат, літій гідроксибутират)
Na	0,08% (70 г) Добова потреба - 1-6 г	44% в позаклітинній рідині а 9% – у внутрішньоклітинній, решта - у кістковій тканині у депонованому вигляді	Основний позаклітинний йон, підтримує постійний осмотичний тиск біологічних рідин, Входить до складу буферних систем гідрокарбонатної, фосфатної, Бере участь у процесі передачі імпульсів нервових клітин, а також скороченні м'язів. Приймає участь в ядерному синтезі білка. NaCl є головним джерелом HCl шлункового соку.
K	0,23% (250 г) Добова потреба - 2-3 г	98% - у внутрішньоклітинній рідині. Печінка, нирки, серце, м'язи, мозок	Приймає участь у підтримці водного режиму в організмі, Сприяє проходженню фізіологічних процесів, Бере участь у синтезі білка, Входить до складу буферних систем організму
Mg	0,027% (близько 20 г) Добова потреба - 0,5-1 г	Емаль зубів, кісткова тканина, підшлункова залоза, скелетні м'язи, нирки, печінка і серце	Входить до складу ферментів, Активує процеси синтезу і гідролізу АТФ; Впливає на обмін K і Ca; вуглеводний та фосфорний обміни;

			Сприяє виділенню жовчі, стимулює перистальтику кишківника
Ca	1,4% Добова потреба - 0,7-1,3 г, (50% засвоєння)	У кожній клітині організму	Структурний компонент плазми крові, кісток зубів, скелету; Четвертий фактор зсідання крові; Гальмує збудження ЦНС
H	10%	В усіх системах організму	У складі води, біологічно-активних речовин, які підтримують кислотно-основну рівновагу організму.
B	-	Щитоподібна залоза, легені, печінка, нирки	Бере участь у вуглеводно-білковому обміні (підсилює дію інсуліну)
C	-	В усіх системах організму	Входить до складу біополімерів (білки, вуглеводи), біорегуляторів (ферменти, гормони, вітаміни)
Si	Добова потреба 0,4-0,5 мг	Покривні та сполучні тканини	Впливає на формування покривних і сполучних тканин, надаючи міцності й еластичності
N	3,1%	В усіх системах організму	Входить до складу білків, НК, вітамінів, гормонів
P	0,93% Добова потреба 1,0-1,5 мг/кг	Скелет, зуби, біологічні рідини	Важлива роль в обміні речовин. Входить до складу зубів та кісток; АТФ та ряду ферментів
O	62,4%	В усіх системах організму	Бере участь у всіх видах обміну, Необхідний для дихання тканин
S	0,16% Добова потреба - 1,5 мг/кг	Волосся, шерсть, кістки, нервова тканина	Входить до складу деяких амінокислот, гормонів, вітамінів (В1), ліпідів, біорегуляторів (інсулін)
Se	Добова потреба - 0,5 мг/кг	Нігті, волосся, сітківка ока	Впливає на функцію статевих залоз, Необхідний для нормального перебігу вагітності
F	Добова потреба – 0,5-1 мг/кг	Кістки, зуби, волосся, нігті	Бере участь в процесах утворення кісток, формування емалі зубів і дентину
Cl	8-10 ⁻² % Добова потреба - 4-6 г	Плазма крові, лімфа	Бере участь у регулюванні водно-сольового обміну; Сприяє відкладанню глікогену; Стимулює дію ферменту амілази, Входить до складу HCl

			шлункового соку (0,5-0,9%)
Br	10 ⁻⁴ % Добова потреба - 0,8 мг	Нирки, гіпофіз, щитоподібна залоза	Посилює процеси гальмування в нейронах кори головного мозку
I	10 ⁻⁴ % Добова потреба - 0,2 мг/кг	Щитоподібна залоза, м'язи, шкіра, кістки	Бере участь у синтезі гормонів щитоподібної залози; водно-електролітному обміні; підвищує активність статевих гормонів

2.3. Характеристика та біологічне значення мінеральних речовин. Мікро- і макроелементи

Добре відомо, що для забезпечення нормальної життєдіяльності організмів, окрім білків, жирів, вуглеводів та інших органічних компонентів, необхідні і речовини **неорганічного** (мінерального) походження.

Деякі мінеральні речовини широко розповсюджені у довкіллі. В одному кубічному кілометрі земної кори знаходиться в середньому близько 230 млн. т алюмінію, 130 млн. т заліза, 260 тис. т міді, 100 тис. т олова, 250 т срібла, 13 т золота тощо. Найбагатшою на мінеральні речовини є морська вода, у якій міститься понад 80 хімічних елементів. У процесі еволюції сформувався тісний зв'язок і взаємообмін мінеральних речовин між неорганічною природою та живими організмами. Універсальним депо мінеральних речовин в організмі є печінка. Значна кількість мінеральних речовин знаходиться у нирках, селезінці, залозах внутрішньої секреції та інших органах.

Біологічне значення багатьох мінеральних речовин обумовлюється в основному їх роллю при підтриманні нормального водного балансу і розподілі води в організмі (відомо, що загальний вміст води в організмі дорослої людини становить до 70 % від маси тіла), у забезпеченні кислотно-лужної рівноваги, кровотворенні, у значному впливі на функцію центральної нервової системи, серця, печінки, залоз внутрішньої секреції тощо. У великій кількості неорганічні речовини входять також до складу кісток і зубів.

Залежно від вмісту в організмі всі мінеральні речовини поділяють на макроелементи і мікроелементи.

Макроелементи перебувають у живому організмі у відносно великих кількостях, мікроелементи – у малих або незначних (слідових) кількостях. Якщо прийняти вміст усіх мінеральних елементів в організмі за 100 %, то з них на частку макроелементів припадає біля 99 % і тільки 1 % або й менше – на мікроелементи. Більшість мікроелементів – метали, частково – неметали. Поряд з іншими сполуками мікроелементи зараховують до групи фізіологічно активних речовин. Мікроелементи відіграють важливу роль як біохімічні каталізатори у процесах обміну в організмі, входячи до складу гормонів, вітамінів, ферментів або активізуючи їх. Так, залізо входить до складу гемоглобіну, кобальт – вітаміну B₁₂, йод – гормонів щитоподібної залози тощо.

Із 111 відомих на сьогодні хімічних елементів до 80 виявлено в організмі людини, близько 20 спостерігається в усіх видах живих організмів. Вірогідно, що практично усі хімічні елементи наявні в організмі людини і тварин, але їх виявлення і вивчення потребує нових методичних підходів і технічних рішень.

Школа В.І. Вернадського, засновника біогеохімії – науки про зв'язок хімічного складу живих організмів із земною корою, – зараховує до макроелементів хімічні елементи, які спостерігаються в організмі в кількостях від 10⁰ до 10⁻² %, мікроелементів – у межах від 10⁻³ до 10⁻⁵ % та ультрамікроелементів – у кількості менше 10⁻⁵ % (табл. 5).

Таблиця 5 – Мікро- і макроелементи

Мінеральні речовини	Розподіл основних хімічних елементів
Макроелементи	кисень – <i>O</i> , водень – <i>H</i> , вуглець – <i>C</i> , азот – <i>N</i> , кальцій – <i>Ca</i> , фосфор – <i>P</i> , магній – <i>Mg</i> , натрій – <i>Na</i> , калій – <i>K</i> , хлор – <i>Cl</i> , сірка – <i>S</i> , алюміній – <i>Al</i> , кремній – <i>Si</i>
Мікроелементи	залізо – <i>Fe</i> , кобальт – <i>Co</i> , мідь – <i>Cu</i> , цинк – <i>Zn</i> , марганець – <i>Mn</i> , селен – <i>Se</i> , йод – <i>I</i> , фтор – <i>F</i> , молібден – <i>Mo</i> , бром – <i>Br</i> , стронцій – <i>Sr</i> , хром – <i>Cr</i> , ванадій – <i>W</i> , бор – <i>B</i> тощо

Згідно з іншою класифікацією хімічні елементи за своїм біологічним значенням можна поділити на три групи:

- **життєво необхідні** (біогенні, біотичні, есенціальні): кисень, водень, азот, вуглець, кальцій, калій, фосфор, хлор, натрій, цинк, марганець, молібден, йод, селен, сірка, магній, залізо, мідь, кобальт;

- **ймовірно необхідні** (умовно необхідні): фтор, кремній, титан, ванадій, хром, нікель, миш'як, бром, стронцій, кадмій;
- **елементи з маловивченим значенням**: літій, берилій, бор, скандій, алюміній, галій, германій, рубідій, цирконій, срібло, олово, сурма, цезій, барій, ртуть, свинець, вісмут, радій, торій, уран.

Біологічне значення частини мікроелементів відоме вже досить давно, відомості про функції інших постійно корегуються і доповнюються. Так, зокрема:

Йод входить до складу гормонів щитоподібної залози, які беруть участь у процесах обміну речовин (окислення-відновлення), сприяють підвищенню жирності молока, прискорюють синтез вітаміну А з каротину, підсилюють захисні властивості організму. При нестачі йоду в організмі молодих тварин затримується їх ріст і розвиток, у дорослих - порушується обмін речовин, функції серцево-судинної, кровотворної та статеві систем.

Мідь бере участь у синтезі гемоглобіну, засвоєнні заліза, обміні вітамінів А і С, утворенні і нормальному функціонуванні ряду ферментних систем, підвищує засвоєння солей кальцію і фосфору, стимулює імунобіологічні властивості організму, плодючість і молочну продуктивність тварин. При її нестачі в організмі відбувається порушення системи кровотворення та майже всіх видів обміну речовин. Антагоністи міді – молібден, цинк, марганець, сульфати.

Кобальт входить до складу вітаміну В₁₂ і є найважливішим фактором кровотворення. Він сприяє утворенню еритроцитів та синтезу гемоглобіну, регулює білковий, жировий, вуглеводний та мінеральний обміни. Нестача кобальту в організмі тварин призводить до анемії, порушень обміну речовин, спотворення апетиту, виснаження. Антагоністи кобальту – марганець, стронцій.

Цинк активує статеві гормони, гормони передньої частки гіпофізу і підшлункової залози, регулює відтворювальну функцію, обмін вуглеводів, жирів і білків, систему кровотворення, ріст і розвиток організму тварин. Антагоніст цього елемента – кальцій.

Марганець зв'язаний з ферментами, гормонами і вітамінами, бере участь у регуляції білкового, жирового, вуглеводного, вітамінного і особливо мінерального обміну. Позитивно впливає на ріст і розвиток організму, кровотворну та відтворювальну функції. Антагоністи – молібден, йод.

Залізо входить до складу гемоглобіну, ряду ферментних систем і тканин, бере участь в окислювально-відновлювальних процесах, імунобіологічних реакціях, регулюванні кровотворення, обміні речовин, впливає на ріст та розвиток. Нестача заліза викликає у тварин анемію (в поєднанні з дефіцитом міді і кобальту – зляксіну), затримує ріст і розвиток молодняка, порушується обмін речовин.

Фтор необхідний для розвитку зубів і кісткоутворення, бере участь в обміні фосфору і стимулює ряд фізіологічних процесів, сприяє кращому зростанню кісток при переломах, перешкоджає розвитку остеомієліту.

Олово є незамінним фактором для процесів кальцифікації, без нього неможливий правильний розвиток скелета.

Хром необхідний для нормального функціонування ферментних систем, що відповідають за утилізацію глюкози, яка міститься у крові.

Селен – кофактор глутатіонпероксидази та інших ферментів, цей елемент обов'язково повинен входити до раціону гризунів та курчат.

Ванадій – кофактор ферменту нітратредуктази.

Нікель – кофактор ферменту уреазы.

З наведеного вище видно, що в організмі мікроелементи виконують різноманітні функції. Будь-який фізіологічний процес, будь-яка функція живого організму забезпечуються перш за все дією відповідних ферментних систем – специфічних білків, спроможних у багато разів прискорювати хімічні реакції. Для каталізу ферментативних систем, крім субстрату і ферменту, необхідні кофактори – речовини небілкової природи. Роль кофакторів у більшості випадків якраз і виконують іони металів–мікроелементів. Взаємодія останніх із ферментними системами коливається в широкому діапазоні від слабого іонного ефекту до утворення комплексів. Іони одних металів зв'язують субстрати з ферментами, інших – активують ферменти або є постійним

компонентом активного центру ферменту, служать містком між ферментом і субстратом.

Очевидно, що будь-який біохімічний і фізіологічний процес в організмі відбувається за участю тих чи інших мінеральних речовин. Як при нестачі, так і за надлишку певних хімічних елементів порушується нормальний перебіг обмінних процесів в організмі, що веде до затримки його росту і розвитку, зниження природної резистентності та підвищення сприйнятливості до захворювань різної етіології.

Багато дослідників дійшли висновку, що в здоровому організмі усі макро- і мікроелементи перебувають у чітко визначеній пропорції. Більше того, не тільки в нормі, але і при певній патології в організмі встановлюється специфічне, характерне для даного стану співвідношення різних хімічних елементів (стан динамічної рівноваги). Практична медицина не завжди звертає на це увагу, існує певний консерватизм, хоча у багатьох випадках таке діагностування гальмується технічним рівнем оснащення лабораторій. Варто зауважити, що зміна концентрації одного із мікроелементів обов'язково викликає зміну вмісту інших елементів, тобто будь-який хімічний елемент діє на організм не ізольовано, а у взаємодії з іншими макро- і мікроелементами, відбуваються їх різноманітні як синергічні, так і антагоністичні впливи.

Важливі речовини неорганічного походження і для забезпечення нормальної життєдіяльності та збереження здоров'я людини. Мінеральні речовини становлять у середньому 4% маси її тіла. Щодня з організму видалається 15–25 г неорганічних речовин. У цілому мінеральний склад тканин здорового організму відносно постійний і є однією з основних умов його гомеостазу. Неорганічні речовини надходять в організм з повітрям, водою і продуктами харчування.

Особливо важливі мінеральні речовини для дитячого організму, оскільки ріст пов'язаний із збільшенням маси тіла (кількості клітин), а утворення нових клітин неможливе без макро- і мікроелементів. У дорослому організмі оптимальний баланс мінеральних речовин забезпечує нормальне протікання

комплексу біохімічних і фізіологічних процесів для підтримання здоров'я на належному рівні.

Кількість мікроелемента в організмі дорослої людини, за даними А.П. Авцина і співавторів (1991 р.), становить: заліза – 4,5 г; цинку – 1-2г; міді – 80-120 мг; йоду –10-20 мг; марганцю – 12-20 мг; селену – 14 мг; молібдену – 10 мг; хрому – 6 мг; кобальту – 1,5 мг.

Мікроелементози людини можуть бути різного походження (табл. 6). Якщо ж звернутися до питань тваринництва, то зрозуміло, що склад і поживність рослинних кормів, які згодують сільськогосподарським тваринам, особливо за вмістом мінеральних речовин – макро- і мікроелементів, значною мірою залежить від природних – геохімічних та екологічних умов. Низький вміст біогенних мікроелементів у рослинних кормах є одним із стабільних стрес-чинників в умовах Західного регіону України та вимагає посиленої уваги фахівців практичної ветеринарної медицини.

Таблиця 6 - Мікроелементози людини (А.П.Авцин і співавтори, 1991)

Мікро-елементози	Основні форми захворювань	Коротка характеристика
Природні ендогенні	1. Вроджені	При вроджених мікроелементозах в основі захворювання може бути мікроелементоз матері
	2. Спадкові	При спадкових мікроелементозах нестача, надлишок або дисбаланс мікроелемента викликається патологією хромосом або генів
Природні екзогенні	1. Викликані дефіцитом мікроелемента	Природні, тобто не зв'язані з діяльністю людини і приурочені до певних географічних локусів ендемічні захворювання; часто супроводжуються різними патологічними ознаками у тварин і рослин
	2. Викликані надлишком мікроелемента	
	3. Викликані дисбалансом мікроелемента	
Техногенні	1.Промислові (професійні)	Зв'язані з виробничою діяльністю людини хвороби і синдроми, які викликані надлишком певних мікроелементів та їх сполук безпосередньо у зоні самого виробництва
	2. Сусідські	Виникають по сусідству із виробництвом
	3. Трансагресивні	Виникають на значній відстані від виробництва за рахунок переміщення повітрям мікроелементів або разом з водою

Ятрогенні	Викликані дефіцитом мікроелемента	Швидко зростає число захворювань і синдромів, які зв'язані з інтенсивним лікуванням різних хвороб препаратами, що містять мікроелементи, а також із підтримуючою терапією і деякими лікарськими процедурами
------------------	-----------------------------------	---

На стан здоров'я людей і продуктивність сільськогосподарських тварин впливає не тільки дефіцит, а й **надлишок мікроелементів**. Надлишок фтору викликає флюороз, надлишок нікелю призводить до ураження рогівки очей (нікелева сліпота), молібдену – до отруєння (молібденовий токсикоз), бору – до отруєння, свинцю – до отруєння або йодної недостатності, стронцію – до порушення фосфорно-кальцієвого обміну, особливо у молодняку (стронцієвий рахіт), або променевої хвороби, берилію – до рахіту (берилієвий рахіт), селен – дуже токсичний у великих дозах.

Серед мікроелементів виділяють групу важких або токсичних елементів, але про них – окрема розмова.

Дефіцит, надлишок або дисбаланс мікроелементів у довкіллі і, відповідно, у продуктах харчування послаблює природну резистентність організму, ускладнює перебіг хвороб інфекційної та незаразної етіології. Встановлено, що при онкологічних захворюваннях відбувається перерозподіл мікроелементів у тканинах організму. У цілому прояв будь-якого захворювання можна розглядати з позицій порушення органічного і мінерального – макро- і мікроелементного балансу організму.

Забруднення довкілля значно порушує природну міграцію мінеральних речовин у біогеохімічних ланцюгах. Це викликає їх перерозподіл у клітинах і тканинах організму тварин і людини та спричиняє відповідне порушення метаболічних процесів. Внаслідок цього зростає необхідність комплексного вивчення усіх ланок системи ґрунт (вода) – рослини – тварини – людина, виявлення функціонального зв'язку та залежності між здоров'ям тварин і людини. Такі дослідження дадуть змогу адекватно корегувати природний потік біогенних макро- і мікроелементів у трофічних ланцюгах.

Поняття *“біогеохімічний трофічний ланцюг мікроелементів”* увів В.В. Ковальський (1974, рис. 1).



Мал. 1. Трофічний ланцюг мікроелементів.

Біогеохімічний трофічний ланцюг починається з неживої природи – літосфери, атмосфери і гідросфери. Хімічні елементи мігрують у системі літосфера – гідросфера – атмосфера – рослини – тварини – людина. Геохімічна ситуація в різних природних комплексах визначається вмістом макро- і мікроелементів у ґрунтах і воді, атмосфері, флорі та фауні. У формуванні геохімічного середовища особливе місце відводиться ґрунту, який розглядають як продукт біогеоценозу і головний його компонент.

Відомо, що ґрунти – це початок і кінець біотичного кругообігу макро- і мікроелементів. З точки зору геохімічної екології, ґрунти – ланка біогеохімічного трофічного ланцюга, резервуар макро- і мікроелементів, який використовують рослини, тварини і людина. У ґрунтах беруть початок два найбільші потоки на поверхні Землі: водна міграція хімічних елементів та їх біологічний кругообіг.

Слід відзначити, що при несприятливому хімічному складі не тільки літосфери, але і гідросфери та навіть атмосфери можуть виникати певні ендемічні захворювання. Так, йод та інші хімічні елементи надходять в

організм не тільки через шлунково-кишковий тракт, але і через дихальні шляхи разом з повітрям.

Вище вже згадувалося, що серед ендемічних хвороб, тобто хвороб, характерних для тієї чи іншої місцевості, окремо виділяють мікроелементози – групу синдромів, патологічних станів і хвороб, зумовлених нестачею, надлишком або дисбалансом мікроелементів в організмі тварин і людини. У більшості випадків мікроелементози слід розглядати як антропозоонозні захворювання, тобто захворювання, які спільні для сільськогосподарських тварин і людини. Антропозоонозні ендемічні захворювання виникають внаслідок негативного біогеохімічного середовища, яке склалося в екологічних системах – біогеоценозах і ландшафтах.

У багатьох випадках навіть лише за зовнішніми ознаками можна виявити дефіцит в організмі тварин тих чи інших мікро- (табл. 7) або макроелементів (табл. 8). Проте слід враховувати, що на зовнішні ознаки також сильно впливають інфекційні та інвазійні патології.

Таблиця 7 - Деякі симптоми дефіциту мікроелементів в організмі тварин

Симптоми або клінічні ознаки дефіциту мікроелементів	Мікроелементи						
	Йод	Цинк	Кобальт	Мідь	Селен	Марганець	Фтор
Затримка росту і розвитку молодняку	+	+	+	+	+	+	+
Затримка лінки, алопеція	±	±	±	±	-	±	-
Депігментація волосяного покриву, вовни	-	-	-	+	-	-	-
Сухість та складчастість шкіри	±	+	±	±	±	±	-
Міксидема	+	-	-	-	-	-	-
Збільшення щитоподібної залози, зоб	+	-	-	-	-	-	-
Знижена або спотворена харчова збуджувальність	±	±	±	±	+	±	±
Лизуха	±	±	±	±	-	±	±
Гіпотонія або атонія передшлунків	±	±	±	±	±	+	-
Порушення координації рухів	-	-	-	±	+	±	-
Парези	-	-	-	-	+	-	-
Анемічні явища	±	-	±	±	-	-	-
Дерматит, паракератоз	-	+	-	-	-	-	-
Серцева аритмія	-	-	-	-	±	-	-
Міокардіострофія	+	+	+	+	+	+	+
Гепатодистрофія	±	±	±	±	±	±	

Карієс зубів	-	-	-	-	-	-	+
Зниження продуктивності	+	+	+	+	+	+	+
Вроджені вади розвитку	+	+	+	+	+	+	+

Примітка. "+" – наявність ознак, "-" – відсутність ознак, "±" - ознака наявна не завжди.

Таблиця 8 - Деякі симптоми нестачі макроелементів в організмі тварин

Симптоми нестачі макроелементів	Макроелементи						
	Кальцій	Фосфор	Калій	Нагрій	Сірка	Магній	Залізо
Затримка росту і розвитку молодняку	+	+	-	+	+	-	+
Порушення апетиту	+	+	-	+	-	-	-
Затримка ліньки	±	±	-	±	±	-	±
Блідий колір видимих слизових оболонок	±	±	-	-	±	±	+
Деформація суглобів	+	+	-	-	-	-	-
Кульгавість	+	+	-	-	-	-	-
Остеомаляція	+	+	-	-	-	-	-
Остеопороз	+	+	-	±	-	-	-
Остеоліз	+	+	-	-	-	-	-
Загальне збудження	-	-	-	-	-	+	-
Судоми, паралічі	-	-	-	-	-	+	-
Гіпотонія передшлунків	±	±	-	-	-	±	-
Дистрофія серця	±	±	-	-		-	±
Гепатодистрофія	±	±	-	-	+	-	±
Вроджені вади розвитку у приплоду	±	±	-	-	-	-	-

Примітка. "+" – наявність ознак, "-" – відсутність ознак, "±" - ознака наявна не завжди.

2.4. Аліментарні гіпо- та гіпермікроелементози

Забезпечення організму людини низкою мінорних компонентів їжі, зокрема мікроелементами, з різних причин часто є критичним, призводячи до розвитку специфічних захворювань, які одержали загальну назву "мікроелементози". Мікроелементози об'єднують усі хвороби й симптоми, зумовлені дефіцитом, надлишком і дисбалансом мікроелементів в організмі (рис. 2). Неадекватне надходження мікроелементів в організм людини призводить (в залежності від ступеня їх дефіциту або надлишку) або до фізіологічних змін в межах звичайної регуляції, або до значних порушень метаболізму, або до виникнення специфічних захворювань. Патологія виникає, коли регуляторні процеси перестають забезпечувати гомеостаз.

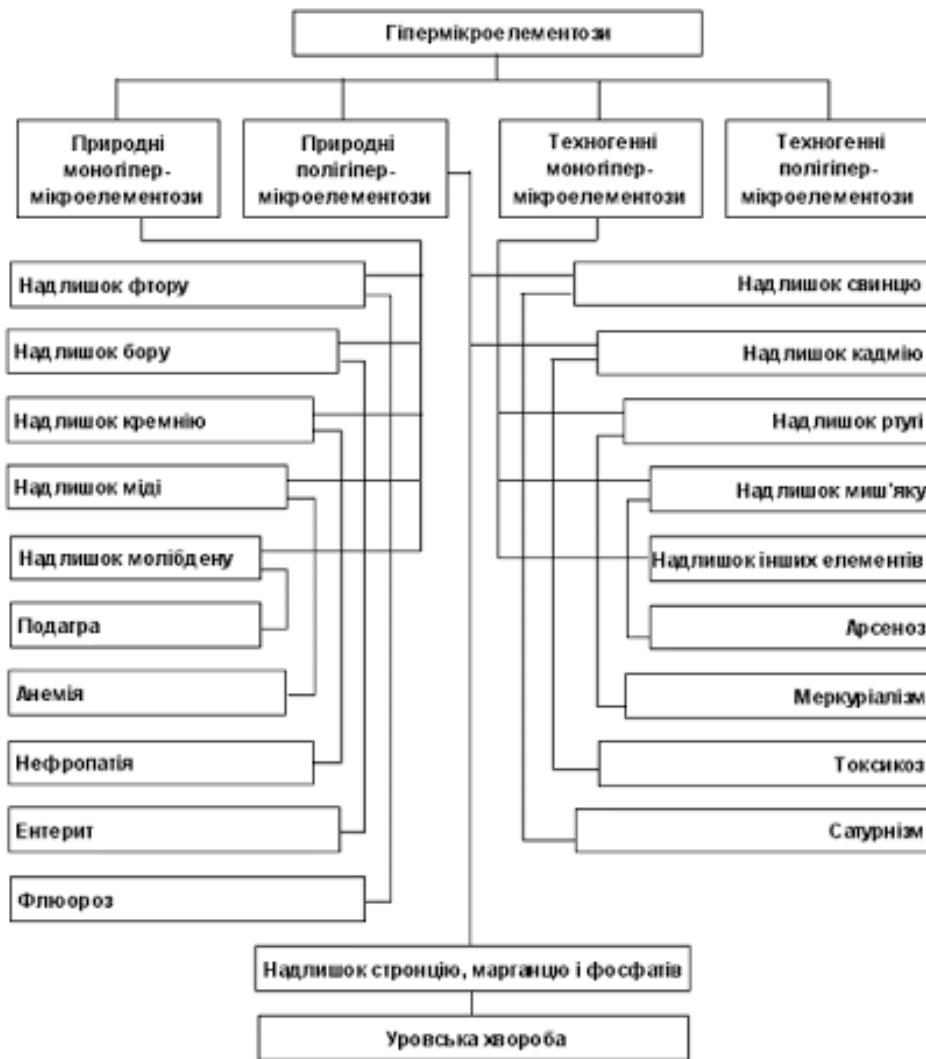


Рис. 2. Класифікація гіпермікроелементозів

Найвідоміший у світі приклад гіпомікроелементозу — це ендемічний дефіцит йоду, який призводить до розвитку зоба. Про те, що ендемічний зоб є наслідком дефіциту йоду, відомо ще з 20-х років ХХ ст. Ендемічний зоб найчастіше виявляється в гірських місцевостях. Тепер на цю хворобу страждає більш як 200 млн. жителів нашої планети. Дефіцит йоду виявлений у західних і північних регіонах України, у так званій Поліській біогеохімічній провінції з нестачею йоду в ґрунті, воді та харчових продуктах. Крім ендемічного зоба, в районі Карпат, в Поліській біогеохімічній провінції реєструється підвищена частота гіперплазії щитовидної залози. Між ступенем ендемічності по зобу й виділенням йоду з сечею та вмістом його в материнському молоці одержана корелятивна залежність.

Залізодефіцитна анемія — ще один яскравий приклад поширеного гіпомікроелементозу, який часто зустрічається в педіатричній практиці, акушерстві та гінекології. Залізодефіцитна анемія спостерігається майже у 500 млн. жінок і дітей. За статистичними даними залізодефіцитна анемія реєструється у кожного п'ятого жителя планети Земля. Найчастіше вона виникає у осіб, які мають підвищену потребу в залізі (діти, жінки репродуктивного віку, люди похилого віку), але споживають їжу відносно низької енергетичної цінності. Залізодефіцитна анемія часто виникає на першому році життя внаслідок виснаження запасів заліза в організмі і недостатньому надходженні його з їжею.

Симптомокомплекс недостатності міді включає кілька синдромів. Перший характеризується гіпохромною анемією, гіпопротейнемією, низьким вмістом міді й заліза в сироватці крові. В разі цієї форми дефіциту у дітей на 5-9 місяцях життя зменшується вміст гемоглобіну, кількість еритроцитів, рівень заліза й міді в сироватці крові. В таких випадках показане одночасне введення в організм препаратів міді і заліза.

Другому синдрому дефіциту міді та заліза притаманні анемія, нейтропенія, діарея і кісткові порушення. Цей синдром описаний у дітей 8—11 місяців, які протягом 2 місяців знаходились на молочній дієті. Характерно, що додавання заліза або білка до раціону цих дітей не давало лікувального ефекту. Лише додаткове введення міді ліквідує симптоми захворювання. Експериментальними дослідженнями нами доведено, що при дефіциті міді виникає затримка формування кісткової тканини епіфіза, витончення зони росту, зменшення кількості кісткових трабекул та значне витончення кортикального шару стегнових кісток.

Недостатність цинку поширена в багатьох країнах (серед підлітків Ірану, Єгипту, серед населення Туреччини, Португалії, Марокко, Панами, Сербії, США та ін.). У наш час із дефіцитом цинку пов'язують три види поширеної патології. Одна з них — хвороба Прасада, яка характеризується низьким ростом (навіть карликовістю), недостатністю статевого розвитку, зрощуванням епіфізів, огрубінням шкіри, летаргією, зниженням апетиту, збільшенням

розміру печінки і селезінки. Таке захворювання спостерігається майже у 3% сільських підлітків Ірану та Єгипту.



Другий вид недостатності цинку характеризується різними формами спотвореного апетиту, смаку й нюху (гіпо- та дисгевзія) при низькому рівні цинку в плазмі, еритроцитах, волоссі, сечі і супроводжується геофагією. Такий синдром спостерігається у осіб, які перенесли важкі інфекційні захворювання, у дітей із затримкою росту, у хворих при опіках, при захворюваннях печінки. Порухення смакової чутливості пояснюють змінами у синтезі цинквмісного білка (густина) привушною залозою, а також порушенням структури слинних залоз. Третій синдром дефіциту цинку характеризується гальмуванням заживлення ран, що зв'язують із зменшенням синтезу ДНК, білка, зокрема колагену. Дерматити кінцівок та слизової оболонки рота, анального отвору, статевих органів, які поєднуються з пароніхією і загальною алопецією, відносять до дерматологічних проявів недостатності цинку. Діарея — один із перших їх проявів. До найбільш ранніх ознак недостатності цинку в організмі відносяться також апатія й депресія, дратівливість, емоційні порушення, тремор, іноді атаксія. Недостатність цинку пов'язують із його впливом на біосинтез білка, зменшенням активності цинквмісних ферментів. Відомі два види патології генетичного походження (ентеропатичний акродерматит та

серповидноклітинна анемія), зумовлені порушенням абсорбції цинку в слизовій оболонці кишок.

Вторинна недостатність цинку внаслідок цинкурії виникає при алкогольному цирозі печінки, цукровому діабеті, вагітності та її токсикозах, тяжких опіках, травмах, при мальабсорбції, голодуванні, безбілковому та парентеральному харчуванні.

У зв'язку з умовами життєдіяльності (надлишок рафінованих та технологічно оброблених продуктів) відносно великі групи населення знаходяться у групі ризику виникнення недостатності цинку.

Для людини необхідний 3-валентний хром. Він є складовою частиною фактора толерантності до глюкози (ФТГ). ФТГ являє собою комплекс 3-валентного хрому, двох молекул нікотинової кислоти та трьох амінокислот — гліцину, глютамінової кислоти та цистину. При його нестачі виникає порушення вуглеводного обміну — стійка гіперглікемія або зниження толерантності до глюкози. Симптоми недостатності хрому часто спостерігають у людей похилого віку та у вагітних жінок. У багатьох регіонах світу зареєстровані значні порушення обміну глюкози в разі недостатнього білкового харчування. Виявлена висока частка змін утилізації глюкози при ожирінні та атеросклерозі. Можливо, в їхньому розвитку відіграє роль нестача хрому.

Результати численних досліджень дали можливість вважати, що основна фізіологічна роль хрому пов'язана з інсуліном. Хром стимулює формування дисульфідних зв'язків між дисульфідними містками інсуліну і сульфідними групами мітохондріальної мембрани шляхом утворення потрійного комплексу. Завдяки цьому інсулін збільшує потік глюкози, що проходить через мембрани. Запропоновано три варіанти взаємодії хрому з інсуліном: утворення хром-інсулінового комплексу підвищеної активності, пригнічення хромом активності тканинної інсулінази та формування трикомпонентного комплексу між ділянкою мембрани, інсуліном і хромом. Тепер дослідники віддають перевагу гіпотезі про утворення хром-інсулінового комплексу. Хром може полегшувати реакції обміну між SH-групами мембрани і дисульфідними містками ланцюга

інсуліну шляхом участі в утворенні трикомпонентного комплексу, він знаходиться у вигляді багатоядерних часток типу

На обмін вуглеводів впливає багато чинників. Хром ліквідує лише частину порушень у разі його нестачі. Тому хром не слід вважати ні засобом від гіпоглікемії, ні заміником інсуліну, ні протидіабетичним засобом. Основна дія хрому — це попередження виразних порушень обміну вуглеводів і супутніх хронічних захворювань, зумовлених його нестачею.

Недостатність селену для людини встановлена у 1979 році при обстеженні хворих на юнацьку кардіоміопатію (хвороба Кешана), ендемічну для окремих регіонів Китаю. У науковій літературі є повідомлення про розвиток кардіоміопатії у дітей США та Нової Зеландії, зумовленої нестачею селену. При цьому виявлено зниження концентрації селену в сироватці крові до 0,3 мкг/100 мл (норма — 1-2 мкг/100 мл) та активності селенвмісного ферменту глутатіонпероксидази в еритроцитах та гранулоцитах до 6—11% від норми. Встановлено, що в зоні поширення хвороби Кешана вміст селену в продуктах харчування найнижчий (менш як 50% адекватного рівня). Латентна недостатність селену виявлена у жителів Фінляндії. Дефіцит селену зв'язують також із синдромом "колискової" або "раптової" смерті дітей.

Розмаїття симптомів недостатності селену свідчить про порушення основних процесів обміну. Відомо, що селен має антиоксидантну дію: захищає мембрани від пошкоджень продуктами перекисного окислення ліпідів, виконує функції каталізатора у ферментативних реакціях. Селен може виконувати багато функцій токоферолу.

До числа природних моногіпермікроелементозів відносять борні ентерити, ендемічну кремнієву нефропатію, молібденову подагру, флюороз зубів, алюмінієву хворобу та сурм'яну сечокам'яну хворобу.

Ендемічний борний ентерит описаний на території Арало-Каспійської низовини, де в ґрунті, воді і харчових продуктах накопичується надлишок бору.

Ендемічна нефропатія описана в окремих регіонах Балканського півострова, зокрема на території Болгарії та Сербії, а також в Росії, зокрема в південно-західних районах Чувашії, де в період повені вміст кремнію в крові у

8-10 разів перевищує норму. З 1960 року з'явилося багато публікацій про поєднання ендемічної нефропатії з розвитком пухлин у сечових шляхах. Заміна води сприяла нормалізації ситуації.

Описана анемія у людей, які мешкають у Баймакській біогеохімічній провінції (Росія), де з добовим раціоном та питною водою надходить більш як 13 мг міді (норма — 2-3 мг) та мало молібдену (0,08 мг/добу замість 0,2-0,3), що порушує оптимальне співвідношення між ними — 1:170 замість 1:10.

У жителів, що мешкають в Анкаванській біогеохімічній провінції на території Вірменії з великим вмістом молібдену в ґрунті внаслідок підвищення активності ферменту ксантиноксидази і утворення сечової кислоти виникає ендемічне захворювання типу **подагри**.

В окремих населених пунктах захворюваність ендемічною подагрою досягає 37%.

На території сурм'яних біогеохімічних провінцій Ферганської долини (Узбекистан) діти мають більш високий зріст, масу тіла і більшу окружність грудної клітки.

У багатьох країнах виявлені біогеохімічні провінції з надлишком фтору. Однією з найбільших (площа 34 тис. км²) є Бучацька провінція в Лівобережній Україні. У воді 85,5% артезіанських свердловин цієї провінції концентрація фтору перевищує 1,5 мг/л (максимальна концентрація досягає 18 мг/л). Надлишок фтору негативно впливає не лише на формування зубів, а й на роботу багатьох органів і систем, збільшує частоту розвитку гіпо- і анацидних гастритів, ревматизму, виникає гальмування росту внаслідок впливу фтору на процеси біогенезу колагену, зменшення чутливості очей до кольорів. Значно поширені екзостози та артрити неспецифічного походження. В разі фтористої інтоксикації значно пошкоджується підшлункова залоза, спостерігаються дистрофічні, некробіотичні та мікроциркуляторні зміни в екскреторній і інкреторній паренхімі. Причому діти — найбільш чутливі до дії токсичних рівнів фтору.

Останнім часом приділяється увага вивченню алюмінієвої хвороби, викликаній токсичною дією надлишку алюмінію. Алюмінієва енцефалопатія

zareєстрована в 17 країнах у хворих, які знаходились на гемодіалізі. Її причиною вважають накопичення алюмінію в тканинах печінки та головного мозку.

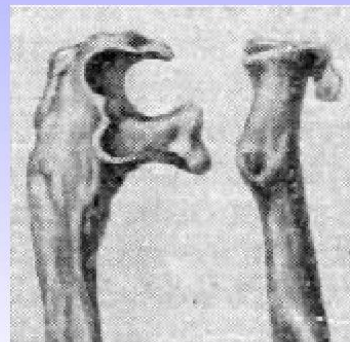
Прикладом ендогенного мідного гіпермікроелементозу є гепатоцеребральна дистрофія, що спричиняє спадкове порушення синтезу церулоплазміну на рівні транскрипції, призводить до накопичення міді в печінці та центральній нервовій системі.

До полігіпермікроелементозів можна віднести хворобу **Кашина-Бека** (урівську хворобу), яка реєструється в Читинській та Амурській областях (Росія), в Таджикистані, в північно-східному Китаї. Причина захворювання ще не зовсім з'ясована, але вважають, що надлишок стронцію, фосфатів, марганцю відіграє провідну роль.

Дефіцит селену може спровокувати хворобу Кашина-Бека



Короткопалість і потовщення пальців кисті («ведмежа лапа»)



Деформація кісток [передпліччя](#)



Причиною техногенних гіпермікроелементозів є забруднення навколишнього середовища токсичними елементами, перш за все свинцем, кадмієм, ртуттю та арсеном. Свинець — небезпечна нейротоксична речовина, яка впливає на центральну та периферійну нервові системи (свинцева енцефалопатія) та нирки (свинцева нефропатія). Дослідники висловлюють все більшу тривогу з приводу збільшення забруднення свинцем навколишнього середовища в економічно розвинених країнах і його негативної дії на здоров'я населення. В наш час практично всі харчові продукти, вода й інші об'єкти навколишнього середовища забруднені свинцем. Максимальне забруднення атмосферного повітря свинцем характерне для районів, розташованих навколо свинцевоплавильних комбінатів та в безпосередній близькості від доріг з інтенсивним рухом автотранспорту.

Хімічна дія свинцю призводить до зниження розумових здібностей, до порушення пам'яті і психічного розвитку дітей. Доведено, що навіть при низькому рівні свинцю в крові він викликає серйозні порушення метаболізму. Доведено, що свинець гальмує утворення активної форми вітаміну D у нирках і тим самим може сприяти збільшенню частоти рахіту серед дітей. Нами показано, що середньодобове навантаження свинцем у центральній зоні України — 165 мкг. Це достатньо високий рівень, якщо врахувати, що

чутливість організму дітей на порядок вища, ніж у дорослих. При вживанні 600—700 мкг можуть з'являтися скарги, властиві свинцевому астеновегетативному синдрому (цефалгія, ішіалгія, гінгівіт, зниження зорової адаптації та ін.). Необхідно прийняти заходи до того, щоб знизити вміст свинцю в дитячому харчуванні до мінімально можливого рівня (менш як 60 мкг/добу).

Рухові шляхи периферійної нервової системи — основна мішень токсичної дії свинцю. Патологічні зміни в цих волокнах, викликані свинцем, зумовлені як сегментарною демієлінізацією, так і дегенерацією аксонів. Параліч м'язів із виникненням симптому "звисаючої кисті або стопи" давно вважається класичною ознакою клінічного отруєння свинцем. Тепер доведено, що безсимптомне уповільнення швидкості проведення збудження по руховому нерву, яке реєструється у робітників із рівнем свинцю в крові не більше, як 70 мкг/100 мл, є проявом токсичності свинцю. Уповільнення провідності в дрібних рухових волокнах ліктьового нерва є найчутливішим показником нейротоксичної дії свинцю. В трансверзальних дослідженнях показано загальне зниження провідності ліктьового нерва при вмісті свинцю в крові менш, як 50 мкг/100 мл. Останнім часом у проспективних дослідженнях на підприємствах свинцевої промисловості уповільнення провідності ліктьового нерва виявлено при більш низьких рівнях свинцю в крові — 30—40 мкг/100 мл.

Клітини, які вистеляють внутрішню поверхню проксимальних каналців, найчутливіші до дії свинцю. Вміст свинцю в крові менш, як 25 мкг/100 мл, викликає пригнічення активації вітаміну D у цих клітинах.

Механізм розвитку свинцевої анемії має два напрями: пошкодження біосинтезу гему й прискорення руйнування еритроцитів. Гальмування біосинтезу гему зумовлене пригніченням активності цитоплазматичної D-амінолевулінової кислоти, і цей ефект пов'язаний з дозою. При рівні свинцю в крові 10—20 мкг/100 мл вже виникають початкові зміни в крові.

Гальмування активності мітохондріального ферменту ферохелатази є другим напрямом у біосинтезі гему, який пригнічується свинцем. Ферохелатаза каталізує перехід іона заліза феритина у протопорфірин для утворення гему. Гальмування ферохелатази викликає посилене виділення копропорфірина із

сечею й накопичення протопорфірину в еритроцитах. У дорослих його рівень починає перевищувати фон у разі вмісту свинцю в крові 25—30 мкг/100 мл.

Для інтоксикації кадмієм характерним є ураження нирок та кісток. Найвідоміший у світі приклад аліментарної інтоксикації кадмієм — це хвороба "Ітай-ітай" у населення префектури Тояма (Японія), що зв'язано із забрудненням кадмієм річкової води, яку використовували для поливу плантацій рису. Добове споживання кадмію у цьому випадку становило 600-800 мкг (замість 30-50).



Виробнича діяльність людини сприяє надходженню значної кількості ртуті в навколишнє середовище (спалювання палива, виробництво сталі, цементу та фосфатів, виплавка металів та ін.). Лише внаслідок спалювання вугілля в навколишнє середовище щорічно викидається близько 3000 т ртуті (1 кг вугілля містить до 1 мг ртуті). Масові отруєння ртуттю зареєстровані в багатьох країнах (Пакистан, Гватемала, Ірак, Японія та ін.). Найбільший спалах аліментарного отруєння метилртуттю спостерігався в Іраку в 1971—72 рр., коли було госпіталізовано більш як 6000 осіб, із них померло 500. Причиною отруєння було вживання хліба, спеченого з борошна злаків, оброблених алкілртутними препаратами. Другий відомий приклад аліментарного отруєння

ртуттю — це "хвороба Мінамата", яка уразила населення одного з прибережних районів Японії. Воно вживало забруднені ртуттю продукти моря. Загальна кількість постраждалих від "хвороби Мінамата" перевищила 10 тисяч чоловік, із них 520 померли. Ця хвороба стала грізною пересторогою відносно тяжких наслідків впливу ртуті на організм людини. У зв'язку з цим у багатьох країнах, населення яких вживає значну кількість риби, встановлені національні норми надходження ртуті з їжею в межах 0,03—1 мг/кг.



Клінічні прояви "хвороби Мінамата" нагадують церебральний параліч. У новонароджених захворювання проявляється спастичним паралічем, сліпотою й супроводжується відставанням у розумовому розвитку. Найбільш серйозний результат забруднення біосфери і навколишнього середовища ртуттю криється в генетичних наслідках. У японських дітей з вродженим отруєнням метилртуттю виявлена надзвичайно висока частота аномалій фізичного розвитку. Учені Швеції довели, що у дітей, які харчуються рибою, що містить метилртуть, підвищена частота хромосомних аберацій. Дози ртуті, нешкідливі для матерів, можуть ушкоджувати мозок плода. Чи варто говорити, що концентрація ртуті у рибі 0,15 мг/кг є абсолютно нешкідливою для дорослих і дітей? Якщо хтось з'їсть рибу один раз на тиждень, чи не піддається він небезпеці?

Масові аліментарні отруєння арсеном мали місце в багатьох країнах світу (у Великій Британії — пивом, у Японії — молочною сумішшю, в Канаді — соєвим соусом, в Мексиці — питною водою, на о. Тайвань — питною водою та ін.). Загальним клінічним проявом хронічної інтоксикації арсеном вважають зміни шкіри (пігментація, кератоз), а специфічним симптомом — ураження судин (на о. Тайвань — хвороба "чорна стопа"). Основною неврологічною аномалією, зумовленою дією арсена, є сенсорна нейропатія.

Вперше наслідки надмірного вживання селену з харчовими продуктами (селеноз) для здоров'я населення були описані у людей, які мешкали на фермах Південної Дакоти (США), де сільськогосподарські тварини потерпали від отруєння селеном, викликаного кормом місцевого виробництва, вирощеного на землях, багатих на селен.

Значна частота шлунково-кишкових порушень і жовтувате забарвлення шкіри, можливо, є результатом дисфункції печінки внаслідок селенозу.

Описано захворювання дітей, які мешкали в селено-залізному регіоні Венесуели. Воно проявлялось нудотою та патологією нігтів, високим рівнем селену в крові та сечі. Спалах захворювання селенозом стався також в селено-залізному регіоні Китаю у 1961-64 роках. Характерними ознаками селенозу були патологія нігтів — підвищена ламкість, білі плями та поздовжні смуги; втрата волосся та нігтів, запалення шкіри, випадіння волосся, у важких випадках — парестезія. Ці симптоми виявлені у 49,2% жителів п'яти сіл. Як з'ясувалось, причиною захворювання виявився рис, забруднений селеном, що забезпечувало його надходження в організм у кількості 3000—7000 мкг на добу (допустиме добове споживання становить 750—800 мкг). Вважають, що при надходженні селену в кількості 3000 мкг на добу виникають перші симптоми його інтоксикації.

Класифікація гіпермікроелементозів наведена на рис. 2.

У зв'язку з викладеним, створення уніфікованої системи моніторингу продуктів харчування з метою оцінки контамінації токсичними елементами та їхнього впливу на біологічні системи організму й стан здоров'я населення становить важливе завдання контролю навколишнього середовища.

2.5. Хімія біогенних елементів

Загальні відомості. У процесі життєдіяльності рослинні і тваринні організми постійно засвоюють різноманітні елементи, тобто відбувається обмін речовин. Взаємозв'язок між хімічним складом земної кори, живого організму та Світового океану довів академік В.І.Вернадський. В.І.Вернадський виявив, що міграція елементів, їх розсіювання і концентрація залежать від розмірів атомних і іонних радіусів, атомної ваги і здатності елементів до утворення хімічних сполук.

У живому організмі є більшість хімічних елементів. Встановлено, що у живому організмі масою 70 кг вміщується 45 кг кисню, 12 кг вуглецю, 7 кг водню, 2 кг азоту, приблизно 1 кг кальцію, від 70 до 860 г хлору, натрію, калію, сірки, фосфору відповідно. Останні елементи представлені декількома грамами (залізо, магній, йод, кобальт, марганець, хром, селен, молібден) чи міліграмами (нікель, титан, бром, свинець, олово та ін.). Їх відносять до біогенних елементів.

Біогенні елементи – це хімічні елементи, які беруть участь у біологічних процесах живих організмів. Загальний *закон розподілу* хімічних елементів відкрив О.П. Виноградов: кількісний склад хімічних елементів у живій речовині обернено пропорційний їх порядковим номерам у періодичній системі елементів Д.І.Менделєєва, тобто кількісний хімічний склад живої речовини є періодичною функцією порядкового номера елемента.

Ця закономірність не застосовна до елементів головних підгруп I, II і VII груп. Кількісний склад ковалентно зв'язаних атомів зменшується зі зростанням заряду ядра атомів у групі, а елементів, які є в організмі у вигляді іонів, – збільшується до оптимального іонного радіуса, а потім зменшується.

Взагалі, одинадцять біогенних елементів (O, N, H, S, Ca, Mg, K, Na, Cl, P, C) складають 99,5% маси організму, а решта елементів – 0,5%. У живому організмі елементи розподілені нерівномірно.

Мідь концентрується у печінці;

цинк – у підшлунковій залозі;

йод – у щитовидній залозі; фтор – у зубній емалі;

алюміній, миш'як, ванадій – у волоссі та нігтях;

кадмій, ртуть, марганець – у нирках;

барій – у сітківці ока;

стронцій – у передміхуровій залозі і т.д.

Більшість хімічних елементів у максимальних концентраціях розташована у печінці, оскільки остання є функціональним депо хімічних елементів в організмі. До основних депо відносять також кісткову та м'язову тканини.

В організмі хімічні елементи знаходяться у білково-зв'язаному вигляді; іонному вигляді чи у стані зворотної рівноваги між собою. На їх вміст в організмі впливають такі чинники:

- розповсюдженість елементів у земній корі;
- здатність до утворення міцних зв'язків і ланцюга;
- лабільність зв'язків і атомів;
- здатність до утворення стійких координаційних сполук з біологічними молекулами;
- утворення сполук, які добре розчиняються у воді і можуть концентруватися в організмі.

Існують різні класифікації біогенних елементів. За кількісним складом їх розподіляють на:

- *макроелементи* (10^{-2} % і вище), до яких відносять С, Н, О, N, Р, S, Na, Ca, K, Cl;
- *мікроелементи* (10^{-3} – 10^{-12} %), до яких відносять Mg, Cu, Zn, Mn, Co, Fe, I, Al, Mo;
- *ультрамікроелементи* (менше 10^{-12} %), до яких відносять Ra, Hg.

Існує багато інших класифікацій. О.П. Виноградов запропонував класифікацію, згідно з якою біологічна роль елементів визначається електронною будовою їх атомів і, виходячи з цього, до біогенних елементів належать елементи s-, p-, d-блоків.

Значення біогенних елементів у організмі враховує класифікація В.В. Ковальського, яка вказує на роль їх в організмі: елементи, що постійно наявні в організмі, беруть участь у обміні речовин і є незамінними; елементи, які наявні

в організмі, але їх біологічна роль мало вивчена; елементи, які наявні в організмі, але їх біологічна роль не з'ясована.

Якщо доведена фізіологічна активність елементів, то їх називають *біотиками* (А.І. Венчиков). Виходячи з цього вони поділені на три групи:

- до елементів I групи відносять елементи, які постійно перебувають в організмі, беруть участь в обміні речовин, входять до складу хімічних та біохімічних сполук і створюють фізико-хімічні умови для перебігу фізіологічних процесів (С, Н, О, N, Р, S, Na, Ca, K, Cl, Mg та інші);

- до елементів II групи відносять елементи, що беруть участь у процесах обміну і в більшості випадків є біокаталітичними елементами чи входять до структури ферментів (Cu, Zn, Mn, Co, Fe, I та інші);

- до елементів III групи відносять елементи, які пригнічують життєздатність мікробів (ретикуло-ендотеліальні елементи As, Hg, Sb).

Умовно елементи можна поділити на токсичні і нетоксичні.

Токсичні елементи – хімічні елементи, які чинять негативний вплив на живі організми і виявляються тільки при досягненні деякої концентрації, яка визначається природою організму. Токсичність визначають як міру будь-якої аномальної зміни функції організму під дією хімічного елемента. Токсичність є порівняльної характеристикою. Вона визначається природою елемента, дозою і молекулярною формою, в якій знаходиться окремий елемент. Максимальну токсичність виявляють хімічно активні частинки, координаційно насичені іони, у тому числі іони вільних металів. Утворення комплексних сполук іонами металів сприяє зменшенню токсичності і виведення їх з організму.

Екологічні аспекти хімії елементів. Організм людини - відкрита система, і її функціонування залежить від якості речовин, які надходять із зовнішнього середовища і забезпечують життєдіяльність людини. Встановлено, що людина за добу споживає у середньому 2,5 л води, 15 кг сухого повітря, 1,5 кг різноманітних харчів, тобто людина залежить від компонентів, які входять до складу повітря, води, ґрунту.

О.П. Виноградов довів, що поверхня землі неоднорідна за хімічним складом. Рослини і людство використовують неоднакові за хімічним складом речовини. Концентрація біометалів у організмі при нормальному його функціонуванні підтримується на деякому рівні за допомогою гормонів і протеїнів (біотична доза). Хімічний склад рослин і тварин, які споживаються як харчові продукти, чинить вплив на організм людини.

На сьогодні людство зіткнулося з проблемами, які ставлять під загрозу його існування. Це екологічне навантаження внаслідок великої кількості техногенних домішок. До *техногенних домішок* відносять домішки, які утворені внаслідок виробничої діяльності людини (важкі метали, діоксини, пестициди, нітрати та ін.).

Реальні системи, в яких внаслідок життєдіяльності відбувається кругообіг елементів, називаються *екосистемами* (біогеоценозами). Згідно з вченням В.І. Вернадського оболонка планети, яка змінена внаслідок господарської діяльності людини, називається *ноосферою*. Головну роль у ноосфері відіграє техногенна міграція елементів – *техногез*.

У повітрі наявний CO_2 , який реагує з водою і утворює слабку кислоту у нормі. Останніми роками кислотність дощів суттєво зросла за рахунок викидів в атмосферу великої кількості сірковмісних речовин, які в кінцевому випадку утворюють сульфатну кислоту, що приводить до випадання “кислих” дощів. “Кислі” дощі вимивають з ґрунту корисні речовини, чинять негативний вплив на флору і фауну, заважають фотосинтезу.

Зростання потужностей хімічної, металургійної промисловості, розвиток виробництва електроенергії (ТЕЦ) приводить до викиду великих кількостей шкідливих речовин, у тому числі пилу. Забруднення повітря цими речовинами призводить до виникнення раку дихальних шляхів, пневмонії, бронхіту, астми, туберкульозу, розвитку тяжких алергій.

Велику шкоду організму людини наносять канцерогенні речовини. До них відносять оксиди азоту, нітрати і нітрити, полігалогенпохідні бензену, галогенвмісні інсектициди, продукти вихлопів двигунів та інші. Вони викликають захворювання на рак і впливають на спадковість.

Накопичення у воді іонів ртуті, кадмію, свинцю призводить до різноманітних хвороб. Так, надлишок іонів кадмію призводить до патологічної крихкості кісток; іонів ртуті – до розвитку паралічу, глухоти, сліпоти; іонів свинцю – до тяжких хвороб кровообігу. Всі ці іони погано виводяться з організму і накопичуються до токсичних концентрацій. Вони трапляються в організм людини з водою, а найбільше з морепродуктами, оскільки значна частина населення землі вживає морепродукти як основну їжу.

Якість води незадовільна. Аналізи показують, що в 1 л води є до 10^6 бактерій та вірусів, кількість яких набагато вище у районах з підвищеною температурою. Тому питну воду обов'язково дезінфікують. Метод хлорування води, що застосовується в Україні, знешкоджує бактерії та мікроби, але може призвести до утворення токсичних речовин, наприклад діоксинів. Діоксини у дуже маленьких концентраціях 10^{-8} – 10^{-9} моль/л впливають на організм і викликають різноманітні хвороби. Вони накопичуються в організмі і протягом тривалого часу не виводяться з нього.

Велику шкоду наносять нітрати, які надходять в організм людини з їжею. Надлишок нітратів призводить до підвищення вмісту у крові метгемоглобіну, що приводить до зниження тканинного дихання. Нітрити та нітрозосполуки, які утворюються із нітратів, викликають мутації, розвиток злоякісних пухлин, впливають на діяльність щитовидної залози. Особливо нітрати діють на дітей, тому що ферментні системи у них розвинені слабо і нітрати практично повністю переходять у нітрити.

Зростає кількість речовин, які надходять до організму, що є шкідливими для життя, так званих *ксенобіотиків*. На цей час їх є приблизно 4 млн. Виникнення ксенобіотиків пов'язано з низькою якістю виробництва хімічних препаратів, у тому числі виробництвом ліків і їх застосуванням. Природа виявила систему захисту металолігандного гомеостазу і зберігання чистоти внутрішнього середовища організму. Необхідні речовини доставляє кровоносна система, а відходи видаляються кровоносною системою (дрібне сміття) і лімфою (велике сміття). У лімфі відбувається очищення від токсичних відходів – ксенобіотиків. Захист внутрішнього середовища від ксенобіотиків

відбувається за рахунок бар'єрів – шкіри, внутрішньої поверхні шлунково-кишкового тракту і дихальних шляхів; транспортних механізмів – забезпечують виведення ксенобіотиків з організму; ферментів, які перетворюють ксенобіотики у менш токсичні сполуки і легко виводяться з організму; тканинного депо, де можуть накопичуватися нейтралізовані ксенобіотики і зберігатися тривалий час; штучної детоксикації організму фізичними та хімічними методами.

Зони, у межах яких тварини та рослини характеризуються деяким визначеним хімічним елементним складом, називають біогеохімічними провінціями. Вони являють собою території різних розмірів із постійними характеристиками реакції організму. Розрізняють: природні провінції і техногенні провінції. Останні виникають внаслідок розроблення рудних родовищ, викидів металургійної та хімічної промисловостей, застосуванням пестицидів і мінеральних добрив у сільському господарстві. Дефіцит чи надлишок елементів може приводити до формування біогеохімічних провінцій. Встановлено, що в цих провінціях внаслідок дисбалансу мінерального живлення виникають хвороби. Хвороби, які викликаються надлишком чи дефіцитом елементів у деякій провінції, називають *ендемичними хворобами*. Вони мають характер ендемій.

Недостатність йоду призводить до ендемічного зобу (у західних районах України йод додають у сіль). Надлишок фтору призводить до хронічного флюорозу (Полтавська область). Дефіцит в організмі міді призводить до деструкції кровоносних судин, дефектів сполучної тканини. У дітей дефіцит міді викликає хворобу мозку (синдром Менієса). Надлишок заліза призводить до сидерозу очей і легень (Чернігівська область), а недостатність заліза – до анемії. До анемії призводить і дефіцит кобальту. Доведено, що серцево-судинна патологія обернено залежить від жорсткості води. Чим вона вища, тим менше випадків серцево-судинних захворювань.

Для організму характерно підтримання на однаковому рівні концентрації іонів металів і лігандів, тобто метало-лігандного гомеостазу. Його порушення може бути зумовлено такими чинниками:

- в організм надходять іони-токсиканти з навколишнього середовища, при цьому вони утворюють більш міцні комплексні сполуки із біолігандами, ніж біометали. Наприклад, іони кальцію легко заміщуються радіоактивним іоном стронцію і радіонуклід є внутрішнім джерелом випромінювання, що приводить до розвитку саркоми, лейкемії;

- в організм надходить мікроелемент, необхідний для життєдіяльності людини, але в кількостях, набагато більших, що призводить до захворювань;

- порушення балансу мікроелементів у біогеохімічних областях. Так, у місцях видобування нафти спостерігається дефіцит іонів кобальту;

- зміна ступеня окиснення центрального атома мікроелемента чи зміна конформаційної структури біокомплекса. Наприклад, токсична дія нітратів полягає у зміні ступеня окиснення іона заліза, що не дає змоги до транспортування кисню;

- підвищення концентрації токсичних комплексо-утворюючих груп, які вміщують фосфор, кисень, сірку і здатних утворювати міцні зв'язки з іонами біометалів. Відбуваються конкуруючі реакції між лігандами за іон металу. Так, СО утворює більш міцний комплекс з гемоглобіном, ніж кисень, і кисень не переноситься легеньми до тканин.

РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ПОШИРЕННЯ ЕНДЕМІЧНИХ ХВОРОБ В УКРАЇНІ І СВІТІ

Частина літосфери, а точніше земної кори, що безпосередньо виступає як мінеральна основа біосфери є одним із найважливіших компонентів *навколишнього природного середовища* (НПС), з кінця 70-х років ХХ ст. виділяється під назвою «*геологічне середовище*» (ГС).

Сукупність інженерних споруд і частини ГС у зоні їх впливу, що мають фіксовані межі, називають *природно-технічною системою* (ПТС). ПТС охоплює деякий простір, що включає власне технічну систему, а також деяку частину ГС у межах зони впливу технічної системи на ГС. До складу ГС включаються ґрунти і верхні шари гірських порід, що розглядаються як багатокomпонентні системи. Межі ГС змінюються не тільки в просторі, але й у часі, з розвитком техногенезу в цілому.

Зовнішніми складовими частинами ГС є атмосфера, поверхнева частина гідросфери (поверхневі води), поверхневі біоценози і, власне техносфера, що включає усі види інженерних споруд, комунікацій і господарських об'єктів.

Внутрішніми складовими частинами ГС є ґрунти (включаючи і техногенні ґрунти); гірські породи, що складають масиви тієї чи іншої структури; рельєф і геоморфологічні особливості території; підземні води; газоподібні наповнення гірських порід; геологічні та інженерно-геологічні процеси і явища, які розвинуті на даній території.

Стосовно речовин, то особливість ГС як підсистеми полягає у тому, що, поряд із природними, поширені речовини антропогенного генезису, які є продуктами функціонування технічних систем чи речовинами об'єктів техносфери. Деякі дослідники до ГС відносять не лише гірські породи і ґрунти, але і приповерхневі води і біоту.

Слід відзначити, що родючі ґрунти є об'єктом вивчення ґрунтознавства. На відміну від ґрунтознавства, в інженерній геології «ґрунтами» називаються всі гірські породи, властивості яких вивчаються задля цілей будівництва споруд, тобто як природні основи інженерних споруд.

Основним фактором, що визначає тип геохімічної провінції є - ґрунт.

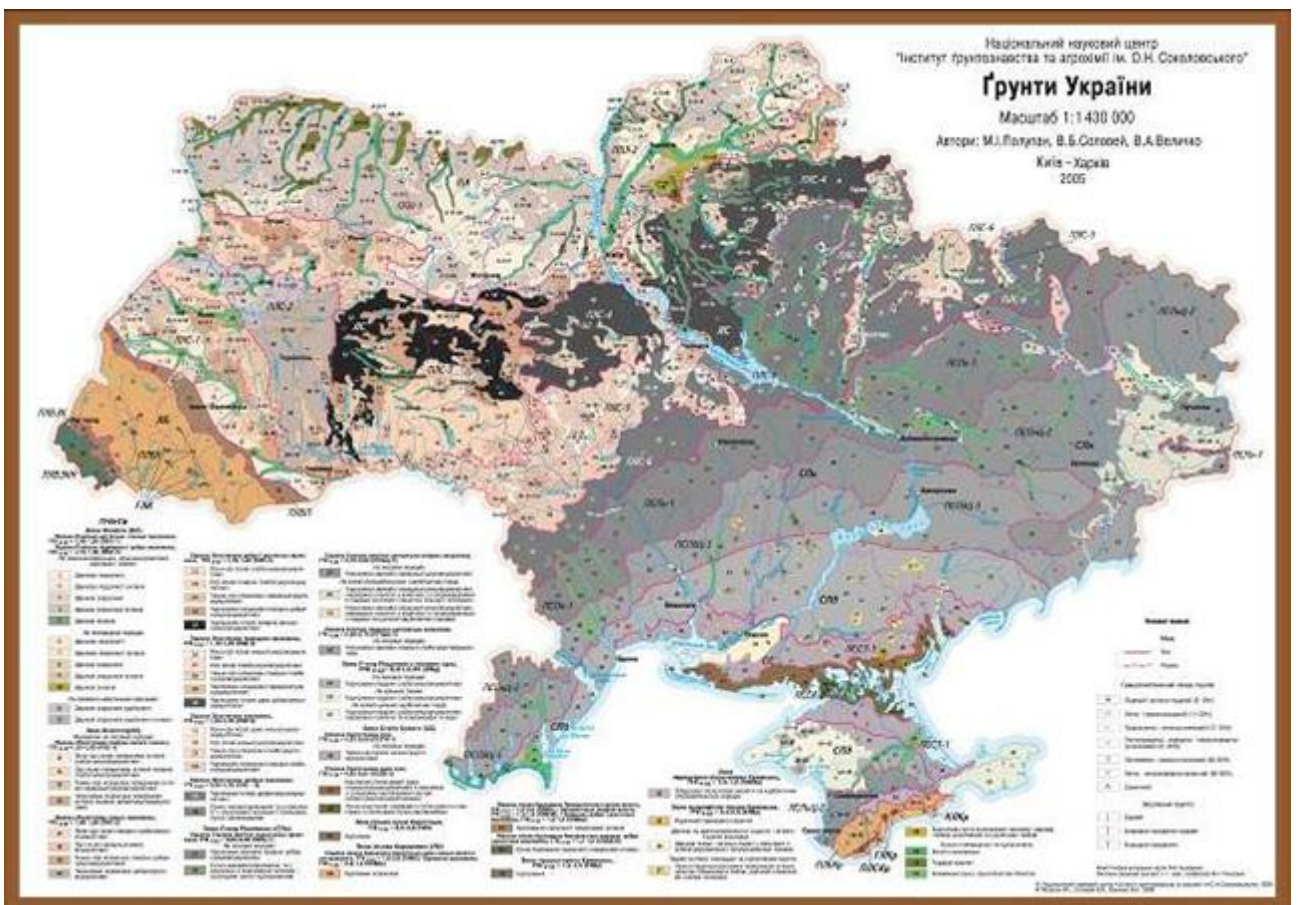
Ґрунт є середовищем, в якій відбуваються процеси трансформації сонячної енергії. астенія щорічно акумулюють майже 05×10^{15} кВт сонячної енергії. Людство жвикористовує у вигляді палива, харчових продуктів і корму для худоби лише 7×10^{12} кВт. Доведено, що сьогодні і в майбутньому система ґрунт - рослини - тварини в житті людей залишиться головним постачальником трансформованої енергії Сонця.

Ґрунт є тим елементом біосфери, який формує хімічний склад харчових продуктів, питної води і частково - атмосферного повітря. Щорічно на Землі виробляється 83×10^{10} т живої речовини, представленого в основному фітомасою рослин. За всю історію біосфери загальна маса виробленого нею живого речовини майже в 2 рази перевищила неорганічну масу земної кори. За рік людство нашої планети використовує в їжу близько 36×10^8 т живого рослинної речовини, що складає 05% від виробленого на Землі. Природно, що споживана людиною з їжею фітобіомаса безпосередньо або через продукти харчування тваринного походження повинна бути нешкідливою за хімічним складом. Науково обґрунтовано, що хімічний склад фітобіомаси залежить від природного хімічного складу ґрунту, тобто ендегенних хімічних речовин, присутніх в ґрунті, а також від якості та кількості екзогенних хімічних речовин, які потрапили в ґрунт випадково або цілеспрямовано вносяться з метою підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Описані випадки отруєння людей і тварин, що вживали фітомасу рослин, вирощену на земельних ділянках ендемічних районів, яка містила підвищену концентрацію деяких хімічних речовин. Відомі також і захворювання, пов'язані з недостатнім вмістом у ґрунті, і відповідно, вдобовому раціоні, визначених мікроелементів.

На основі тектонічних ознак виділяють геохімічні провінції Балтійського щита, Алтай-Саянської складчастої області і т.д. Геохімічне своєрідність провінції в цьому випадку встановлюється спеціальними дослідженнями, за допомогою різних геохімічних показників (регіональні кларки елементів, кларки концентрації, парагенне асоціації елементів і ін.). Характерна особливість ряду геохімічних провінцій - підвищена концентрація в них певних

"тіпоморфних" хімічних елементів, яка нерідко простежується протягом усієї геологічної історії провінції. Так, для Кавказу Тіпоморфним мідь, молібден і частково поліметали - мідні і молібденові родовища тут формувалися в каледонську, герцинську, кіммерійську і альпійську епохи. У Примор'ї Тіпоморфним олово, на північному сході - олово і золото, на Уралі залізо. Біогеохімічні провінції характеризуються надлишком або дефіцитом певних елементів, з чим пов'язані деякі захворювання людей, домашніх тварин і культурних рослин (так званої біогеохімічної ендемії).

Геохімічна аномалія - ділянка земної кори (або поверхні землі), що відрізняється істотно підвищеними концентраціями будь-яких хімічних елементів або їх з'єднань в порівнянні з фоновими значеннями і закономірно розташований щодо скупчень корисних копалин (рудного тіла, нафтової або газової поклади і ін.). Ендемічні захворювання обумовлені надлишком або недоліком в навколишньому середовищі певних хімічних елементів.



3.1. Геохімічна екологічна функція геологічного середовища

Геохімічна екологічна функція геологічного середовища (ЕФГС) відображає властивості геохімічних полів (неоднорідностей) природного і техногенного походження впливати на стан біоти загалом, у тім числі на людину. Інколи її називають ландшафтно-геохімічна і вважають, що вона досліджує природну і техногенно змінену геохімічну спеціалізацію ґрунтів і літосферного простору та визначає медико-санітарні умови існування біоти.

Геохімічна ЕФГС як продукт еволюції Землі займає свою екологічну нішу. Перший етап її становлення охоплює весь період розвитку Землі до початку техногенезу. Це час формування більшої частини аномалій геохімічних полів. Динаміка і масштаби цього процесу тісно пов'язані з етапами еволюції Землі і визначалися тільки природними чинниками.

На другому, природно-техногенному етапі розвитку ця функція отримала чітку техногенну зумовленість і часто є провідною в разі оцінки сучасного стану екосистем. На урбанізованих територіях, у промислових і гірничодобувних районах, у зонах інтенсивного землеробства саме вона стала визначати комфортність існування, а часто і медико-санітарні умови життя людини. По суті таку якість ця функція одержали лише в епоху техногенезу, коли стали формуватись техногенні геохімічні аномалії. За площею поширення і глибиною впливу на біоту, у тім числі людину, вони значно більш небезпечні від багатьох природних аномалій. Наочним прикладом є так званий “Чорнобильський слід”, який охопив частину території трьох держав – України, Білорусі і Росії.

Систематика:

I. Природні геохімічні поля:

- 1) літогеохімічне;
- 2) гідрогеохімічне;
- 3) сноухімічне;
- 4) атмогеохімічне;

5) біогеохімічне.

II. Техногенні (і природно-техногенні) геохімічні поля:

1) літогеохімічне;

2) гідрогеохімічне;

3) сноухімічне;

4) атмогеохімічне;

5) біогеохімічне.

Отже, об'єктом дослідження в даному випадку є речовинний, хімічний склад компонентів літосфери (гірські породи, мінерали, донні осади, ґрунти, підземні води, нафта, гази) та поля, які вони формують, – природні, природно-техногенні або техногенні. Предметом досліджень є система знань про геохімічні поля різного генезису та їхній вплив на живі організми, у загальному вигляді – знання про геохімічну екологічну функцію та геохімічні властивості літосфери.

Головною відмітною особливістю описуваної функції є її медико-санітарна орієнтованість. Тому у сферу її вивчення потрапляють головню ті геохімічні неоднорідності, які становлять потенційну небезпеку або, навпаки, забезпечують найбільшу комфортабельність стану і життєдіяльності біоти, у т.ч. людини як біологічного виду. По суті саме цим визначається і коло завдань, які вирішують у рамках вивчення цієї функції літосфери.

Геохімічне поле – геохімічно однорідна область, пов'язана значним просторовим нагромадженням якоїсь групи або асоціації елементів.

Функціональними територіальними (точніше – об'ємними) одиницями еколого-геохімічних досліджень є геохімічні зони, геохімічні провінції і геохімічні аномалії, які можна об'єднати загальним терміном геохімічні неоднорідності літосфери.

Геохімічна зона (за О. Ферсманом) – широтна кліматична (ландшафтна) зона з усією сукупністю спричинених нею специфічних особливостей міграції елементів ґрунтового покриву і біосфери.

Геохімічна провінція (за О. Ферсманом) – геохімічно однорідна область, якій притаманні певні асоціації хімічних елементів.

Геохімічні аномалії – ділянки території, у межах яких хоча би в одному з природних тіл статистичні параметри розподілу хімічних елементів відрізняються від геохімічного фону.

Геохімічний фон – середнє значення природної варіації вмісту хімічного елемента.

Така ієрархія дає змогу проводити дослідження і опис геохімічних властивостей літосфери на планетарному (зони), регіональному (провінції) і локальному (аномалії) рівнях. Це стосується і біогеохімічних зон, провінцій і аномалій, які вивчають під час досліджень геохімічної ЕФГС.

Геохімічні неоднорідності літосфери можуть бути зумовлені як підвищеним, так і зниженим вмістом елементів порівняно з фоновим. Залежно від депонувального середовища виділяють такі геохімічні неоднорідності:

- 1) літохімічні – зумовлені складом порід, ґрунтів, донних осадів, техногенних ґрунтів;
- 2) гідрохімічні – зумовлені складом підземних вод);
- 3) атмохімічні – зумовлені газовим складом ґрунтів, гірських порід, підземних вод;
- 4) сноухімічні – зумовлені складом снігового покриву;
- 5) біохімічні – зумовлені складом біоти.

За генезисом виділяють такі геохімічні неоднорідності:

- 1) природні (природно-історичні) – сформувалися під час геологічного життя планети;
- 2) природно-техногенні (новоутворені) – сформувалися в епоху техногенезу внаслідок використання високовідходних технологій за низького рівня впровадження середовищезахисних заходів.

Якщо розглядати їх у часовому аспекті, то найстабільнішими є природні літогеохімічні аномалії, провінції і зони. Інші типи геохімічних неоднорідностей мають значні варіації в часі, які залежать від комплексу фізико-хімічних, біогеохімічних, геодинамічних, техногенних умов.

Зазначимо, що деякі вчені не згодні з тим, що в цю функцію включають біогеохімічну складову. На думку ж більшості, біогеохімічні функціональні

одиниці зумовлені геохімічними властивостями літосфери, однак носіями елементів є рослини. Тому з позицій, які ми розглядаємо, залучення біогеохімічних неоднорідностей у структуру еколого-геохімічних досліджень є не тільки виправданим, а й необхідним.

Загальну схему шляхів впливу речовини літосфери (елементів та їхніх сполук) на біоту можна уявити так:

ГЕОХІМІЧНІ НЕОДНОРІДНОСТІ ЛІТОСФЕРИ: літо-, гідро- і атмогеохімічні.

Депонувальні середовища для:

літогеохімічних неоднорідностей: гірські породи, мінерали → ґрунти → літобіоти → наземна флора → наземна фауна → людина;

гідрогеохімічних неоднорідностей: донні осади, мули → літобіоти → водна флора → водна фауна → людина;

підземні води → людина;

атмогеохімічних неоднорідностей: гази, аерозолі → людина.

Шляхи впливу на людину:

1) харчовий (трофічний) – через трофічний ланцюг від забруднених рослин до тварин і людини;

2) водний (аквальний) – через підземні води, які використовують для питного водопостачання;

3) повітряний (аеральний) – через потрапляння токсикантів у вигляді газу або аерозолів в організм людини.

Сноухімічні аномалії по суті відображають еколого-геохімічний стан атмосфери, підсумовуючи вплив природних атмогеохімічних чинників (дихання Землі), природно-техногенних атмогеохімічних чинників (газові новоутворення у гірничих виробках та ін.) і техногенних чинників (викиди підприємств та ін.) і характеризують динаміку геохімічної ЕФГС у часі. Сніговий покрив відображає контури аерогенного забруднення на період його утворення і дає змогу судити про динаміку процесів, що відбуваються. Під час

сніготанення водорозчинні токсиканти, які в ньому містяться, мігрують у поверхневі води, донні осади і ґрунти. Ареал їхнього поширення значно перевищує контури сноухімічної аномалії.

Орієнтовна шкала оцінювання аерогенних джерел забруднення:

1) Рівень забруднення – середній, помірно небезпечний. Стан атмосферного повітря: перевищення ГДК окремих ЗР (пил, оксиди вуглецю й азоту, сірчаний ангідрид); вміст важких металів вищий від фону. Показники забруднення снігового покриву, стан пилу і ґрунтів: середній рівень забруднення ґрунтів ($Z_c = 16-32$) і снігового покриву ($Z_c = 64-128$). Підвищена запиленість снігового покриву, середньодобове навантаження – 250–450 кг/ кв. км. Вміст свинцю в ґрунті – понад 100 мг/кг.

2) Рівень забруднення – високий, небезпечний. Стан атмосферного повітря: перевищення ГДК комплексу ЗР (пил, оксиди вуглецю й азоту, сірчаний ангідрид); вміст окремих металів (головно свинцю) вищий від ГДК. Показники забруднення снігового покриву, стан пилу і ґрунтів: високий рівень забруднення ґрунтів ($Z_c = 32-128$) і снігового покриву ($Z_c = 128-256$). У складі аномалій є хімічні елементи і ЗР першого класу безпеки (особливо Pb, Cd і Hg) у високих концентраціях. Вміст свинцю у ґрунті перевищує 250 мг/кг. Середньодобовий рівень випадіння пилу – 450–800 кг/кв. км.

3) Рівень забруднення – дуже високий, надзвичайно небезпечний. Стан атмосферного повітря: перевищення ГДК (іноді багатократне) комплексу ЗР, у тім числі низки важких металів. Показники забруднення снігового покриву, стан пилу і ґрунтів: дуже високий рівень забруднення ґрунтів ($Z_c > 128$) і снігового покриву ($Z_c > 256$). У складі аномалій у ґрунті наявний свинець (понад 400 мг/кг), що є індикатором перевищення ГДК інгредієнтів у повітрі. Дуже високе запилення снігового покриву (середньодобове навантаження – 800 кг/ кв. км).

Системи літосфери (гази) – біота (людина) і літосфера (підземні води) – біота (людина) достатньо прості для вивчення. Їхня абіотична складова

представлена одним із компонентів літосфери, який добре вивчений і який оцінюють за нормованими кількісними показниками (ГДК, ГДВ, фон, кларк).

Система, яку аналізують у разі “харчового варіанту” потрапляння поллютантів у людину, достатньо складна. За своєю суттю вона найповніше відображає єдність геохімічного середовища і життя, яка сформувалась у процесі природно-історичної еволюції екосфери Землі, і через рухомі форми елементів виявляється у всіх ланках ланцюжка “гірські породи–підземні води–гази, ґрунти–рослини–тварини–людина”. Тут мінеральна речовина літосфери (породи, мінерали) виступає як мінеральний ресурс, депо накопичення певних мікроелементів, необхідних для розвитку біоти (мікроорганізмів, лишайників, рослин). Вона містить і елементи, токсичні для живих організмів. Підземні води – життєво важлива складова компонента літосфери, яка сприяє залученню водорозчинних елементів земної кори у біогеохімічні взаємодії, формуванню обмінних комплексних сполук, доступних для засвоєння рослинами.

Особливе місце на шляху надходження речовини літосфери до рослин посідає ґрунт, який за генезисом можна трактувати як континентальну біогенно-мінеральну породу. Завдяки комплексу біогеохімічних, фізико-хімічних процесів у ґрунтовому шарі речовина літосфери переходить у активніший стан унаслідок різкого збільшення (у десятки тисяч разів) загальної активної поверхні тонкодисперсної частини ґрунтів порівняно з субстратом, особливо монолітною гірською породою. Біогеохімічними агентами перетворення речовини літосфери є високомолекулярні органічні кислоти (гумінові і фульвокислоти), біогенна сода, біогенні луґи, біогенні гази, продукти життєдіяльності мікроорганізмів, низькомолекулярні органічні кислоти (оцтова, масляна, молочна, винна та ін.). Органічні кислоти здатні до утворення комплексних сполук – челатів, що підвищує можливість організмів засвоювати елементи мінерального харчування, законсервовані у кристалічній гратці мінералу.

У біологічних флюїдах ліганди обмінюються, щоб сформувати термодинамічно стабільні комплекси, з багатозубчастими біологічними молекулами (*chelation*), які запобігають зворотній дифузії. *Chelation* – з гр. челе

– клішня; ліганди розташовані навколо центрального атома як клішні омара. Челація – формування чи наявність двох або більше окремих зв'язків між лігандами і одним центральним атомом. Зазвичай ці ліганди є органічними компонентами, і їх називають челантами, челаторами. Ліганди формують челатовий комплекс з субстратом. Такі комплекси контрастують зі звичайними координаційними комплексами, що складені з монозубчастих ліганд, які мають тільки один зв'язок з центральним атомом.

Завдяки біогеохімічному перетворенню речовина літосфери у ґрунтовому шарі стає доступною для рослин і залучається у трофічний ланцюг. У чому ж виявляється унікальність ґрунту:

1) це продукт біогеохімічного розвитку літосфери (завдяки геохімічній відкритості системи);

2) це середовище мінерального харчування рослин, літобіонтів і область перетворення фізико-хімічних форм міграції речовини літосфери у біогенну;

3) це середовище, яке виконує роль буфера в системі літосфера – біота і літотехнічна система – біота.

Отже, ґрунт – це дзеркальне відображення комплексного впливу на літосферу біогеохімічних, фізико-хімічних і кліматичних чинників.

Зупинимося на деяких моментах, які найоб'єктивніше відображають зв'язок у системі літосфера–рослини. Рухомість металів у ґрунтах та їхня кількість у рослинній масі тісно пов'язані з вмістом органічного вуглецю, значеннями рН і гранулометричним складом. Менш різко виявляється вплив карбонатів кальцію і ємності поглинання, хоча тенденція зв'язку вмісту рухомих форм металів у ґрунті з нагромадженням їх у фітомасі зберігається. Ґрунт і рослинний покрив – це тісно взаємопов'язані блоки єдиної біогеоценотичної системи; перерозподіл елементів у цій системі наочно відображають геохімічні показники.

Беручи до уваги той факт, що приповерхнева частина земної кори є безпосередньо областю мінерального харчування рослин, їх найдоцільніше використовувати як біологічні датчики, які відображають еколого-геохімічне благополуччя території. Рослинний блок вивчають з метою визначення

кількісного складу хімічних елементів, для контролю інтенсивності надходження мікроелементів у трофічний ланцюг. Мікроорганізми є біосубстратом, який найчутливіше реагує на найменші зміни геохімічного середовища, що життєво важливо контролювати у техногенних районах.

У живих організмах трапляються майже всі елементи періодичної таблиці, однак поширені вони нерівномірно. Одних елементів багато, інших – мало, а деякі взагалі наявні у мізерній кількості. Всі хімічні елементи живої речовини можна розділити на постійні та змінні. Вміст змінних елементів коливається в широких межах. Загальна закономірність поширення хімічних елементів у живій речовині полягає в тому, що більше поширені елементи початку таблиці (легкі), а поширеність елементів кінця таблиці (важких) значно знижена.

О. Перельман увів поняття про біофільність хімічних елементів. Кількісно її виражають як кларк концентрації елемента в живій речовині, тобто співвідношення кларка елемента в живій речовині до його кларка в літосфері. Виявилось, що найенергійніше у живій речовині накопичується вуглець, слабше – Н, О, Сl, біофільність решти елементів < 1 . Найменш біофільні Al, Fe, Tl.

Геохімічні особливості ґрунтів, водойм, водоносних горизонтів також впливають на наявність у складі організмів рослин і тварин тих чи інших хімічних елементів.

На ділянках рудних родовищ деякі рослини вбирають з ґрунтовими розчинами різноманітні рудні елементи (Mo, Cu, Pb, Ni, Co тощо) з утворенням так званих біогеохімічних ореолів, що їх використовують геологи під час біогеохімічних розшуків. Класичним прикладом може бути трав'яниста рослина з родини бобових – астрагал (*Astragalus racemosus*), яка на збагачених Se ґрунтах (західна частина Великих рівнин США) нагромаджує до 1,5 мас. % Se.

Вміст золота у ґрунтах нищівно малий, однак у золотоносних районах він зростає до $5,7 \cdot 10^{-5}$, подекуди до $5,7 \cdot 10^{-4}$. У таких місцях зафіксовано збагачення золотом рослин. Наприклад, у корі дерев, які росли на відвалах

старих копалень, виявлено 0,01–2,00 мг Au на 2–7 кг деревини (0,1–1,5 г/т). Зафіксовано постійну наявність золота в деяких рослинах – болотному хвощі, буку, кукурудзі, які ростуть у золотоносних районах. Зокрема, кукурудза на золотоносних ґрунтах містить до 60 г Au на тонну зерна. У золі зерен такої кукурудзи відшукано навіть дрібні золотини пластинчастої та дендритоподібної форми (Словаччина, Грузія).

Суттєво підвищені концентрації певних хімічних елементів на окремих ділянках привели до того, що в процесі еволюції деякі рослини стали виростати тільки за високого вмісту цих елементів. Такі рослини отримали назву рослин-індикаторів. Серед них виділяють універсальні та локальні. Перші ростуть винятково в районах з підвищеним вмістом конкретного елемента (наприклад, віка отруйна (бобові) – росте тільки на збагачених селеном ґрунтах, захід США). Другі (локальні) часто досить поширені і тільки в окремих районах за певних ландшафтно-геохімічних умов стають індикаторами підвищених концентрацій хімічних, тобто індикаторами забруднення НС (наприклад, вовча ягода – локальний індикатор на кобальт і мідь у Туві)

Приклади фізіологічних та морфологічних змін рослин, зумовлених забрудненням ґрунтів металами: Al – короткі шишкуваті корені, плямистість, скоцюрблене листя; Cr – жовте листя з зеленими прожилками; Cu – змертвілі плями на кінчиках нижніх листків, багряні стебла, хлорозні листки з зеленими прожилками, затримане в рості коріння, у деяких видів повзучі безплідні форми; Mn – хлорозне листя, вражені стебла, скручені й сухі ділянки по краях листя, деформація пластинки листка; Mo – затримка в рості, жовто-оранжеве забарвлення; Zn – хлорозні листки з зеленими прожилками, білі карликові форми, змертвілі плями на кінчиках листків, затримка в рості коріння.

3.2. Природні геохімічні поля й аномалії

Літогеохімічні поля й аномалії. Природні літогеохімічні аномалії зумовлені геолого-структурними особливостями району, його металогенією, літогеохімічною спеціалізацією гірських порід, літолого-мінералогічними

особливостями, а також фізико-хімічними умовами міграції елементів та їхніх комплексних сполук.

У багатьох місцях такі зони можуть бути приурочені до певних структур або збігатися з глибинними сейсмоактивними зонами чи вузлами перетину глибинних розломів.

Аномалії хімічних елементів у районах рудних родовищ фіксують екстремальні еколого-геохімічні ситуації, відомі в природі. Еколого-геохімічні особливості таких районів визначають типоморфні асоціації елементів.

Наприклад:

ртутні родовища: Hg–Ba–Ag–Pb–Zn–Cu–Co–Ni–Sn–Mo–W;

мідно-молібденові родовища: Cu–Mo–As–Ag–Pb–Zn–Bi–Co–Ni–Be–W;

рідкіснометалеві пегматити: Li–Pb–Cs–Nb–Sn–Ta–W–Be–As.

Видно, що переважна більшість елементів – це сильні токсиканти.

Гідрогеохімічні провінції й аномалії. Природні гідрогеохімічні провінції й аномалії зумовлені геолого-структурними умовами району, літогеохімічною спеціалізацією гірських порід, їхніми літолого-мінералогічними та фізико-хімічними особливостями. Роль підземних питних вод у формуванні екологічного стану середовища значна, оскільки саме склад підземних вод як компонентів літосфери, використовуваних для пиття, безпосередньо впливає на фізіологічні функції людини та її здоров'я.

У межах патогенних гідрогеохімічних аномалій склад підземних вод збагачений одним або декількома елементами. Найчастіше виводять підземні води з розряду кондиційних підвищені вмісті сполук N, Mn, Fe, Sr, Se, As, F, Be, органічні речовини (вуглеводні та їхні різноманітні похідні).

Головні природно-геохімічні процеси, які приводять до формування гідрогеохімічних аномалій:

1) збільшення мінералізації підземних вод, яке відбувається за рахунок двох природних геохімічних процесів – випаровувального концентрування ґрунтових вод, що загалом характерне для аридної зони, а також розчинення і дифузного розсолення мінералів галогенних формацій і первинних

седиментаційних розсолів. Збільшення мінералізації підземних вод здійснюється внаслідок появи в них добре розчинних хлоридних і сульфатних сполук натрію і калію;

2) зміна співвідношення між концентраціями компонентів, які лімітують розподіл нормованих хімічних елементів;

3) зміна Eh і рН підземних вод. Наприклад, у разі зростання окисно-відновного потенціалу зростають концентрації змінно-валентних компонентів: Zn, Cu, Pb, Se, Cd. Перші три елементи є типоморфними для підземних вод районів сульфідних родовищ. Проте їх ГДК високі, і для питного водопостачання вони зрідка є небезпечні. У ґрунтових і напірних водах, які мають високі значення Eh (понад +200 мВ), найбільше небезпечний селен, оскільки такі води мають схильність до його накопичення. Селенові гідрогеохімічні аномалії є тільки в селенових металогенічних зонах. Такими гідрогеохімічними провінціями є Донецька, Молдавська, Уральська та ін.

4) збільшення концентрації компонентів, які є лігандами для елементів-комплексоутворювачів (ліганди – молекули та йони, пов'язані з центральним іоном у комплексні сполуки). Дуже важлива роль процесів комплексоутворення між органічними й неорганічними речовинами. Найважливіші ліганди, які впливають на розподіл Fe, Hg, Be у близько-нейтральних водах, – це фульвінові та гумінові кислоти і фтор. Завдяки утворенню аніонів-лігандів і збільшенню їхньої концентрації в підземних водах відбувається інтенсифікація розчинності твердої фази і активніше надходження у водне середовище йонів дво- і тривалентного заліза, двовалентної ртуті, двовалентного берилію.

У районах розвитку рудних родовищ тип зруденіння зумовлює елементний склад підземних вод. Відповідно до цього саме від складу основних асоціацій типоморфних мікроелементів залежать екстремальні еколого-геологічні умови існування біоти в цих районах.

Атмогеохімічні аномалії зумовлені геолого-структурними особливостями літосфери, які визначають її проникність. Розчинені у зовнішньому ядрі гази виходять на поверхню Землі головню в рифтових зонах – величезних розколах літосфери, які зливаються в єдину світову систему і

утворюють патогенні атмогеохімічні зони. У них потоки флюїдів за інтенсивністю на два порядки перевищують потоки в інших геоструктурних зонах.

Виділення ендогенних газів в еколого-геохімічному аспекті приводить до зміни ґрунтової і приземної атмосфери з утворенням атмогеохімічних ореолів. Вони представлені багатоконпонентною сумішшю з вуглекислого газу, водню, метану, алканів, алкенів, аргону, гелію, ртуті, летких сполук важких металів, сірчаних і різноманітних вуглеводневих сполук, певних ароматичних вуглеводнів, бенз(а)піренів і ціанідів, іноді у достатньо помітних концентраціях. Зі всіх радіонуклідів найбільше небезпечні для здоров'я людини ізотопи радону та продукти їхнього радіоактивного розпаду, оскільки вони майже безперешкодно проникають в організм через дихальні шляхи і накопичуються у всіх життєво важливих центрах.

Наочними індикаторами патогенного впливу зон підвищеної проникності (зон розломів і підземних водотоків) є рослини, передусім, деревні форми, які розвиваються на одному місці десятки років. На аеровисотних і космічних знімках видно: у районах, де є потужний чохол пухких відкладів, зони розломів виділяються у вигляді протяжних смуг, які відображають зміну складу й інтенсивності рослинного покриву.

У чому полягає небезпека: не тільки прямий вплив на людину, а й проникнення подібних газів і металовмісних газоподібних флюїдів і металоорганічних сполук у підземні води, рослинний покрив, у мікробіологічну складову ґрунтів і ґрунтоутворних порід. Дослідження, проведені геохіміками на території Карелії, засвідчили таке: у зоні активного розлому за добу з площі потоку близько 10 кв. см вміст Pb становив порядку 12 мкг, а Al – до 250 мкг. Крім того, значна кількість частинок має радіус менше мікрона, тому вони потрапляють у легені і там залишаються. У цьому разі багато речовин, які нешкідливі в аерозольному стані, стають надзвичайно небезпечні.

Біогеохімічні провінції й аномалії. Дослідження засвідчують, що поглинання хімічних елементів рослинами і чинники формування хімічного

складу рослин за нормального (фонового) і аномального їх вмісту у живильному мінеральному середовищі суттєво відрізняються. Зокрема, для районів розвитку інтенсивних аномалій (наприклад, рудних) виділено чотири головні чинники, під впливом яких вміст хімічних елементів варіює в сотні і навіть тисячі разів:

- 1) вміст елементів у зовнішньому середовищі (порода, підземні води, ґрунт);
- 2) форми наявності елементів у живильному середовищі, які визначають їхню доступність для рослин;
- 3) наявність чи відсутність у різних видів, органів, частин органів рослин бар'єрів (порогів) поглинання елементів за їхнього високого вмісту в живильному середовищі;
- 4) ступінь контакту коріння рослин з локальними джерелами певного елемента у зовнішньому середовищі.

Перелічені чинники мають суттєве значення для всіх типів аномалій, де концентрації хімічних елементів у компонентах земної кори зіставні або перевищують їхній вміст у рудних зонах.

Біогеохімічні провінції – це області на Землі, які відрізняються від сусідніх за рівнем вмісту в них хімічних елементів і внаслідок цього спричиняють різну біологічну реакцію з боку місцевих флори і фауни. У крайніх випадках унаслідок різкої нестачі або надлишку вмісту якихось елементів у межах даних біогеохімічних провінцій виникають біогеохімічні ендемії – захворювання рослин і тварин. Отже, біогеохімічні ендемії – це, по суті, індикатори негативного впливу геохімічної складової літосфери на розвиток біоти.

3.3. Техногенні геохімічні поля та аномалії

Літогеохімічні – формуються внаслідок активної господарської діяльності людини (хімічні, металургійні підприємства, розробка родовищ корисних копалин, транспортні магістралі, сільськогосподарські райони та ін.)

або внаслідок техногенних катастроф (Чорнобильська АЕС, Челябінський комбінат). Верхня частина земної кори – ґрунти, гірські породи, донні осади – відіграє роль акумулятора, трансформатора техногенного забруднення.

Сумарний коефіцієнт ноосферної концентрації C_n :

$$C_n = C_1/N_{n1} + C_2/N_{n2} + \dots + C_i/N_{ni},$$

де C – вміст компонентів у даному продукті, N_n – кларки відповідних компонентів у ноосфері (біосфері), i – кількість аномальних елементів.

Найвище значення C_n характерне для вугілля. Саме у разі використання вугілля у ландшафти надходить надлишкова кількість крайньою мірою 25 елементів, у т.ч. вуглецю, важких металів, урану. Значно нижче C_n для інших горючих копалин – нафти і газу, хоча з ними надходить надлишкова кількість C, N, S, I, Cd , а з інертних газів – He, Ar .

Для характеристики територіальних особливостей геохімічного техногенного впливу використовують регіональний сумарний коефіцієнт ноосферної концентрації C_n^s :

$$C_n^s = D_1C_{n1} + D_2C_{n2} + \dots + D_kC_{nk},$$

де D – техногенний тиск різних продуктів на досліджуваній території; k – кількість аномальних елементів.

На локальному рівні об'єктивну картину формування техногенних геохімічних аномалій фіксують за допомогою натурних досліджень у ґрунтах, донних осадах, гірських породах. Нині широкі комплексні роботи з оцінювання геохімічної ситуації проводять у районах великих міських агломерацій. Техногенні ореоли у ґрунтах і гірських породах фіксують інтенсивне забруднення протягом останніх 20–50 років. Мінімальний час формування контрастних педогеохімічних аномалій залежить від типу впливу і становить у середньому 5–10 років. Проте для таких елементів, як арсен і цинк, це може бути і один–два роки. Ореоли у ґрунтах більш статичні, ніж у повітрі, снігу чи рослинах, оскільки вони здатні акумулювати полютанти протягом усього періоду техногенного впливу.

Нині розроблено спеціальні діаграми-визначники ЗР, супутніх певним типам промислових підприємств.

Гідрогеохімічні. Техногенні гідрогеохімічні аномалії формують, головню, сполуки азоту (передусім, нітрати), Al, Fe, Mn, Be, Cd і Hg. Окремі стійкі забруднювачі є небезпечні через накопичення їх у харчових ланцюгах; це може привести до шкідливого впливу на високих трофічних рівнях (хлорорганічні пестициди, ПХВ (поліхлорбіфеніли), деякі важкі метали і радіонукліди).

Наприклад, формування нітратних гідрогеохімічних аномалій – явище, характерне для розвинутих країн (Велика Британія, Англія, Нідерланди, Росія, США). За наявних темпів внесення добрив швидкість збільшення нітратів у таких водах становить 0,1–0,6 мг/л за рік. Це сприяє збільшенню токсичності ґрунтових вод і ендемічних захворювань. Швидкість вертикального руху нітратів у водоносних вапняках і пісковиках становить близько 1 м/рік, тому забруднення напірних вод продуктивних горизонтів артезіанських басейнів нітратами – нині вже широко поширене явище.

Сучасна господарська діяльність зумовлює зниження Eh верхніх водоносних горизонтів завдяки надходженню неокиснених органічних сполук з промисловими, сільськогосподарськими та комунально-побутовими стоками. Внаслідок цього Eh підземних вод зменшується до +250 мВ і менше, що створює умови для міграції й нагромадження у водах амонію, а також сполук хімічних елементів з органічними речовинами.

Атмогеохімічні. Техногенні атмогеохімічні аномалії формуються внаслідок розробки родовищ вуглеводневої сировини, витоків із газосховищ і газопроводів, утворення газу у сховищах побутових відходів та ін. Звичайно їхнє формування відбувається на локальному рівні.

Утворення газів у сховищах твердих побутових відходів пов'язане з перебігом анаеробних мікробіологічних реакцій з органічними компонентами побутових відходів. Ці гази містять головню метан, CO₂ і азот, крім того, утворюються смердючі гази – сірководень, меркаптани (R-SH), альдегіди (R-CHO) у різній концентрації (аж до 150 млн⁻¹). Газовий склад залежить від тривалості зберігання і фази бродіння. Аеробна фаза відбувається протягом декількох тижнів, а анаеробне кисле бродіння (гниття) може тривати декілька років.

У сховищах спеціальних (промислових відходів) звичайно не відбуваються мікробіологічні процеси, оскільки концентрація отруйних речовин у відходах набагато перевищує межу їхньої токсичності для мікроорганізмів. Виділення газоподібних речовин звичайно зумовлене переміщенням речовин, які є у сховищі, на поверхню складованих матеріалів.

Біогеохімічні. Формування техногенних біогеохімічних аномалій відбувається внаслідок активного залучення поллютантів у біогеохімічний цикл у зв'язку з інтенсивним застосуванням мінеральних та органічних добрив та розвитком промисловості. Нині найбільше змінені біогеохімічні цикли основних біофільних елементів: N, P, C, K, Ca, Mg. Наприклад, у степових ландшафтах техногенне підкислення чорноземів (кислотні дощі, внесення добрив тощо) приводить до інтенсивного винесення основ (Ca, Mg), есенціальних елементів (Fe, Cu, Zn, Mn, Co та ін.), гумусу. Унаслідок цього різко знижується врожайність сільськогосподарських культур, тварини і людина не отримують життєво важливих елементів. Виникають захворювання – гіпомікроелементози: зумовлені міддю – хвороба Менкеса (вражається центральна нервова система), цинком – уроджені пороки розвитку, манганом – діабет тощо. Розвиваються хвороби – гіпермікроелементози – у разі накопичення в приповерхневій частині земної кори токсикантів: Pb – свинцева енцефалопатія, невропатія, Hg – хвороба Мінамата, енцефалопатія, Cd – кадмієві риніти, нефропатія, кардіоміопатія та ін.

Отже, у зоні формування геохімічних техногенних аномалій токсиканти залучаються в біогеохімічний цикл, що веде до появи значних патогенних для живих організмів провінцій, небезпечних для здоров'я людей.

На сучасному етапі формуються техногенні геохімічні поля й аномалії у всіх компонентах геологічного середовища. Часто ініціаторами їхнього розвитку є речовини і процеси, не характерні для природної літосфери. Сучасні техногенні комплекси сильно трансформують природні геохімічні екологічні властивості літосфери як біотопу екосистеми. Це негативно впливає на її біотичну складову, перевищує адаптаційні можливості організмів і провокує розвиток патогенних явищ.

Змістовні задачі екологічної геології стосовно геохімічної ЕФГС:

- 1) вивчення природних і техногенних геохімічних полів для оцінки їхнього впливу на біоту і виділення патогенних аномалій;
- 2) оцінка екологічних наслідків геохімічного впливу на літосферу (включно з підземними водами) різних видів господарської і технічної діяльності людини;
- 3) оцінка рівня біологічного дискомфорту територій, зумовленого геохімічним патогенним впливом на біоту;
- 4) цільове районування території за рівнем біологічного дискомфорту від геохімічних неоднорідностей літосфери;
- 5) рецептура і технологія знешкодження та вилучення з природних колообігів токсичних і радіоактивних елементів і сполук шляхом осадження та ізомерних заміщень, нагромадження і нейтралізації на геохімічних бар'єрах, розведення для зниження негативного впливу на біоту;
- 6) оцінка стану й динаміки зміни хімічного складу (якості) підземних вод, які використовують для питного водопостачання для забезпечення екологічно чистого водопостачання населення;
- 7) оцінка захищеності підземних вод від антропогенного забруднення з урахуванням екологічних вимог;
- 8) оцінка стійкості (або чутливості) територій до антропогенного забруднення за екологічними критеріями;
- 9) еколого-геологічне обґрунтування управлінських рішень зі зниження геохімічно зумовленого дискомфорту проживання населення.

3.4. Геохімічні провінції та поширеність геохімічних ендемічних захворювань в світі

Геохімічні провінції- окремі області і райони, що характеризуються специфічним переважанням певних хімічних елементів. Ендемічні

захворювання обумовлені надлишком або нестачею в навколишньому середовищі певних хімічних елементів.

На основі біогеохімічних досліджень створена загальна біогеохімічна теорія ендемій і отримана можливість закономірного систематичного вивчення біогеохімічних провінцій і ендемічних захворювань, які призводять до порушення обміну речовин, зумовленим надлишком або недоліком певних хімічних елементів. В даний час відомо велика кількість подібних ендемій.

1) Ендемія стронцію

Ендемічні остео - і хондро-дистрофії викликаються надлишком стронцію в раціоні (уровська хвороба) в Читинській, Амурської областях, в Таджикистані, в Північно-Східному Китаї, в центральній частині півдня Корейського півострова. Попередження виникнення уровської хвороби у людини може бути досягнуто поліпшенням загального і мінерального живлення з збільшенням у раціоні солей кальцію в період вагітності і в ранньому дитячому віці, коли зростаючий організм особливо потребує мінеральних речовин.

2) Ендемія бору

На території Арало-Каспійської низовини виявлена біогеохімічна провінція з підвищеним вмістом бору в ґрунті, воді і в харчових продуктах, що призводить до виникнення ендемічних ентеритів серед тварин і людей, що проживають в даній місцевості. В умовах борних біогеохімічних провінцій надходження бору в організм людини зростає в кілька разів. При цьому порушується нормальна функція кишечника, що проявляється в запальних процесах (ентеритах). Хвороба супроводжується діареєю, схудненням, загальним ослабленням організму. В основі механізму виникнення хвороби лежить порушення вуглеводного та білкового обміну, оскільки підвищена концентрація бору пригнічує ферментні системи, каталізують процеси нормального засвоєння вуглеводів і білків.

3) Ендемія кремнію

При аналізі захворюваності населення Чувашії виявлений закономірний зв'язок між поширенням сечокам'яної хвороби і з вмістом кремнію в питній воді і харчових продуктах. Систематичне споживання протягом довгого часу води, забрудненої кремнієм, викликає розвиток хронічного захворювання нирок - ендемічної нефропатії, за якої часто виникає захворювання на рак сечового тракту.

4) Ендемія молібдену

У людини в біогеохімічних провінціях, багатих молібденом, спостерігається підвищення вмісту в крові молібдену, активності ксантинооксидази і посилене окислення сечової кислоти, що призводить до виникнення ендемічного захворювання типу подагри.

5) Ендемія фтору

Фтор належить до найбільш поширених хімічних елементів земної кори. Збагачення ґрунтів фтором відбувається в результаті вивітрювання порід, а також за рахунок метеорних вод, вулканічних і промислових викидів. При систематичному використанні питної води, що містить надлишкові кількості фтору, серед населення розвивається ендемічний флюороз. Зазначається характерне ураженні зубів, порушення процесів окостеніння, виснаження організму. У важких випадках відзначаються генералізований остеосклероз або дифузний остеопороз кісткового апарату, кісткові відкладення на ребрах, трубчастих кістках, кістках тазу, осифікація зв'язок і окостеніння суглобів. Надлишкові кількості фтору знижують обмін фосфору і кальцію в кістковій тканині, порушують вуглеводний, фосфорно-кальцієвий, білковий та інші обмінні процеси, пригнічують тканинне дихання та ін. Якщо надлишкові кількості фтору питної води викликають 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. Карієс зубів сприяє розвитку інших захворювань порожнини рота (тонзиліту, ревматоїдного стану), порушення процесу травлення та ін.



Найбільш поширені такі ендемічні захворювання:

1. Ендемічний зоб. Захворювання пов'язане з низьким вмістом йоду в ґрунті, воді, рослинах даної місцевості.
2. Флюороз - захворювання, що виникає при надходженні в організм надлишкової кількості фтору і виражається в ураженні зубів, емаль яких набуває плямистий вид. Флюороз може розвиватися при вмісті фтору у воді більше ніж 1,5 мг/л.
3. Карієс. Частота виникнення карієсу зубів значно підвищена в районах з недостатнім вмістом фтору в питній воді (менше 0,5 мг/л).
4. При підвищенні концентрації солей азотної кислоти (нітратів) в воді спостерігається значне підвищення кількості метгемоглобіну в крові з розвитком ціанозу.
5. Ендемічні остео- і хондродистрофії викликаються надлишком стронцію в раціоні (уровская хвороба).

6. У людини в біогеохімічних провінціях, багатих молібденом, спостерігається підвищення вмісту в крові молібдену, активності ксантинооксидази та посилене утворення сечової кислоти, що призводить до виникнення ендемічного захворювання типу подагри.

На території СНГ виявлено та вивчено біогеохімічні провінції з дефіцитом йоду в ґрунтах та кормах, дефіцитом та надлишком фтору у питній воді, надлишком бору в кормах, надлишком та дефіцитом міді в ґрунтах, дефіцитом кобальту та ін. Розрізняють біогеохімічні провінції з пониженим вмістом окремих елементів, що пов'язані з особливостями складу ґрунтоутворюючих порід або з інтенсивним проявленням елювіального процесу. Також виділяють біогеохімічні провінції з підвищеним вмістом елементів, що формуються в розташуванні рудних родовищ, в районах акумулятивних ландшафтів.

Підвищені концентрації можуть бути також зумовлені викидами крупних промислових підприємств та забруднюючим впливом мегаполісів. Наприклад, в середньому в Росії приблизно 2/3 дорослих і 3/4 дітей можуть бути віднесені до групи ризику по гіпоелементозам, тобто дефіцитам від одного до декількох важливих макро- і мікроелементів одночасно. Приблизно 1/3 населення зазнають впливу гіперелементозів, а в індустріальних районах, і особливо в зонах екологічного лиха, гіперелементози можуть зустрічатися серед 90% дитячого і дорослого (по окремим професійним групам) населення.

Прикладами **біогеохімічних провінцій** (Б.п.) можуть бути випадки збільшення щитовидної залози у людей в регіонах, де в ґрунті, повітрі та питній воді спостерігався брак йоду.

Іншим прикладом може бути пошкодження емалі зубів і розвиток ендемічного флюорозу внаслідок надлишку фтору в питній воді.

При підвищеному вмісті в природних водах стронцію - конкурента кальцію - з'являється так звана уровська хвороба, або хвороба Кашина-Бека, яка була виявлена у жителів Забайкалля, які проживають в прибережному районі р. Уров (права притока р. Аргунь), а також у їхніх домашніх тварин. Хвороба

проявлялася в важких ураженнях кістково-суглобового апарату - викривленні кісток, їх підвищеної крихкості, болях в суглобах.

Надлишок селену (певні райони Китаю, Центральної і Південної Америки, Туркменістану) веде до випадання волосся і захворювань шкіри. Подібні явища фіксуються і в деяких районах Венесуели, де місцеве населення споживає так званий мавпячий горох, що містить підвищену кількість селену. Механізм його дії на організм обумовлений спорідненістю селену з сіркою, яку він заміщає в молекулах білків, амінокислот і багатьох інших компонентів тканини, особливо нервової. Показово, що антидотом при селеновому токсикозі виявився миш'як, який також має спорідненість з сіркою.

В Австрії, Новій Зеландії тварини гинули від недокрів'я і загальної слабкості, так як в траві містилося недостатня кількість кобальту. Вівці, а також велика рогата худоба, як і інші жуйні тварини, відчують особливу потребу у вітаміні B₁₂, що містить Co.

В Англії серед ягнят поширена хвороба «вигнута спина» (ензоотична атаксія), викликана підвищеним вмістом в траві цинку або свинцю. Ця хвороба виліковується додаванням в їжу міді.

В Австралії в деяких регіонах надлишок марганцю веде до захворювання, нагадують хвороба Паркінсона, а також до хронічних марганцевих інтоксикацій.



Марганцевий паркінсонізм — специфічне ураження стріопалідарної системи. Для такого стану характерне дифузне ураження головного мозку з переважним наростанням екстрапірамідних симптомів. На цій стадії спостерігається маскоподібність обличчя, хворі мляві, апатичні, безініціативні, малорухомі, рухи різко уповільнені, часом з'являється емоційна вибуховість, що супроводжується насильницьким плачем і сміхом.

Так, рослини, які виростили в районах, ендемічних з утримання в ґрунті селену, можуть накопичувати до 5000 мг/кг цього мікроелемента. Вживання такої фітомаси, отриманої на лужних землях США, Канади, Ірландії, призводило до отруєння людей і масової загибелі сільськогосподарських тварин. Селеновий токсикоз отримав назву «лужної» хвороби. У той же час селен - біомікроелемент, і він обов'язково повинен надходити в організм людини в фізіологічно оптимальній добовій дозі (0,05-0,2 мг). У деяких регіонах Китаю, Єгипту та Швеції вміст селену в ґрунтах значно менше Кларка (середній вміст в земній корі). Таке низький вміст селену в ґрунті і відповідно в рослинних продуктах є причиною виникнення хвороби Кеша - селенового гіпомікроелементоза, при якому спостерігається ювенільний кардіопатія, підвищений ризик розвитку атеросклерозу, гіпертонічної хвороби, ендокринопатій, новоутворень, зустрічаються хронічний дерматит (свербіж, злущування шкіри), артралгія.

Встановлено зв'язок між підвищеним вмістом у ґрунті молібдену і захворюваністю молібденової подагри, раком стравоходу, порушенням репродуктивної функції. Молібденова подагра (гіпермікроелементоз молібдену) є ендемічним захворюванням для деяких районів Вірменії (Анкаван і Кадражан). Надмірне надходження молібдену в організм людини (добова потреба становить 0,1-0,3 мг) призводить до підвищення активності ксантинооксидази і посиленого утворення сечової кислоти та її солей (уратів).

В деяких районах Забайкалля, Східної Сибіру (Читинська, Амурська, Іркутська області), Кореї та Китаю зареєстрована так звана уровська хвороба, або хвороба Кашина-Бека. У ґрунтах цих регіонів підвищений вміст багатьох мікроелементів (стронцію, заліза, марганцю, цинку, свинцю, срібла, фтору) на тлі низького вмісту кальцію. Хвороба Кашина-Бека (ендемічний полігіпермікроелементоз) протікає у вигляді остеодеструкуючого остеоартрозу, особливо міжфалангових (ведмежа лапа), кульшових суглобів і хребта (качина хода).

Забруднення ґрунту миш'яком призводить до копитної хвороби, яку вперше зареєстрували в Японії. Захворіли понад 12 тис. осіб, з них 120 дітей

померли. Захворювання проявлялося ознаками гіперкератозу, спостерігалися випадіння волосся, ламкість нігтів, неврит, параліч, порушення зору, ураження печінки. Була доведено зв'язок міжвмістом миш'яку в ґрунті і рівнем захворюваності на рак шлунка.

В даний час, крім природних ендемічних з того чи іншого хімічного елементу ґрунтових регіонів, з'явилися штучні біогеохімічні райони і провінції. Їх поява пов'язана з використанням різних пестицидів, мінеральних добрив, стимуляторів росту рослин, а також з надходженням в ґрунт промислових викидів, стічних вод та відходів.

Населення, які тривалий час проживає в цих провінціях, постійно піддається несприятливого впливу екзогенних хімічних речовин. В таких штучних геохімічних провінціях відзначаються підвищення рівня захворюваності, кількості випадків вроджених каліцтв і аномалій розвитку. Крім того, зменшується здатність ґрунту до самоочищення. Крім віддалених наслідків, в штучних геохімічних провінціях спостерігаються випадки не тільки хронічних, але і гострих отруєнь при використанні ручної праці та проведенні механізованих робіт на сільськогосподарських полях, присадибних ділянках, садах, оброблених пестицидами, а також на земельних угіддях, забруднених екзогенними хімічними речовинами, що містяться в атмосферних викидах промислових підприємств. Так, наприклад, забруднення ґрунту фтором за рахунок викидів промислових підприємств приводило до некрозу листя виноградної лози і абрикосових дерев в долині они (Швейцарія). Вживання продуктів рослинного походження, вирощених на ґрунті з високим вмістом фтору, призводило до розвитку флюорозу. Реєстрували порушення кровотворення у дітей, а також фосфорно-кальцієвого обміну, збільшення кількості хворих з ураженням печінки та нирок, гастритом.

Такий забруднювач, як нікель, є токсичним для рослин, ґрунтових мікроорганізмів і людини. Він пригнічує гідролітичні ферменти в грубогумусній опідзоленого лісової ґрунті. Техногенне забруднення ґрунту нікелем негативно впливало на здоров'я населення, в результаті чого підвищувався рівень захворюваності на шизофренію, рак легенів і шлунку.

Підвищений внаслідок надходження з промисловими викидами вміст у ґрунті бору приводило до виникнення борного ентериту.

У незабрудненій ґрунті ртуть зазвичай знаходиться у вигляді слідів. Надходження ж у ґрунт навіть незначних кількостей ртуті впливає на її біологічні властивості. Тут знижує амоніфікуючу і нитрифікуючу активність, дія дегідрогеназ. Підвищений вміст ртуті несприятливо впливає на організм людини. Спостерігаються збільшення частоти захворювань нервової та ендокринної систем, сечостатевої системи у чоловіків, зниження фертильності.

У свинцевих штучних біогеохімічних провінціях збільшувалося число випадків захворювань кровотворної і репродуктивної систем, органів внутрішньої секреції, частішали випадки злоякісних новоутворень різної локалізації. Крім того, свинець пригнічує діяльність не тільки нитрифікуючих бактерій, але і мікроорганізмів - антагоністів кишкової і дизентерійної паличок Флекснера і Зонне, збільшує терміни самоочищення ґрунту. До мікроелементів, підвищений вміст яких в ґрунті призводить до несприятливих змін, відносяться також ванадій, талій, вольфрам і ін..

Аналогічно накопиченню в ґрунті неорганічних хімічних елементів і речовин надлишковий вміст органічних хімічних сполук призводить до утворення штучних геохімічних провінцій. До них відносяться перш за все пестициди.

Ендемічний зоб. Вже стародавнім лікарям були відомі захворювання, що характеризуються збільшенням щитовидної залози і мають назву ендемічний зоб. За даними ВООЗ, зараз на земній кулі нараховується близько 200 млн таких хворих, а в зоні ризику йодної нестачі перебуває 1 млрд людей, з них 710 млн. - в Азії, 60 млн. - в Латинській Америці, 227 млн. - в Африці 30 млн. в Європі. Близько 6 млн. людей страждають кретинізмом внаслідок дефіциту йоду. Установлено, що причиною ендемічного зоба є дефіцит йоду в біосфері: це підтверджено експериментальними даними, результатами геохімічного аналізу й успіхами профілактики захворювань препаратами йоду. Велики

осередки ендемічного зоба є в США, Єгипті, Бразилії, Швейцарії, Індії, західних районах Китаю. Ендемічний зоб найпоширеніший у високогірних районах, а також у лісистих місцевостях з підзолистим ґрунтом. У районах чорноземних ґрунтів ендемічний зоб не зустрічається.

Уже в античні часи лікарі рекомендували використовувати в харчуванні населення ендемічних щодо зоба регіонів морські водорості (1 кг морської капусти містить 2 г йоду).

Для профілактики ендемічного зоба треба підвищити вміст йоду в харчовому раціоні населення ендемічних регіонів шляхом додавання до кухонної солі йодиду калію (25 г на 1 т); підгодовування худоби йодованою сіллю з метою підвищити вміст йоду в м'ясо-молочних продуктах; призначення таблеток антиструміну (йодид калію) вагітним та матерям, які годують груддю, а також дітям. В Індонезії жінкам дітородного віку вводять йодовану олію в ін'єкціях, ефект від яких зберігається протягом 5 років. В цій же країні у 1983 році прийнята спеціальна постанова, яка забороняє використання нейодованої солі.

Флюороз — ендемічна хвороба людини, яка також пов'язана з геохімічними чинниками: вона виникає в разі тривалого надмірного надходження до організму фтору та його сполук. Біогеохімічні провінції з підвищеним вмістом фтору у воді характеризуються випадками ендемічного флюорозу, який найчастіше обмежується ураженням зубів. Спочатку на симетричних зубах з'являються по дуже помітні плями, потім — жовто-бура пігментація, емаль стирається, коронка деформується. Якщо концентрація фтору у воді перевищує 10 мг/л, з'являються зміни в кістках (грибовидні та дзьобовидні кісткові вирости, закостеніння зв'язок), стійкі ураження печінки, травного каналу.

Запропонована класифікація якості питної води за вмістом фтору.

Дуже низька концентрація фтора — до 0,3 мг/л. Враженість населення карієсом зубів в 3-4 рази більше, ніж при оптимальній концентрації фтора; у

дітей спостерігається затримка окостеніння та дефекти мінералізації кісток. Плямистість емалі зубів I ступеню можспостерігатись у 1-3% населення.

Низька концентрація фтора — 0,3-0,7 мг/л. Враженність населення карієсом зубів в 2-3 рази більше, ніж при оптимальній концентрації фтора; Плямистість емалі зубів I ступеню можспостерігатись у 3-5% населення.

Оптимальна концентрація фтора — 0,7-1,1 мг/л. Враженність населення карієсом зубів близька до мінімальної.

Підвищенна, але ще допустима концентрація фтору при відсутності інших джерел водопостачання 1,1-1,5 мг/л. Захворюваність на карієс зубів мінімальна. Легкі форми флюорозу спостерігаються у 20% населення.

Концентрація більше можливо допустимої — 1,5-2 мг/л. Захворюваність на карієс зубів трохи більше, ніж мінімальна. Легкі форми флюорозу спостерігаються у 30-40% населення.

Висока концентрація фтору — 2-6 мг/л. 30-100% населення вражені флюорозом, у багатьох спостерігається тяжка форма — плями та ерозії емалі коричневого кольору, підвищена зтираємість и ламкість зубів. Серед дітей частішають випадки відставання в розвитку, окостенінні та мінералізації кісток

Дуже висока концентрація фтору — 6-15 мг/л. Враженість населення карієсом зубів значно більше мінімальної. До 80 - 100% населення вражені флюорозом, у багатьох спостерігається тяжка форма — плями та ерозії емалі коричневого кольору, підвищена зтираємість и ламкість зубів. Серед дітей частішають випадки відставання в розвитку, окостенінні та мінералізації кісток, у дорослих зміни кісток за типом остеосклерозу.

Фтор володіє вузьким діапазоном фізіологічних доз: легкі форми флюорозу можуть спостерігатись в 20% випадків при вживанні води з вмістом 1,5 мг/л фтору. Підвищується захворюваність карієсом зубів у населення, що користується водою із вмістом фтору 0,7 мг/л и менше.

У працівників алюмінієвої промисловості, які зазнають впливу сполук фтору, спостерігають професійний флюороз, для якого характерні не тільки зміни зубів та опорно-рухового апарату, а й захворювання дихальних шляхів, носові кровотечі, руйнування носової перегородки тощо.

Дефіцит або надлишок тих чи інших мікроелементів в організмі призводить до зниження продуктивності у свійської худоби. Найчастіше у свійської худоби спостерігаються полігіпомікроелементози. Це пов'язано з тим, що ґрунти, а внаслідок цього і рослини містять недостатню або надмірну кількість одночасно кількох мікроелементів

Ранню діагностику мікроелементозів проводять дотримуючись специфічної схеми клініко-лабораторних досліджень: визначають зміни у розвитку тварин (ріст, маса, пропорційність частин тіла), відмічають випадки мертвонароджених; аналізують раціони за вмістом і співвідношенням основних поживних речовин, особливості стану шкіри, зубів, слизових оболонок. Серед 10% тварин проводять клінічні обстеження (біохімія крові з визначенням вмісту мікроелементів у крові: кальцію, фосфору, магнію, калію, натрію, марганцю, міді, кобальту, цинку, йоду, заліза, молібдену).

Наші багаторічні дослідження показують, що такі токсичні елементи, як свинець, ртуть, кадмій та інші важкі метали по ланцюгу «вода — рослина — їжа» надходять в організм людини в збільшених кількостях. Це стосується й атмосферного повітря, і повітря робочої зони. Повсякденне використання автомашин, які забруднюють повітря свинцем, викиди підприємств з виробництва свинцевих і кадмійнікелевих акумуляторів, виробництв, пов'язаних з одержанням чистих металів із природних руд, зокрема ртуті, марганцю, міді, кадмію, викиди металургійних заводів і теплоелектростанцій — все це джерела шкідливих техногенних впливів на людину і середовище її проживання.

Про це йдеться і в засобах масової інформації, і у виступах учених, і в закликах широкої громадськості, і в численній науковій та науково-популярній літературі. Тут надзвичайно важливо виділити пріоритети.

Які ж хімічні сполуки найнебезпечніші сьогодні? Які хімічні забруднювачі виявляються і в яких кількостях найчастіше присутні в біосфері? Відомі дані Баттелевського інституту про «внесок» окремих шкідливих речовин у забруднення навколишнього середовища. Як уже зазначалося, провідне місце серед них посідають важкі метали. Повний їхній список і дані про небезпеку,

ступінь токсичності, а також заходи попередження інтоксикацій подані в нашій монографії «Тяжелые металлы как загрязнители внешней среды», до якої може звернутися зацікавлений читач. Тут же окремо зазначимо, що найпоширеніші в біосфері, а також найчастіше зустрічаються в промисловому виробництві в різних галузях такі метали, як свинець, ртуть, кадмій, марганець, хром, мідь, цинк, нікель, кобальт, сурма, олово, вісмут.

Примітно, що в деяких великих американських містах вміст свинцю в атмосфері сьогодні досяг або наближається до небезпечної концентрації. За даними американських дослідників, міське повітря містить у 20 разів більше свинцю, ніж повітря в сільській місцевості, і в 2000 разів більше, ніж над відкритим морем.

Найнебезпечнішими є техногенні хімічні впливи на контингенти населення, які належать до так званих груп підвищеного ризику. Це насамперед діти, вагітні та жінки, які годують немовлят, люди похилого віку, а також ті, хто страждає на хронічні захворювання.

Подібно до того, як препарати, призначені для лікування людини, у разі їхнього неправильного застосування можуть стати отрутою, так і хімічні сполуки, застосування яких значною мірою визначає сучасний науково-технічний прогрес, можуть також виявитися отрутою внаслідок порушення вимог під час їхнього використання. Отже, немає отруйних речовин, а є отруйні їхні кількості. Низька культура проведення робіт із застосуванням хімічних речовин, недотримання гранично допустимих їх концентрацій в об'єктах зовнішнього середовища, ігнорування встановлених норм і правил, неправильне зберігання і транспортування, дефіцит індивідуальних засобів захисту — все це на практиці може призвести до згубних наслідків. Зіштовхуючись із новими хімічними сполуками, які впроваджуються у виробництво, техніку, повсякденний побут, слід, як на аналітичних вагах, строго зважувати й зіставляти можливі користь і шкоду, звичайно, завжди віддаючи перевагу саме користі.

3.5. Геохімічні провінції та поширеність геохімічних ендемічних захворювань в Україні

В Україні - встановлена зворотна залежність частоти розсіяного склерозу і змісту в природі рухомих форм кобальту, цинку, марганцю, молібдену, бору. Зокрема, в степових регіонах, де ці метали були виявлені в великих кількостях, відзначено незначне поширення розсіяного склерозу, а на Поліссі, де рівень вмісту металів виявився низьким, - його значну поширеність.

У **Донбасі** функціонують великі промислові комплекси з видобутку, переробці і отримання ртуті - традиційної для України проблеми «ртутної небезпеки ». Спостереження за здоров'ям населення, що проживає в провінції, показало, що загальна захворюваність тут за кількістю випадків звернення за медичною допомогою була вище в порівнянні з контрольним районом. Найбільш часто відзначалися такі захворювання, як інфекційні хвороби, хвороби ротової порожнини і зубів, органів дихання і кровообігу, ураження кісток, м'язів і суглобів.

До значних змін в організмах призводить дефіцит йоду. Особливо неблагополучні західні області країни, частина центральних областей та деякі райони Криму. Встановлено, що йодисте голодування призводить до підвищеного ризику народжуваності кретинів. Найбільше споживають йоду японці. Йодування солі - ефективний засіб профілактики при йодному дефіциті. Результати його разючі. Так, в горах Китаю було відомо селище, жителі якого помітно відрізнялися від решти населення. Вони насилу читали і писали, не могли належним чином освоїти будь-яку професію, діти відставали в розумовому розвитку, у них погіршувалася пам'ять, слабшало зір. Дівчат з цього селища не хотіли брати заміж. Після того, як була налагоджена йодна профілактика, ситуація різко змінилася - серед жителів селища з'явилися навіть власні вчителі.

Червоноградська промзона, Сокальський район Львівщина - забруднена цілим букетом елементів. Отримані дані свідчать про високий ступінь забруднення токсичними металами свинцю, міді, молібдену, цинку. Проявляється це в майже поголовно зустрічається патології емалі зубів

(гіпоплазія, флюороз і ін.), включаючи ураження молочних зубів. У деяких дітей були виявлені зміни в будові кісток. Наявність аномальних кількостей стронцію і цинку в організмах всіх дітей, а заліза - у більшості з них, є закономірним, беручи до уваги широке поширення цих елементів в ґрунтах та питній воді Червоноградської промислової зони. Дуже часто виявлено вміст в організмах місцевих жителів літію, який в нормі повинен бути відсутнім. Свинець, алюміній, стронцій, барій порушують кальцієво-фосфорний обмін і мають тенденцію до підвищеного накопичення в дитячому організмі. Бор, селен, фтор, ванадій і цинк викликають ураження емалі зубів.

Надзвичайно актуальною проблемою в Україні був ендемічний зоб, який реєстрували у людей, які тривалий час проживають в Карпатах та Полтавській області. У ґрунтах цих місцевостей дуже низьке природний вміст йоду, що призводило до недостатнього вступу (добова потреба людини - 02-03 мг) в організм з місцевими продуктами харчування. Нестача йоду обумовлював гіперплазію щитовидної залози за рахунок гіпертрофії сполучної і атрофії залозистої тканини, тобто відзначалися ознаки гіпотиреозу (зниження обміну речовин, підвищення температури тіла, ожиріння, пасивність, апатія, зниження працездатності, випадання волосся). У дітей спостерігалися вроджені дефекти розвитку, розумова відсталість.

Визначення наявності рухомих форм мікроелементів у ґрунтах України, проведене Інститутом фізіології рослин НАНУ, дало можливість розподілити всю територію України на 4 геохімічні зони:

1. *Західна зона* об'єднує Рівненську, Волинську, Львівську, Закарпатську, Тернопільську, Івано-Франківську і Чернівецьку області. Ґрунти в цій геохімічній зоні характеризуються дефіцитом йоду, кобальту, цинку, марганцю і в окремих місцях (Рівненська та Волинська області) – міді. Водні джерела цієї зони бідні на йод, особливо в Закарпатській області.

2. *Північно-східна зона* . До неї входять північні райони Сумської, Чернігівської, Київської і Вінницької областей, Житомирська і Хмельницька області. Тут виявлено дефіцит рухомих форм цинку і кобальту, а в окремих

місцях- марганцю і міді. У ґрунтах і водних джерелах Житомирської, Чернігівської, північних районах Київської і Сумської областей - встановлено дефіцит йоду.

3. *Центральна геохімічна зона*– це південні райони Вінницької, Київської, Чернігівської і Сумської областей, Черкаська і Полтавська області, а також північні райони Одеської, Кіровоградської і Харківської областей.

4. *Південна геохімічна зона*– охоплює Миколаївську, Херсонську, Дніпропетровську, Запорізьку, Донецьку, Луганську області, південні і центральні райони Одеської та Кіровоградської областей.

Ґрунти центральної і південної зон порівняно краще забезпечені мікроелементами, однак тут виявлено дефіцит рухомих форм цинку і в окремих місцях – кобальту, надлишок марганцю і бору. Надмірну кількість бору містять солончакові ґрунти, особливо в Криму.

Медична екологія розробляє та вивчає методи запобігання ендемічним захворюванням людини, спричиненим нестачею або надлишком у навколишньому середовищі тих чи інших хімічних елементів, та їх лікування. Виявлення та моніторинг мікроелементозів серед населення поєднує в собі такий алгоритм дій:

- Клінічна діагностика (поглиблене клініко-біохімічне дослідження із визначенням рівня макро-та мікроелементів у крові, сироватці, сечі

- Гігієнічна діагностика та кількісна оцінка наявності певного елемента(елементній аналіз волосся з формуванням груп ризику по мікроелементозам та індивідуальними чи груповими рекомендаціями по їх профілактиці)

- Розрахункова діагностика забезпеченості груп населення регіону макро-и мікроелементами (опитування, анкетування, біоматематичне моделювання); формування контингентів ризику; проведення санітарно-гігієнічних заходів по профілактиці цих станів серед населення)

- Масова діагностика мікроелементозів на рівні регіону (з урахуванням регіональних особливостей елементного складу популяції).

Наприклад, встановлено, що дефіцит йоду в середовищі проживання людини призводить до ураження щитовидної залози, нестача кальцію — до ламкості кісток, нестача заліза та кобальту, який є складником вітаміну В12, зумовлює виникнення анемії, дефіцит фтору призводить до карієсу зубів. Надлишок тих чи інших елементів також небезпечний. Так, надлишок бору спричинює захворювання органів травлення та пневмонію.

Профілактика ендемічних захворювань, які властиві визначеним регіонам біосфери, ґрунтується на вивченні біогеохімічних зон та провінцій. Основними критеріями біохімічного районування є визначення у навколишньому середовищі (ґрунт, вода), а також у добових харчових раціонах верхніх та нижніх порогових концентрацій хімічних елементів, у разі перевищення яких можуть порушуватися процеси обміну речовин у рослинних і тваринних організмах. Так, у регіонах з надлишком бору в харчових раціонах виявляють ураження кишківника (ентерит) та легень (пневмонія).

Якщо в харчових продуктах та у воді низький вміст кальцію, який поєднується з надлишком заліза, стронцію, свинцю, цинку та інших мікроелементів, то у тварин і людей спостерігаються деформація кісток, викривлення хребта, спричинені порушенням формування хряща. Це ендемічне захворювання іменують уровською хворобою за назвою річки Уров, де вона дуже поширена.

Цинкова недостатність – затримка росту, порушення функцій ССС, травної, статеві. Введення в раціон прискорює процес регенерації. Відмічено зв'язок між поширенням раку шкіри і високим вмістом цинку.

Марганцева недостатність провокує порушення процесу окостеніння, у дорослих знижується стійкість до паразитарних та інфекційних хвороб. При надлишку марганцю може посилюватись йодна недостатність.

Нестача заліза призводить до анемії. Найбільше вражаються молоді та старі організми.

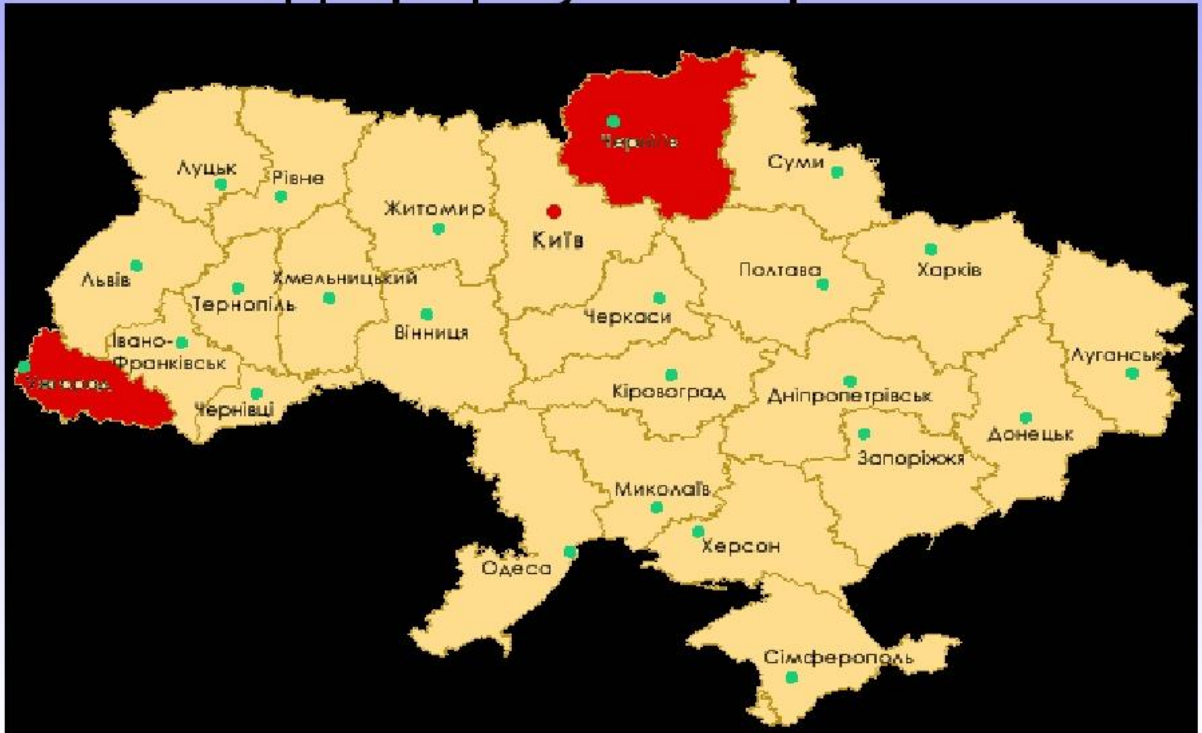
Кобальт – входить до складу вітаміну В₁₂ і приймає участь у кровотворенні. Його дефіцит пов'язаний з алергічними реакціями, остеодистрофією, авітамінозами.

Характерним прикладом сукупного прояву впливу па організм людини геохімічних чинників навколишнього середовища та екології харчування може бути ендемічний зоб і флюороз.

В Україні ендемічний зоб зустрічається на території Західної України і Полісся. Район вважають ендемічним, якщо понад 10 % населення мають ознаки зоба. Про наявність зобної ендемії в певному географічному районі можна говорити тоді, коли поширеність збільшення щитовидної залози досягає 5% у дітей або 30% і більше серед дорослого населення. Ендемічний зоб частіше зустрічається серед жінок, але в районах важкої ендемії (понад 00 % населення уражено зобом) захворюваність чоловіків так само висока. В Україні до біогеохімічних провінцій відносяться території Волинської, Рівненської, Тернопольської, Львівської, Чернівецької, Житомирської, Київської областей та окремі райони республіки Крим. За даними перепису населення на цих територіях України проживає приблизно 14 млн. людей. В Україні нараховують 35 тис. 185 випадків захворювань на дифузно-токсичний зоб, 431 тис. 788 — на ендемічний зоб серед дорослого населення.

Показником наявності та сили зобної ендемії є ступінь йодної недостатності в даній місцевості. При вмісті йоду у воді в кількості 1-2 мкг/л зобну ендемію вважають важкою, 2-3 мкг/л – середньої ваги; а 3-4 мкг/л – легкої. У місцях зобної ендемії добове надходження йоду в організм становить усього лише 20-80мкг замість 200-220 мкг.

Геохімічні області йодного дефіциту на Україні



Доведено, що поряд з йодною недостатністю в осередках ендемічного зоба є й інші чинники, які сприяють розвитку цього захворювання: високий вміст у воді та ґрунті гумінових кислот, зміна концентрації в біосфері міді, цинку, ртуті, кобальту, молібдену, кальцію. Таким чином, промислове забруднення навколишнього середовища в біохімічних провінціях з недостатністю йоду в біосфері сприяє росту захворюваності на зоб. Розвитку простого нетоксичного зоба сприяє надлишок їжі, багатої тіоціанатами (капуста, ріпа, турнепс, соя), під впливом яких зменшується включення йоду в тканини щитовидної залози й біосинтез тиреоїдних гормонів.

Жінки, в організмі яких не вистачає йоду, страждають безпліддям, в них частіше виникають спонтанні аборти. Нестача йоду у дитячому віці призводить до розвитку кретинізму (розумової та фізичної відсталості). Діти, народжені від матерів, які під час вагітності страждали йод дефіцитом, психічно неповноцінні, у них низький ріст, розумова відсталість, глухонімота. Смертність серед дітей в ендемічних районах по йоду значно вища, ніж у неендемічних. Хворі на ендемічний зоб найчастіше скаржаться на косметичні

незручності, які зумовлені виникненням пухлини на передній поверхні шиї. Інколи велика або розташована за грудиною пухлина здавлює трахею, стравохід, кровоносні судини, порушуючи кровообіг і дихання.

Швидкий та нерівномірний ріст, обмежена рухливість пухлини, зміна голосу свідчать про злоякісне переродження зоба в рак щитовидної залози. Лікування ендемічного зоба залежить від його форми — призначають лікарські препарати чи проводять оперативне видалення пухлини.

Припущення про те, що підвищений вміст свинцю, виявлений після чорнобильської аварії в ґрунтах Полісся, пов'язаний з її наслідками, було аргументоване нами в одній з публікацій разом з академіком В.Шестопаловим та ін. Підставою для цього були дані про розподіл свинцевого забруднення ґрунтів по областях України. Під час картографування були виділені території, більш забруднені порівняно з фоновими і доаварійними рівнями свинцю в ґрунті, а також порівняно з іншими регіонами України.

Вплив свинцю на населення і працівників підприємств України має істотну особливість — у регіонах, які постраждали від чорнобильської катастрофи, він може поєднуватися з підвищеним вмістом радіонуклідів. Звідси небезпека комбінованої дії свинцю, а також деяких інших важких металів і радіонуклідів. Ці дані були представлені нами на міжнародному конгресі з медицини навколишнього середовища в Дуйсбурзі (Німеччина).

Становлять інтерес результати спостережень щодо впливу свинцю на працівників. На прикладі одного з київських підприємств з виробництва керамічних фарб, які містять свинець, було показано, що комплекс несприятливих виробничих факторів, в якому головним є аерозоль свинцю в поєднанні з іншими металами — кадмієм, кобальтом, марганцем, — викликав у працівників функціональні порушення центральної нервової системи, гематологічні, а також біохімічні порушення. Виявлені також випадки вираженого сатурнізму (частота понад шість випадків на 100 працівників), виявлений зв'язок між вмістом свинцю в крові та волоссі, а також зв'язок між концентрацією металів у сечі та волоссі (коефіцієнт кореляції 0,65 і 0,37 відповідно). Що стосується дітей дошкільного віку, які проживають поблизу

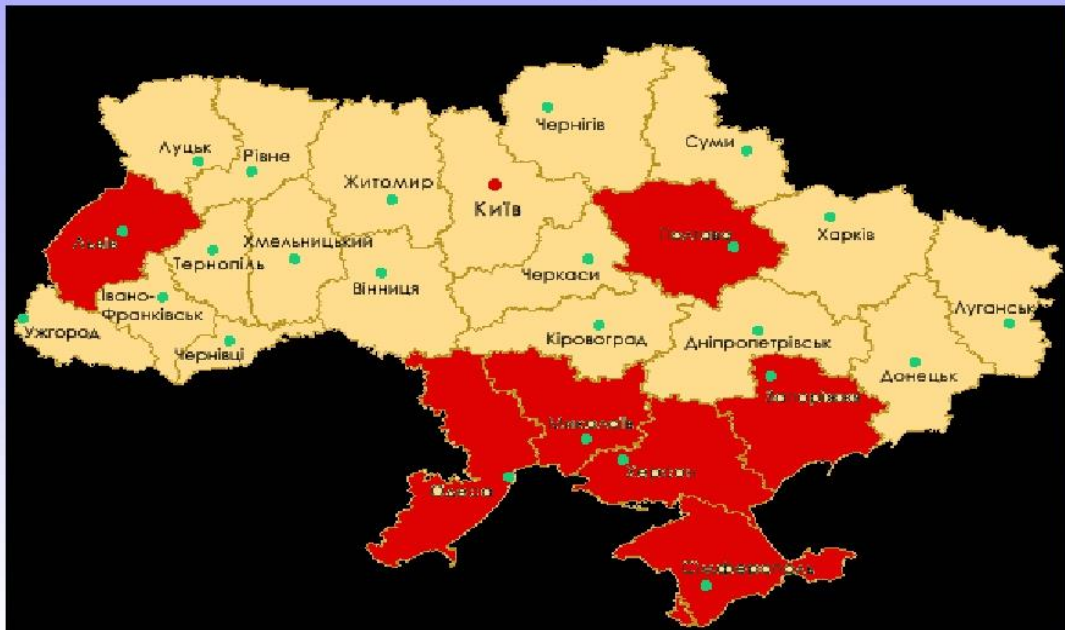
промислової зони, то в них на тлі накопичення свинцю в біосубстратах (не тільки у волоссі, а й у молочних зубах) були виявлені зміни порфіринового обміну, зниження психофізіологічних показників порівняно з дітьми контрольної групи, які проживають поза промисловим районом. На основі набутих даних з використанням кореляційно-регресійного аналізу було доведено, що накопичення свинцю в організмі дітей істотно впливає на функціональний стан центральної нервової системи і, відповідно, позначається на їхній розумовій діяльності, здатності до навчання. Ці дані узгоджуються з висновком американських дослідників і експертів ВООЗ про помітне зниження під впливом свинцю розумового розвитку дітей, на яких він впливав навіть у малих дозах.

У гігієнічних, експериментальних і клінічних дослідженнях з проблеми ртутної небезпеки, які проводяться в Інституті медицини праці АМНУ, особлива увага приділялася впливу малих концентрацій ртуті та її сполук на дітей. Ці дослідження засвідчили, що здоров'я дітей, котрі проживають у зоні з підвищеним вмістом ртуті поблизу підприємств, що викидають у повітря цей метал, характеризується проявами мікромеркуріалізму — ознак хронічного впливу на організм малих концентрацій ртуті. Виявлений відносно високий вміст її в атмосферному повітрі, ґрунті, а також у приміщеннях шкіл. Найвищі концентрації металу були виявлені у волоссі і сечі школярів молодшого віку. Примітно, що рівень захворюваності дітей, які проживали поблизу ртутного комбінату, був вищий, ніж у дітей у контрольній групі. На тлі характерних для дії малих концентрацій ртуті нейровегетативних зрушень у них переважали захворювання стравоходу і гепатобіліарної системи. Аналізуючи стан здоров'я обстежених від періоду їхнього народження, педіатри констатували, що в контрольній групі відсоток доношених дітей був вищим, ніж у тій, де були жителі забруднених ртуттю районів. Порівнюючи антропометричні показники фізичного розвитку в рамках різних вікових і статевих груп, удалося встановити також, що маса тіла дівчаток і зріст хлопчиків в обстеженій групі виявилися меншими, ніж у контрольній. Загальна захворюваність дітей, які проживають на території, забрудненій ртуттю, і показники так званої

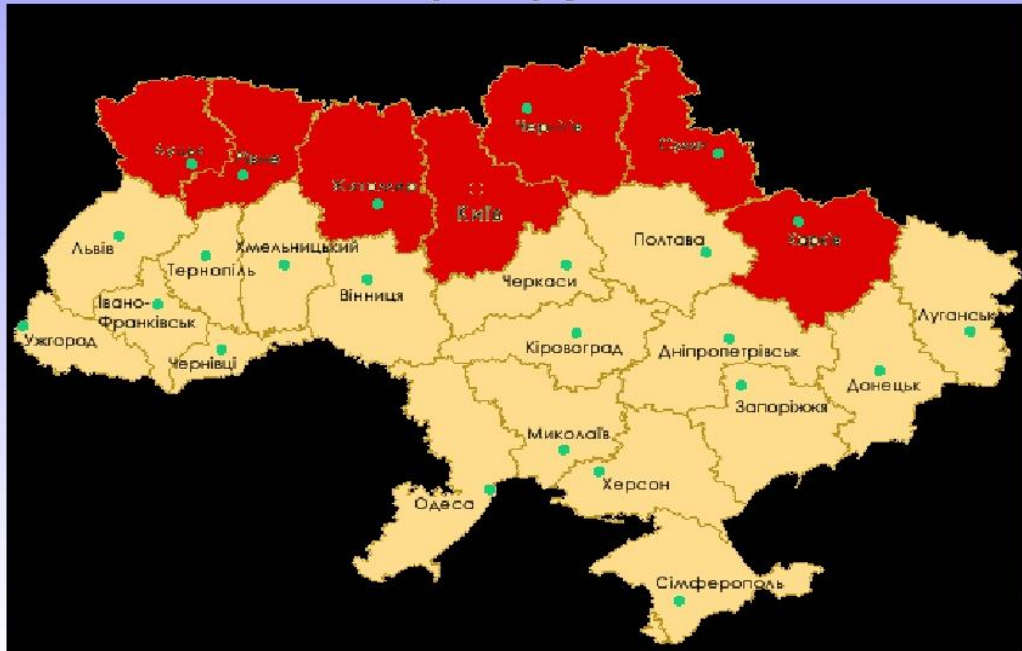
хворобливості були вищими, що може свідчити про порушення імунологічної реактивності.

Тим часом уже відомо понад 20 ендемічних захворювань, пов'язаних із певними районами, де спостерігається надлишок або нестача мікроелементів (літій, берилій, бор, фтор, натрій, магній, алюміній, кремній, фосфор, сірка, хлор, кальцій, марганець, залізо, кобальт, мідь, цинк, селен, молібден, йод тощо). Звичайно, населення таких місцевостей разом із їжею, водою і повітрям (пил, газоподібні речовини) вживає надміру (або недостатньо) мікроелементів, що позначається на їхньому вмісті в організмі з відхиленням у той чи інший бік від звичайного середнього рівня, тобто від норми. Це, природно, може відбитися на стані здоров'я людей.

Геохімічні області надлишку фтору



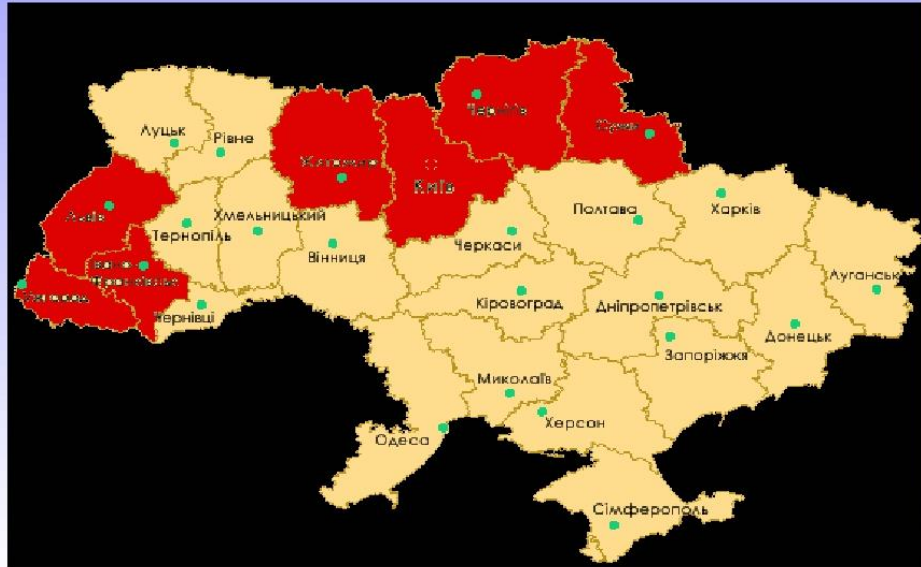
Геохімічні області дефіциту фтору



Такі біогеохімічні аномалії іноді займають величезні території, і великий контингент жителів цих регіонів нерідко потерпає від так званих мікроелементів. Встановлено, що тайгово-лісові зони зазвичай бідні на мідь та кобальт, у ґрунтах лісостепів, степів і напівпустелі бракує міді, у дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах — молібдену. Це «негативні аномалії». Проте в природі зустрічаються і «позитивні аномалії», коли у верхніх шарах земної поверхні виявляється значна кількість деяких металів. Так, великий вміст ртуті знайшли у вулканічних породах і особливо в місцях залягання ртутних порід. В окремих регіонах відкриті аномалії з високим вмістом марганцю, сурми, арсену та інших металів. Гігієністами й токсикологами Інституту медицини праці АМН України спільно з фахівцями ДГП «Західукргеологія», лікарями Львівської обласної санітарно-епідеміологічної станції та Львівської ветеринарної академії досліджувався вплив підвищеного вмісту хімічних речовин у зовнішньому середовищі на стан здоров'я дітей одного з геохімічних районів Західної України. Вивчався розподіл цих речовин, зокрема металів, у ґрунтах населених пунктів Львівської області, де була виявлена підвищена захворюваність дітей на гіпоплазію, аналізувався характер

накопичення цих елементів у продуктах харчування і біологічних середовищах (волосі, зубах, крові, м'язах, кістках).

Геохімічні області дефіциту заліза



Біогеохімічні провінції Закарпаття

Як відомо, різкий дефіцит або надлишок хімічних елементів у природі приводить до захворювань тварин, рослин і людини. Такі хвороби О.П. Виноградов назвав біогеохімічними ендеміями, а райони їх розповсюдження – біогеохімічними провінціями. На території України вивчені біогеохімічні провінції з дефіцитом йоду, фтору, міді, кобальту тощо в ґрунтах і водах. Вчення про біогеохімічні провінції знайшло практичне застосування в медицині і сільському господарстві. Характеристика району досліджень. У геолого-структурному відношенні Карпати належать до одного геологічного району зі спорідненою будовою, складом порід, умовами їх утворення та характером корисних копалин. Українська частина Карпат поділяється на три зони: Складчасті Карпати (гірська частина), Передкарпатський передовий прогин та Закарпатський внутрішній прогин. Це молода гірська область. Пласти, що її утворюють, складені з різних за віком порід. Найдавніші палеозойські породи (метаморфічні кристалічні сланці, кварцити, гнейси) відомі тут у межах Чивчинських гір в басейні р. Черемош. Пласти цих порід перекриті більш пізніми пермськими (вапняково-доломітові породи, кварцитові пісковики), тріасовими (конгломерати, доломіти, вапняки) та юрськими (вапняки, мергелісті глини) відкладами. На юрських породах залягають так звані флішеві відклади крейдяного та третинного періодів, що є чергуванням тонких шарів пісковиків, мергелів, вапняків. Тут переважають бурі гірсько-лісові, дерново-буроземні та гірсько-лучні ґрунти. Біогеохімічне районування за вмістом йоду. За матеріалами тридцятирічного моніторингу, наданими Інститутом гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України, були вивчені біогеохімічні провінції йоду та фтору на території Закарпаття. Йод належить до мікроелементів, що мають життєво важливе значення. В організмі людини (маса тіла 70 кг) міститься 12–20 мг йоду, добова потреба становить ~0,2 мг. Основну кількість йоду людина одержує з добовим харчовим раціоном: з рослинною їжею приблизно 70 мкг, з їжею тваринного походження 40 мкг, з питною водою й атмосферним повітрям 10 мкг. Біологічне значення йоду пов'язано з розвитком ендемічного зобу. Йод необхідний для нормального

функціонування щитовидної залози, що забезпечується надходженням в організм приблизно 150–200 мкг йоду за добу. Ендемічний зоб – захворювання, яке розвивається у зв'язку з браком йоду у воді та їжі і супроводжується збільшенням щитовидної залози, що приводить до зниження її функції. Дефіцитною за йодом місцевістю вважають таку, де в ґрунті його вміст менше 0,0001 %, у питній воді – менше 10 мкг/л, а зміна залози є більш ніж у 10 % населення. Вміст йоду в ґрунтах Закарпаття – $1,5 \cdot 10^{-4}$ %, оскільки сильне промивання ґрунтів приводить до винесення йоду. В ендемічних районах, залежно від рівня захворюваності ендемічним зобом, більшою або меншою мірою поширені залізодефіцитні анемії, відхилення у фізичному розвитку дітей, порушення процесів окостеніння кісток і статевого дозрівання, зниження показників розумової працездатності та ін.

Окрім браку йоду зафіксовано вплив на розвиток зобу браку таких мікроелементів як бром, цинк, кобальт, мідь, а також амінокислоти тирозина, що відіграють значну роль у зростанні, розвитку й обміні речовин організму. До захворювання також призводить брак у організмі вітамінів А і С і надлишок марганцю, кальцію і сірки. На рис. 1 показано розташування біогеохімічних провінцій за захворюваністю ендемічним зобом серед дорослого (рис. 10, а) і дитячого (рис. 10, б) населення.

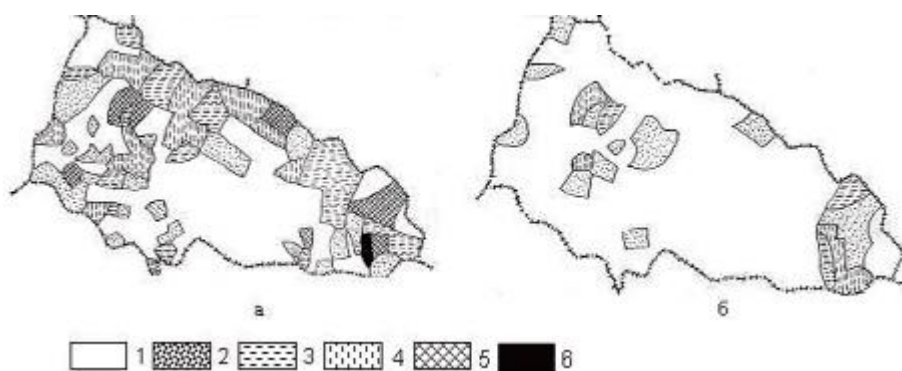


Рис. 10. Біогеохімічні провінції за захворюваністю на ендемічний зоб. Захворюваність ендемічним зобом, %: 1 – 5-10; 2 – 10-20; 3 – 20-30; 4 – 30-40; 5 – 40-60; 6 – 60-80

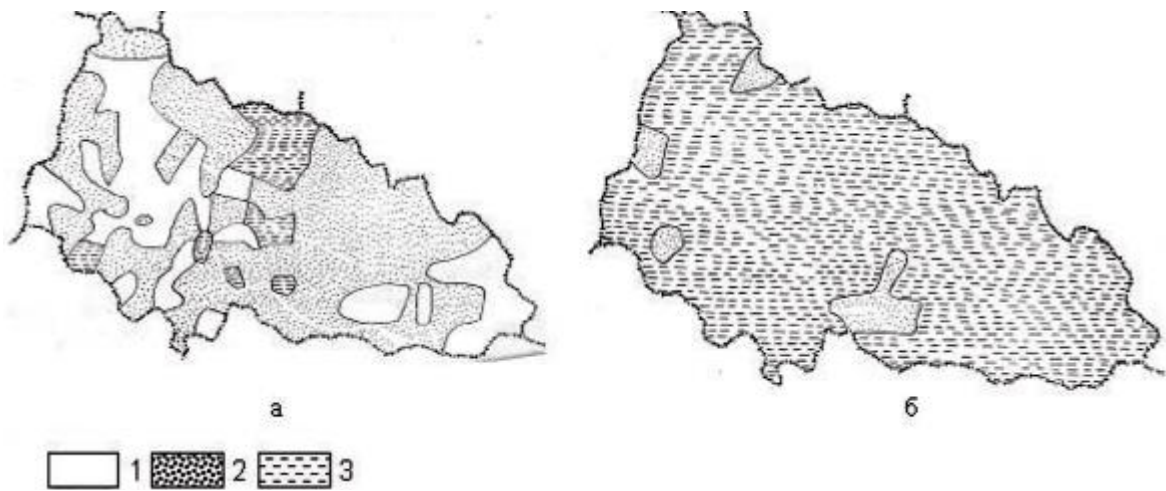


Рис. 11. Біогеохімічні провінції за захворюваністю на карієс. Захворюваність карієсом, %: 1 – 60-70; 2 – 70-80, 3 – 80-90

Діти – менш мобільна частина населення, тому висновки щодо захворювань ефективно робити за цією групою. Найбільш "ендемичною" є південно-східна частина Закарпаття (район Яблунецького перевалу). 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 та ін.) і поліпшенням соціально-гігієнічних умов праці і побуту населення. У зв'язку з цим до повареної солі, що надходить у продаж в місцевостях з природним геохімічним дефіцитом йоду, з профілактичною метою додають йодид калію, йодид натрію або йодат калію (йодована сіль).

Біогеохімічне районування за вмістом фтору. На території Закарпаття води містять мінімальну кількість фтору (менше 0,2 мг/л), ґрунти – $3 \cdot 10^{-2}$ %, що приводить до захворювання карієсом. До складу зубів входить до 0,02 % фтору, який надходить до організму людини з питною водою. ГДК фтору в питній воді, що лімітуються за санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості, не повинні перевищувати 0,7–1,5 мг/л. Для геохімії фтору велике значення має погана розчинність CaF_2 ($2,1 \cdot 10^{-3}$ %). Ця обставина зумовлює можливість осадження фтору на кальцієвому бар'єрі. Підземні води Закарпаття переважно гідрокарбонатно-кальцієві, а як відомо, кальцій і фтор є антагоністами. При аналізі розповсюдження карієсу в регіоні серед дорослого (рис. 11, а) і дитячого (рис. 11, б) населення доходимо висновку, що все населення схильне до цього захворювання. Для розробки ефективного методу

профілактики карієсу зубів запропонований метод фторування питної води. При тривалому вживанні фторированої води знижується не тільки ураженість зубів карієсом, але і рівень захворювань, пов'язаних з наслідками інфекцій (ревматизм, серцево-судинна патологія, захворювання нирок і ін.).

Висновки. Для Закарпаття, де у воді, ґрунті, і, як наслідок, у продуктах харчування наявна мінімальна кількість йоду і фтору, можна рекомендувати вживання морської риби, молока, чаю (в рибі вміст цих елементів – 1–2 мг/кг, в молоці – 0,3, у чаї, що є одним з кращих засобів для підтримки балансу фтору, – 80 мг/кг цього елемента). Щоб зробити життя людей комфортнішим, необхідно більш ретельно вивчити біогеохімічні провінції і на кожній локальній ділянці виявлення ендемічних захворювань проводити профілактичні заходи з метою недопущення розвитку ендемічних захворювань.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Під час роботи в хімічній лабораторії при визначенні вмісту в зразках хімічних елементів слід дотримуватися наступних **правил з техніки безпеки**:

- Перед початком роботи на тому чи іншому приладі (устаткуванні) потрібно уважно перечитати розділ інструкції з техніки безпеки.

- Всі операції з отруйними газами і парою потрібно проводити у витяжній шафі або в приладах з адсорбентами (активоване вугілля).

- Дослід потрібно виконувати з такими кількостями речовин й у такій посуді, як це зазначено у відповідних інструкціях.

- Забороняється виконувати досліди в брудному посуді.

- Не можна пробувати на смак будь-які речовини, а також пити будь-які напої з хімічного посуду. З усіма речовинами в лабораторії потрібно поводитися як з отруйними.

- Забороняється проводити на робочих столах роботи, пов'язані з виділенням летких речовин.

- Дослід слід виконувати стоячи.

- При виникненні будь-якої неясності роботу потрібно припинити і звернутися за роз'ясненням до викладача.

- Не дозволяється включати і виключати без дозволу викладача рубильники та інші електричні вимикачі.

- Заборонено працювати в лабораторії одному. Обов'язкова присутність другої особи потрібна для надання працюючому допомоги в разі нещасного випадку, пожежі тощо.

- Концентровані хлороводневу і нітратну кислоти, а також концентрований розчин амоніаку потрібно розливати у витяжній шафі.

- При розведенні концентрованої сульфатної кислоти потрібно вливати кислоту у воду, а не навпаки, щоб уникнути розбризкування або навіть вибуху.

- При розведенні концентрованої сульфатної кислоти, при виготовленні хромової суміші, при змішуванні речовин, що супроводжується виділенням теплоти, потрібно користуватися тонкостінними колбами або фарфоровим посудом (для сильних лугів), бо товстостінний скляний посуд (склянки, банки

тощо) від нагрівання можуть тріснути. При розведенні і змішуванні великих кількостей зазначених речовин потрібно ставити посуд (колбу, склянку) в емальований таз.

- Заборонено знаходитися в лабораторії в пальті; працювати необхідно в халаті, мати рушник і мило.

- Після закінчення роботи потрібно впорядкувати своє робоче місце.

- Виходячи з лабораторії необхідно перевірити чи вимкнені прилади, вода, газ, світло.

Правила безпеки при користуванні **електроприладами**:

1. Перед вмиканням електроприладу необхідно візуально перевірити електрошнур на наявність механічних пошкоджень.

2. Електроприлад повинен бути надійно заземлений згідно з правилами установки приладу.

3. Забороняється працювати з електроприладом вологими руками.

4. Не можна залишати електроприлад без нагляду на довгий час, після закінчення роботи перевірити, чи все вимкнено.

5. Не можна користуватися електроприладами без нагляду дорослих.

6. При виявленні або виникненні несправності в електроприладі негайно викликати електрика, що обслуговує прилад.

7. Категорично заборонено виконувати будь які ремонтні роботи самостійно.

8. Не користуватися саморобними електричними приладами.

9. Якщо в квартирі полум'я, або чути запах диму, горілої ізоляції, потрібно негайно повідомити про це дорослим.

10. Якщо вдома нікого немає, негайно телефонуйте за номером 01; потім кличте на допомогу сусідів.

11. Ніколи не гаси електроприлади водою.

12. До подачі полум'я на С 115 М1 необхідно ввмікнути витяжну вентиляцію.

Надання першої медичної допомоги у разі **ураження електричним струмом**:

- Рятування життя людини, ураженої струмом, у багатьох випадках залежить від швидкості та правильності дій осіб, що надають допомогу. Передусім потрібно якнайшвидше звільнити потерпілого від дії електричного струму. Якщо неможливо відключити електричне обладнання від мережі, потрібно одразу звільнити потерпілого від струмоведучих частин, не торкаючись при цьому потерпілого.

- Заходи до лікарської допомоги після звільнення потерпілого від струму залежать від того, в якому він стані. Допомогу потрібно надавати негайно, якщо можливо — на місці події, одночасно викликавши медичну допомогу. Якщо потерпілий не знепритомнів, потрібно забезпечити йому на деякий час спокій, не дозволяючи рухатися до прибуття лікаря. Якщо потерпілий дихає нечасто і судорожно, але прослуховується пульс, потрібно негайно зробити йому штучне дихання. У разі зупинки дихання, розширенні зіниць і посинінні шкіри потрібно робити штучне дихання і непрямий масаж серця.

Правила поведінки при опіках лугами, кислотами, електро- й теплотравмах:

- У всіх випадках поранення — глибокому порізу, отруєнні, опіках необхідно надати першу допомогу потерпілому і негайно звернутися до лікаря.

- При порізах склом слід видалити уламки скла з рани, змазати уражене місце 3%-вим спиртовим розчином йоду і перев'язати бинтом.

- При отруєнні шкідливими газами негайно припинити дослід і відкрити вікна та двері. Потерпілого винести на свіже повітря, дати понюхати вату, змочену нашатирним спиртом. Коли потерпілий опритомніє, дати йому міцного чаю. При неглибокому отруєнні хлором або парою броду дати понюхати суміш етилового і нашатирного спиртів.

- При отруєнні йодом потерпілому дати випити крохмаль з водою, молоко, міцний чай чи розчин соди.

- При отруєнні лугами (їдким натром) необхідно випити молока або 2%-вої оцтової чи лимонної кислоти. Не давати блювотних засобів.
- При отруєнні кислотами (соляною, сульфатною) дати потерпілому води з розтертою крейдою, попелом, 1 %-вий розчин натрію гідрокарбонату, вапняну воду. Не давати блювотних засобів і не промивати шлунок.
- При опіках рану треба обробити 2%-вим розчином калію перманганату.
- Якщо на шкіру потрапили бризки кислоти або лугу, то уражене місце слід промити великою кількістю води, а потім відповідно 3 %-вим розчином соди або 2 %-вим розчином оцтової кислоти.

ВИСНОВКИ

Таким чином, ми дослідити зв'язок між хімічними особливостями геохімічних провінцій в Україні і світі та розвитком ендемічних захворювань.

Визначили їх географічні межі провінцій, встановили що серед геохімічних провінцій в Україні найбільший інтерес становлять регіони з дефіцитом йоду, фтору, цинку, заліза.

Описали вплив нестачі або надлишку тих або інших хімічних елементів в екосистемах (грунті, воді) на флору, фауну і здоров'я людини.

З'ясували особливості розвитку і поширення ендемічних хвороб.

Запропонували шляхи мінімізації впливу дисбалансу хімічних елементів в зовнішньому середовищі на здоров'я людини і тварин.

Визначили доцільність вивчення впливу особливостей геохімічних провінцій на живі організми при вивченні географії. При вивченні географії є сенс звертати увагу на питання біогеохімії, поняття геохімічних провінцій, вплив вмісту хімічних елементів в екосистемах на флору і фауну (міжпредметні зв'язки хімія-біологія-географія).

Аналіз існуючої ситуації, комплексне застосування сучасних медичних, агрономічних та інших розробок і заходів дозволяє звести до мінімуму можливі негативні наслідки дисбалансу хімічних елементів у зовнішньому середовищі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А. Микроэлементы человека: этиология, классификация, органопатология. – М.: Медицина, 1991.- 496 с.
2. Бачинський Т.О. Соціоекологія. – К.: Вища школа, 1995. – С. 148–163.
3. Беус А.А., Грабовская Л.И., Тихонова Н.В. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1976. 248 с.
4. Білявський Т.О., Фурдуй Р.С. Основи екологічних знань. – К.: Либідь, 1995. – 286 с.
5. Біонерганічна, фізколоїдна і біоорганічна хімія. Вибрані лекції: Навч. Посібник / Л.О. Гоцуляк, О.О. Мордашко, С.Г. Єригова та ін.; За ред.Л.О. Гоцуляка. – Одеса: Одес. держ. мед. ун-т, 1999. – 248 с.
6. Бондарев Л.Г. Ландшафты, металлы и человек. М.: Мысль, 1976. 72 с
7. Габович Р.Д., Овруцкий Г.Д. Фтор в стоматологии и гигиене. – Казань, 1969. – 512 с.
8. Гигиена окружающей среды /Под ред. Г.И. Сидоренко. – М., 1985.
9. Даценко І.І. Гігієна і екологія людини. Навчальний посібник. — Львів, Афіша, 2000. — 248 с.
10. Демина Т.А. Экология, природопользование, охрана окружающей среды. – М.: Аспект Пресс, 1998. – 141 с.
11. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. Посіб. – К.: знання, КОО, 2000. – С. 92–98.
12. Ершов Ю.А., Попков В.А., Берлянд А.С. и др. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов / Под ред. Ю.А. Ершова – М.: Высшая школа, 2003. – 560 с.
13. Исследование окружающей среды геохимическими методами (сборник научных статей). М.: ИМГРЭ, 1982. 103 с. 38.
14. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях: Пер. с англ. Д.В. Гричука и Е.П. Янина под ред. Ю.Е. Саета. М.: Мир, 1989. 439 с.
15. Ковальский В.В. Геохимическая экология. М.: Наука, 1974. 299 с
16. Коломийцева М.Г., Габович Р.Д. Микроэлементы в медицине. —М.: Медицина, 1970. —288с.
17. Смоляр В.И. Гипо- и гипермикрорезлементозы. —К.: Здоров'я, 1989. —150 с. Окунев В.Н., Смоляр В.И., Лаврушенко Л.Ф. Патогенез, профилактика и лечение фтористой интоксикации. —К.: Здоров'я, 1987. —152 с.
18. Крисс Е.Е., Волченкова И.И., Григорьева А.С. Координационные соединения металлов в медицине. – К.: Наук.думка, 1986. – 216 с.
19. Крюченко Н.О., Папарига П.С., Осадчук Ю.К. Біогеохімічні провінції Закарпаття // Пошукова та екологічна геохімія. — 2009. — №1(9). – С. 53-55.
20. Медична хімія: Підр. для вузів / В.О. Калібабчук, Л.І. Грищенко, В.І. Галинська та ін.; Під ред. В.О. Калібабчук. – К.: Інтермед, 2006 – 460 с.
21. Микитюк О.М., Злотін О.З., Бровдій В.М. Екологія людини. – Харків: ХДПУ “ОВС”, 2000. – 207 с.
22. Миронович Л.М., Мардашко О.О. Медична хімія. К.: Каравела, 2007. - 160 с.
23. Моніторинг довкілля : підручник / [Боголюбов В. М., Клименко М. О., Мокін В. Б. та ін.]; під ред. В. М. Боголюбова. [2-е вид., перероб. і доп.]. — Вінниця : ВНТУ, 2010. — 232 с.
24. Мороз А.С., Луцевич Д.Д., Яворська Л.П. Медична хімія: підручник для студентів вищих навч. мед. закл.: - Вінниця, 2011 – 776 с.
25. Мур Дж., Рамаурти С. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния: Пер. с англ. Д.В. Гричука, Е.П. Янина и Н.И. Субчева под ред. Ю.Е. Саета. М.: Мир, 1987. 288 с.
26. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Астрейя-2000, 1999. 768 с.
27. Перехрест С.М. Природні умови та природні ресурси Українських Карпат. – К.: Наук. думка, 1968. – 303 с.
28. Розен Б.Я. Геохимия брома и йода. – М.: Недра, 1970. – 142 с.

29. Садовнича Л.П., Хухрянский В.Г., Цыганенко А.Я. Биофизическая химия. – К.: Вища шк., 1986. – 271 с.
30. Сает Ю.Е., Ачкасов А.И., Башаркевич И.Л., Онищенко Т.Л., Саркисян С.Ш., Трефилова Н.Я., Янин Е.П. Геохимические особенности сельскохозяйственных территорий // Проблемы геохимической экологии (Тр. Биогеохим. лаб., т. 22). М.: Наука, 1991. - С. 147–171.
31. Скальная М.Г. Гигиеническая оценка влияния минеральных компонентов рациона питания и среды обитания на здо-ровье населения мегаполиса: автореф. дисс. ... докт. мед. наук / М.Г. Скальная. – Москва. – 2005. – 42 с.
32. Тяжелые металлы в окружающей среде. М.: Изд-во МГУ, 1980. 356 с.
33. Файф У.С. Кризис окружающей среды: количественная оценка взаимодействия геосфер // Современные проблемы геодинамики: Пер. с англ. М.: Мир, 1984. С. 259–274.
34. Хухрянский В.Г., Цыганенко А.Я., Павленко Н.В. Химия биогенных элементов: Учеб. пособие для студ. мед. ин-тов. – К.: Вища шк., 1990. – 207 с.
35. Цеоліт-сметитові туфи Рівненщини: біологічні аспекти використання. Монографія. / Богданов Г.О., Вержиховський О.М., Долецький С.П., Кулик М.Ф., Лисиця А.В. та ін. – Рівне: Волинські береги, 2005. – 184 с.
36. Bowen H.J.M. Environmental Chemistry of the Elements. London etc.: Academic Press, 1979. 317 p.
37. Dunn J.T., F. van der Haar. A practical Guide to the correction of iodine deficiency. — WHO, 1990. —62 p.
38. Hawkes H.E., Webb J.S. Geochemistry in Mineral Exploration. Harper and Row Publ., New York and Evanston, 1962. 415 p.
39. Levinson A.A. Introduction to exploration geochemistry. Calgary: Applied Publ. Ltd., 1974. 612 p.
40. Plant J., Moore N. Regional geochemical mapping and interpretation in Britain // Phil. Trans. Roy. Soc. London, 1979. V. 288. P. 95–112.
41. Provisional geochemical atlas of Northern Ireland. Oxford: Clarendon press, 1973. 47 p.
42. Purves D. Contamination of urban garden soils with copper and boron // Nature, 1966. V. 210. P. 1077–1078.
43. Purves D. Trace-element contamination of the environment. Amsterdam: Elsevier Science Ltd, 1977. - 260 p.
44. Solomatina E. Geohemia w służbie ekologii miast // Przycz. pol., 1985. № 11. P. 29.
45. The Wolfson geochemical atlas of England and Wales. Oxford: Clarendon press, 1977. 69 p.
46. Thornton I., Plant J. Regional geochemical mapping and health in the United Kingdom // J. Geol. Soc., 1980. V. 137. № 5. P. 575–586.
47. Thornton I., Webb J.S. Aspects of geochemistry and health in the United Kingdom // Origin and Distrib. Elem. Proc. 2nd Symp., Paris, 1977. Oxford e. a., 1979. P. 791–805.
48. Thornton I., Webb J.S. Environmental geochemistry: Some recent studies in the United Kingdom // Trace Substances in Environmental Health. - Univ. Missouri, Columbia, 1973. P. 89–98.
49. Webb J.S., Thornton I., Howarth R.J., Thomson M., Lowenstein P. The Wolfson Geochemical Atlas of England and Wales. Oxford: Clarendon Press, 1978. 135 p.
50. Wood J.M. Biological cycles for elements in the environment // Die Naturwissenschaften, 1975. № 8. P. 357–365.
51. Wood J.M. Biological cycles for toxic elements in the environment // Science, 1974. V. 183. P. 1049–1054.
52. Wood J.M., Goldberg E.D. Impact of metals on the biosphere // Global Chemical Cycles and Their Alterations by man. Rept. Dahlem Workshop Berlin, 1976. Berlin: Dahlem Konferenzen, 1977. - P. 137–153.
53. <http://um.co.ua/11/11-2/11-20626.html>
54. <https://lektsii.org/13-74204.html>
55. <https://lektsii.org/8-20049.html>
56. https://zn.ua/ukr/HEALTH/v_biogehimichnih_provintsiyah_zhiti_mozhna_ale.html