



Володимир Широбоков

доктор мед. наук,
академік НАН України,
член-кореспондент НАМН України,
завідувач кафедри мікробіології,
вірусології та імунології
Національного медичного
університету ім. О.О. Богомольця,
м. Київ

СВІТ ГЛИН І ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ



Дмитро Янковський

доктор біол. наук,
генеральний директор
НПК "О.Д. Пролісок",
м. Київ



Галина Димент

канд. техн. наук,
директор
наукового центру
НПК "О.Д. Пролісок",
м. Київ

"Терапевтичній дії кремнезему належить грандіозне майбутнє".

Луї Пастер, 1878 р.

Глини — найпоширеніший тип осадових порід на нашій планеті. Вони утворюються в результаті різних процесів, що відбуваються на поверхні та в товщі земної кори (вивітрювання гірських порід, осадження з насичених розчинів і кристалізації та ін.). Глини — прекрасні адсорбенти, вони акумулюють на своїй поверхні органічні речовини, вбирають воду, є джерелом необхідних для життя катіонів металів (рис. 1).

Ще не так давно припускали, що при гіпергенезі кристалічні мінерали (польовий шпат, граніти тощо) руйнуються на складові іони, які переходять в розчин і незабаром випадають у вигляді аморфних згустків, що складаються з суміші оксидів кремнію, алюмінію і заліза. Деякі вчені навіть протиставляли кристалічному стану, характерному для глибинних частин земної кори, аморфний стан речовини на поверхні Землі, зокрема глини. Тільки в середині ХХ століття в результаті ретельних рентгено-структурних досліджень було доведено, що глини — не аморфна речовина, а дуже дрібні частинки, що мають кристалічну будову (рис. 2).

Кристалохімічна структура глинистих мінералів перебуває у рівновазі з умовами конкретної зони. Основними її елементами є листи кремній-кисневих тетраедрів (рис. 3), які міцно пов'язані з іонами алюмінію і гідроксид-іонами у вигляді двошарових (каолінит) або тришарових (монтморилоніт) пакетів. Головними хімічними компонентами глини є оксид кремнію: SiO_2 (30-70%); оксид алюмінію: Al_2O_3 (10-40%); вода: H_2O (5-10%). У певних кількостях присутні: TiO_2 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , CaO , K_2O , Na_2O_3 .

Багато вчених пов'язують глини з середовищем, що забезпечує життя на поверхні нашої планети. Існує думка про те, що фізико-хімічна організація первинних форм життя перебуває в тісному зв'язку з глинистими мінералами. Зокрема, відповідно до гіпотези відомого англійського вченого *Джона Бернала* (1969), глини зіграли важливу роль у походженні життя на Землі як неорганічні каталізатори обмінних процесів. На частинках глини, можливо, відбувалося утворення поліпептидів з окремих амінокислот, присутніх на давній Землі.

А. Дж. Кернс-Сміт (1985) стверджує, що першим геном на Землі був саме "глиняний ген". Потрапляючи між шарами глинистих частинок, органічні молекули, що виникли в результаті хімічної еволюції, взаємодіяли з ними і переймали спосіб зберігання інформації і зростання. Якийсь час мінерали й протожиття мирно співіснували, але незабаром стався розрив, або генетичне захоплення (рис. 4), після чого життя покинуло "мінеральний дім" і почало свій власний розвиток. Механізм росту та розщеплення кристалічного гена, запропонований *А. Дж. Кернс-Смітом*, наведено на рис. 5.

Кристалічні гени повинні були мати правильну комбінацію структурних та ростових властивостей, а також здатність до поділу. Інформація могла зберігатися в одновимірних або двовимірних кристалічних генах. У випадку одновимірного гена (на рис. 5 згори) вона містилась у детальній структурі ряду пластів, що взаємодіють (виділено кольором). Ця структура зберігалась при реплікації генів (рис. 5 а, б). Ріст виникав тільки на пофарбованих гранях, а розділення проходило тільки в паралельному напрямку. Фізичні властивості шарів, які несуть інформацію, та їхній хімічний склад могли бути різними (наприклад, це могли бути по різному укладені кристалічні структури). В двовимірних кристалічних генах (на рис. 5 знизу) інформація могла зберігатися у формі специфічної просторової організації (відносно як фізичних, так і хімічних властивостей) на грані кристалу (показано кольором). Ця організація зберігалась при реплікації гена (рис. 5 в, г) за рахунок росту на пофарбованій грані при його розщепленні по площині, паралельній цій грані.



Рис. 1. а — глини четвертинного періоду (<http://traditio.ru/wiki/>); б — видобуток глини (<http://ru.wikipedia.org/wiki/>)

Фізики з Гарвардської школи інженерії та прикладних наук зробили недавно (2011) ще один важливий крок до з'ясування питання про участь глин у зародженні життя на Землі, продемонструвавши процес формування напівпроникних бульбашок. Дослідження показує, що *глиняні бульбашки є ідеальним контейнером для ізоляції складних органічних молекул*. "Броньовані бульбашки" формуються природним чином, коли пластинчасті частинки глини (монтморилоніту), збираються на поверхні бульбашок повітря, що містяться під водою. Коли такі глиняні бульбашки вступають у контакт з простими органічними рідинами, такими як етанол і метанол, що мають менший поверхневий натяг ніж вода, рідина змочує частинки глини. Як тільки внутрішня сторона глиняного міхура намокає, він стає напівпроникним. У результаті виходить досить міцна бульбашка зі сферичною оболонкою, яка створює кордон між внутрішньою рідиною і зовнішнім середовищем (рис. 6). Напівпрозорі глиняні везикули досить міцні, щоб захистити свій вміст у динамічному водному середовищі, такому

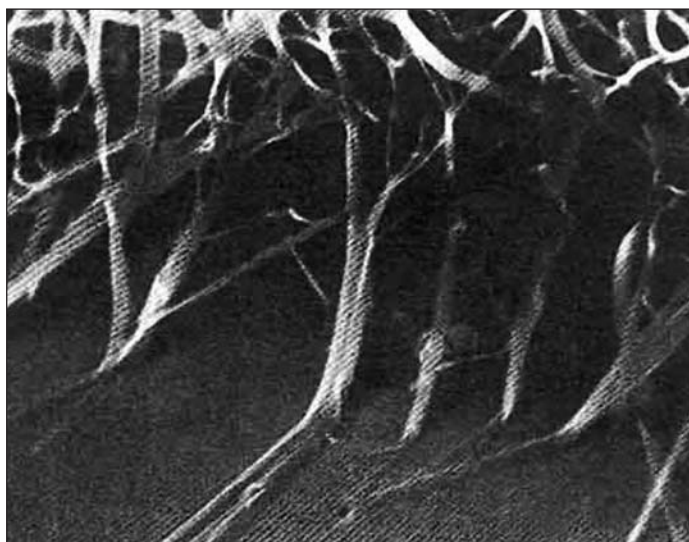


Рис. 2. Голчасті кристали глинистого мінералу гідромусковіту (іліту)

як океан. Мікроскопічні пори в стінках міхура створюють напівпроникну мембрану, яка дозволяє проникати хімічним будівельним блокам і водночас не дає змоги більшим структурам залишити кордон міхура. На думку дослідни-

ків, цей процес відкриває можливість утворення всередині таких бульбашок примітивних клітин.

Справді, глини на берегах давніх океанів було в надлишку. Вона і сьогодні є найпоширенішим природним ма-

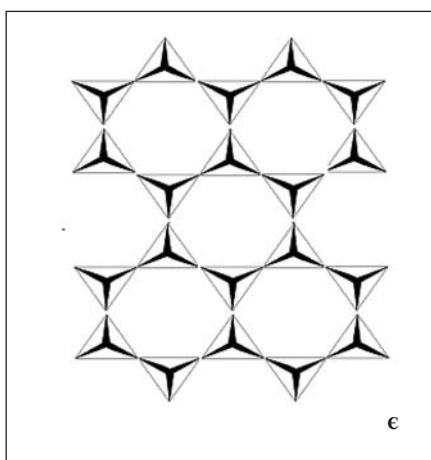
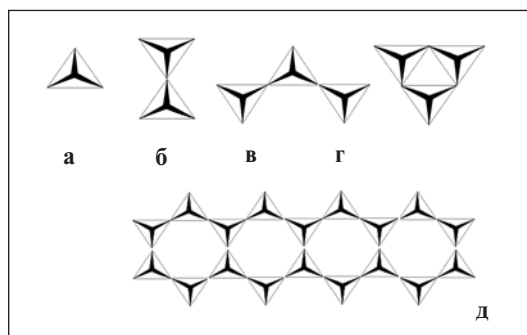


Рис. 3.
Типи глинистих структур.
а) кремнійкисневий тетраедр;
б) кремнійкисневий димер;
в) ланка лінійної піроксенової структури; г) ланка циклічної (кільцевої структури);
д) фрагмент структури з подвійними піроксеновими ланцюгами (гексагональними циклами);
є) двовимірні плоскі шари (<http://www.tsogu.ru/istitutes>)

Рис. 4. Схема генетичного захоплення за А. Дж. Кернс-Смітом:
спочатку існували "голі" гени, що склалися з первинної генетичної речовини (чорні квадратики ліворуч), які еволюціонували таким чином, що стали контролювати умови навколишнього середовища шляхом управління навчанням дедалі складніших речовин, що оточують їхні фенотипи (світлі багатокутники).



У результаті виник новий тип генів (сірі квадратики), які могли "працювати" тільки в межах досить складно влаштованого фенотипу, але були більше "працездатними", ніж вихідні гени. Нові гени поступово захоплювали контрольні функції при формуванні фенотипів, тому зрештою повністю витіснили початкову форму генів (<http://macroevolution.narod.ru/glina.htm>)

теріалом, що становить 11% об'єму земної кори і 80% маси ґрунтового покриву. В цілому поверхню Землі можна розглядати як гігантську фабрику з виробництва мінералів глини.

У 1920-х роках академік *В.І. Вернадський*, що заклав основу вчення про біогеохімію, підкреслював важливість глинистих мінералів для здоров'я людини, стверджуючи, що у всіх живих організмах можна знайти мінерали, що містяться в породах земної кори. Сучасна наука переконливо підтверджує припущення вченого, також як і гіпотезу про те, що глини були використані як своєрідна мінеральна матриця для синтезу первинних біополімерів на Землі.

Важливе місце серед різних видів глин займають бентоніти (смектити). Вважають, що ця глина утворилася в результаті хімічного розпаду вулканічного попелу.

При зануренні у воду бентонітова глина розбухає, збільшуючись в обсязі в кілька разів. Бентоніти являють собою мінеральні глинисті утворення, що мають високу дисперсність і внаслідок цього — найбільшу серед глин питому поверхню і, відповідно, високі адсорбційні властивості (рис. 7).

Особливості кристалохімічної будови смектитів зумовлюють наявність на їхній поверхні іонообмінних катіонів, які досить сильно впливають на фізико-хімічні властивості цих мінералів. Смектити на 60-70% складаються з мінералів групи монтморилоніту (рис. 8), які визначають їхні основні властивості: дисперсність; здатність до утворення тиксотропних суспензій; адсорбційна і зв'язувальна здатність, набухання, іонообмінні властивості.

Монтморилоніт характеризується тришаровою структурою, що складається

з одного октаедричного алюмоокисного шару, укладеного між двома тетраедричними кремнійкисневими шарами, вершини яких повернені до внутрішнього шару (рис. 9). Верхні та нижні площини елементарних пакетів монтморилоніту покриті атомами кисню, тому зв'язок між пакетами слабкий (діють лише ван-дер-ваальсові чи міжмолекулярні сили). У цьому зв'язку молекули води або інших полярних рідин можуть вільно проникати між пакетами монтморилоніту і розсовувати їх, що зумовлює високу здатність мінералу утримувати вологу і формувати стійкі гелі.

Завдяки негативному заряду, на поверхні пакета монтморилоніту розташовуються позитивно заряджені іони, головним чином, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} і Fe^{3+} . У результаті взаємодії з водою навколо цих катіонів можуть утворюватися гідратні оболонки й агрегат пакетів при цьому набухає. Обсяг гідратної оболонки для різних катіонів різних. Найбільшою гідратованою здатністю володіють іони лужних металів, у першу чергу, натрій, який є головним обмінним катіоном монтморилоніту. У зв'язку з цим цей мінерал відрізняється від інших глинистих мінералів найвищою здатністю набухати. Зазначена особливість монтморилоніту зв'язувати воду та збільшуватись в об'ємі до 20-кратної величини, має надзвичайно важливу властивість при практичному використанні бентоніту.

Якщо накопичення бентонітової глини відбувалося в морських басейнах (рис. 10), що характеризуються високою концентрацією хлоридів натрію і калію, то на глинистих частках осаджувалися переважно катіони Na^+ і K^+ (лужний бентоніт). У прісноводних басейнах на глинистих частках осаджу-

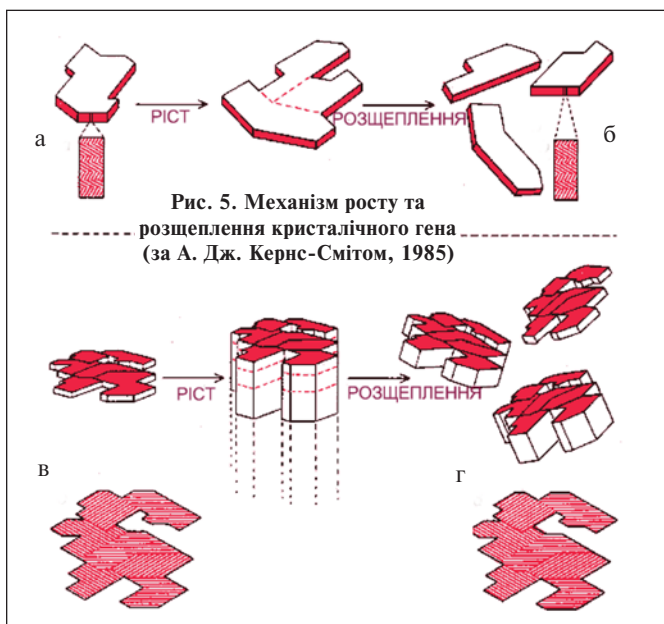


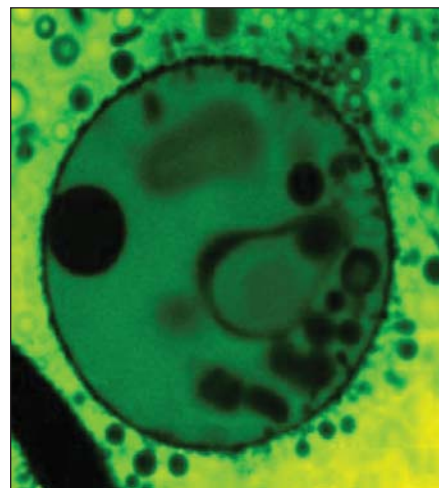
Рис. 5. Механізм росту та розщеплення кристалічного гена
(за А. Дж. Кернс-Смітом, 1985)

валися переважно катіони лужноземельних металів, переважно Ca^{2+} і Mg^{2+} (лужноземельний бентоніт). Двовалентні катіони забезпечують сильніше тяжіння між пакетами порівняно з одновалентними. У зв'язку з цим лужноземельний бентоніт гірше диспергується і набухає, ніж лужний бентоніт.

Розташовані в просторі між пакетами катіони Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , у водному розчині здатні до еквівалентного оборотного обміну з іншими катіонами, що містяться в розчині.

Питома поверхня монтморилоніту становить 450-900 м²/г. Така величезна поверхня зумовлює високу сорбційну ємність монтморилоніту.

Рис. 6. Глиняна везикула, що містить органічні молекули (Soft Matter, 2011)



А



Б

Рис. 7. Бентоніти:
А — сірий бентоніт (<http://bentoprom.com/information/>);
Б — блакитна бентонітова
глина (<http://kembria.com.ua>)

Рис. 8. Монтморилоніт
(<http://ru.wikipedia.org/wiki/>).



Бентоніти зазвичай мають білий або світло-сірий колір, хоча відомі різновиди цього мінералу, що мають інші відтінки (блакитний, жовтий, червоний, зелений, коричневий, чорний), які обумовлені присутністю в родовищі різних кольорових домішок (рис. 11). У глині зеленого кольору міститься багато двовалентного заліза і міді, а в глині з блакитним відтінком — додатково кобальту і кадмію. Глина жовтих тонів відрізняється багатим вмістом тривалентного заліза, сірки і калію, в глині червонуватого відтінку також знаходять багато сполук тривалентного заліза.

Завдяки своїм властивостям, смектити широко й успішно використовую-

ються в багатьох галузях: виноробній, текстильній, парфумерній, нафтопереробній, залізорудній промисловості, виробництві фруктових соків, засобів побутової хімії, сільському господарстві, для санації територій від забруднення шкідливими сполуками, для рафінації рослинних олій, природних і гідрованих жирів, у ветеринарії, медицині та ін. Бентонітові осади можна виявити в світі скрізь, де тільки відбувалися вулканічні виверження і збереження попелу превалювало над ерозією. Річний видобуток бентоніту в світі досягає 10 млрд. тонн (рис. 12).

Великий інтерес викликає використання глин в оздоровчих цілях. Відомо, що живому світу властива літофагія

(в англійській науковій літературі поширений термін "геофагія"), що виражається у використанні живими організмами у харчових цілях природних мінералів, переважно глинистих речовин.

Природні глинисті мінерали активно поїдаються багатьма тваринами, особливо травоядними. Наприклад, вівці можуть за один день з'їсти до декількох кілограмів глини, а слони — більше 10 кг. Північні олені та лосі також використовують в їжу глину. Олені вагою близько 100 кг можуть з'їдати від 1 до 5 кг глини за один раз. Це пов'язано з потребою організму цих тварин в мінеральній підгодівлі. Встановлено, що глини позитивно впливають на симбіо-

тичну мікрофлору кишечника тварин, нормалізують склад і концентрацію травних соків, сприяють поліпшенню засвоєння кормів, загоєнню ран, виразок шлунка і кишечника, підвищують статус імунної системи тощо. Поранені тварини інстинктивно вимащуються глиною, що сприяє швидкому загоєнню ран.

Для диких тварин характерне відвідування так званих "солонців" (рис. 13). Зоологи найчастіше це пов'язують з потребою організму в натрії через низький вміст цього елементу в рослинних кормах (як відомо, в організмі тварин і людини співвідношення натрію до калію становить 1:1, а у рослин — 1:7). В окремих випадках таке пояснення підтверджується геохімічними даними, що показують підвищений вміст натрію в мінеральних речовинах, що поїдаються. Однак, дослідження низки звіриних солонців показали, що в більшості випадків вони не містять засолених порід, а складаються з мінералів, що володіють адсорбційними та іонообмінними властивостями, переважно з глини та інших алюмосилікатів, наприклад цеолітів. Особливо часто тварини відвідують солонці в міжсезоння, коли змінюється склад кормів і частішають розлади травлення, а також у період гону та лактації. Таким чином, літофагія тварин — це інстинктивний спосіб профілактики хвороб, забезпечення здорового потомства і збереження популяції.

Термін "літофагія" (поїдання каменю) був введений в науку професором Омської сільськогосподарської академії П.Л. Дравертом в 1922 р. Під час голоду в Поволжі в 1920-1921 рр. в багатьох місцевостях було поширено поїдання землі, і земля, в основному глини, продавалася на ринках як їстівний продукт. Як з'ясувалося, вона містила сапропелі, які люди використовували в їжу з давніх часів.

Літофагія у людей була відома в усі часи. Ця інстинктивна потреба вживати природні мінерали втрачена людьми внаслідок розвитку фармацевтичної промисловості і замінена хімічними лікарськими засобами та дієтичними добавками до їжі. Разом з тим, деякі народи, наприклад жителі Африки, кольорове населення США, народи Кавказу, чукчі, якути, а також корінне населення Далекого Сходу, застосовують літофагію і сьогодні. Як показують наукові дослідження, серед цих народів менше поширені хронічні хвороби, властиві цивілізованим популяціям людства ("хвороби цивілізації"). Серед "літофагних" народів, як відомо, є багато довгожителів.

Індіанці Венесуели, що жили в басейні річки Оріноко, які при розливі річки виявлялися на 2-3 місяці відірваними від "великої землі", харчувалися

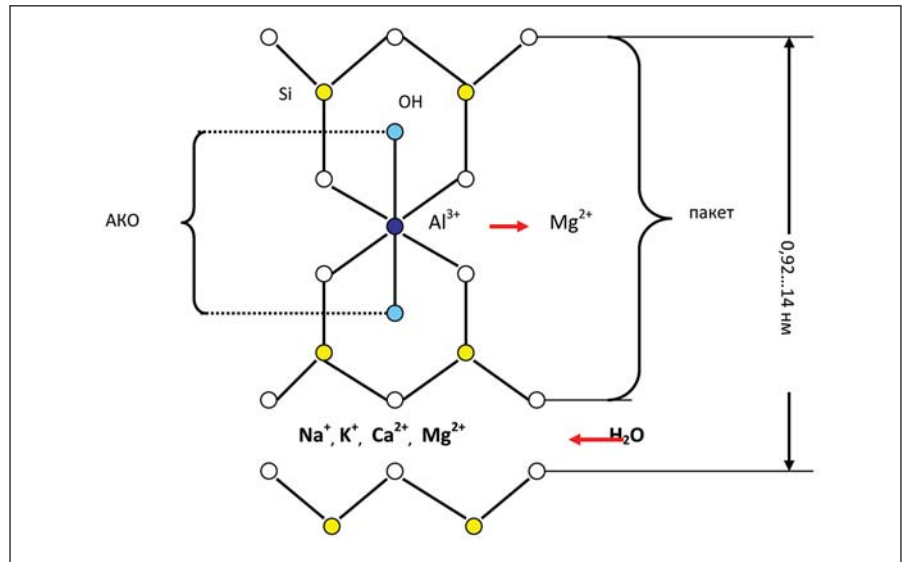


Рис. 9. Схема кристалічної решітки монтморилоніту (<http://www.tsogu.ru/istitutes>)



Рис. 10. Вулканічне родовище смектиту на острові Сардинія (<http://www.rmj.ru>).

тільки муловатою глиною, яку підсмажували на вогні. Глини були популярною їжею серед жителів багатьох інших регіонів Землі: в Індії їстівна глина була відома під назвою "глина моголів"; в Новій Зеландії глини служили приправою до м'яса; народи маорі їли сірувато-жовту землю вулканічного походження, так звану "вівсянку тубільців"; на півдні США, в гірлі річки Міссісіпі також використовували в їжу глину, яку називали "франклінова земля"; на узбережжі Охотського моря їстівні глини називалися "земляною сметаною" (вони представлені смектитами з домішкою цеолітів і залишків діатомових водоростей); в Китаї великою популярністю користувалася діатомова земля, відома під назвою "чорна їжа" або "земляний рис" (*diatomite* — гірські породи, що складаються в основному з кремнієвих залишків діатомових водоростей, які використовуються і як ліки, і як їжа).

В Африці глинисті породи і сьогодні регулярно поїдають сотні тисяч представників аборигенного населення. У південній частині Нігерії з плейстоценових глинисто-сланцевих товщ добувають глини "еко". Вони виглядають як щільні тонкошарові породи світло-сірого кольору. Їх очищають від піску і просушують, а потім коптять і прожарюють на тліючих вугіллях протягом 2-3 днів, доти, доки вони не набудуть кольору і консистенції шоколаду. Денне споживання цієї глини становить від 30 г до 1 кг і більше. Особливо багато глини їдять вагітні жінки та малі діти. Відзначено, що при виключенні глини з раціону вагітних засвоєваність їжі значно погіршується.

В основі феномену літофагії у тварин і людей, певною мірою, закладено природне прагнення організму до різнобічного коригування роботи своїх функціональних систем, що періодично піддаються неузгодженості під впли-



Рис. 11. Кольорові глини (<http://www.charla.ru>)

вом тих чи інших несприятливих факторів (кліматичних, геохімічних, екологічних, аліментарних та ін.) Можливість такої корекції обумовлена здатністю гіпергенних мінералів регулювати фізіологічні, біоенергетичні та інформаційні процеси в живих організмах. Є відомості, що при прийомі всередину низки природних мінералів, зокрема бентонітів, підвищується стійкість організму до стресів, імунітет до захворювань, відновлюється симбіотична мікрофлора кишечника. Крім того, такі мінерали здатні діяти як ефективний лікувальний фактор місцевого значення, наприклад, при загоєнні ран, виразок, кісткових переломів тощо. Бентоніти помітно впливають на загальний, і, особливо, мінеральний обмін речовин в організмі, підвищують засвоюваність їжі. Передбачено, що біологічно активна дія природних глинистих мінералів визначається їх еволюційно закріпленою фундаментальною роллю, яку вони відіграли на етапі зародження перших форм життя на Землі. Існує думка, що головним активним чинником у таких мінералах є особливий низькотемпературний різновид оксиду кремнію. Другий за важливістю чинник — мікроелементи, тре-

тій — сорбційні, іонообмінні й біокаталітичні властивості.

У лікувальних цілях глину використовували з часів *Галена, Авіценни, Гіппократа, Аристотеля, Діоскорида, Плінія, Марко Поло*. Вже тоді було відомо про її очищувальний, тонізуючий і загальний оздоровчий вплив на організм людини. У Стародавньому Єгипті глину застосовували при гнійних ранах, сприяючи якнайшвидшому лікуванню, та як "натуральний стерилізатор".

Знаменитий лікар стародавності *Авіценна* (980-1037 рр.) докладно описав властивості глини, її вплив на організм і способи лікування різних захворювань. У своєму "Каноні лікарської науки", говорячи про мистецтво збереження здоров'я, *Авіценна* з семи постулатів на третє місце ставив очищення організму від "надлишків" з використанням глини. Він докладно описує лікування сіро-білою глиною (бентонітом) хворих із ранами, нарівами, захворюваннями шкіри, розладами шлунково-кишкового тракту, захворюваннями сечового міхура, "кров'яним кашлем", опіками, кровотечами.

Лікування глинами рекомендувалося при порушеннях дихання, для регуляції роботи внутрішніх органів, для

нейтралізації отрут, лікування водянки, жовтяниці, захворювань очей. Араби і стародавні греки глиною зупиняли блювоту. В Африці глину використовують до теперішнього часу для лікування шлунково-кишкових захворювань і при ускладненнях у період вагітності. У Китаї рекомендували використання глин при хронічних діареях, гастроентеритах та інших шлунково-кишкових захворюваннях. Глина широко використовується як лікувальний засіб протягом багатьох століть також в Індії. Вона застосовується для лікування ран і шкірних захворювань, для косметичних цілей, а насамперед — для відновлення функцій травного тракту. В Аравії та Середній Азії маленькі кубики глини загортаються в листи волоського горіха і продаються для жування. Вони благотворно діють при різних захворюваннях, насамперед при захворюваннях шкіри та порушеннях функцій травлення.

Давні народи навчилися успішно зберігати швидкопсувні продукти, обмазуючи їх глиною. Під глиняною кіркою фрукти, овочі і навіть м'ясо довго залишалися свіжими.

Відомий терапевт професор *Адольф фон Штрюмпель* (1853-1925 рр.) за допомогою лікування глиною зумів у 1903 р. зупинити поширення азійської холери у Східній Пруссії. Німецький цілитель *С. Кнайпп* (1821-1897 рр.) прописував у рамках своєї гідротерапії глинисті ванни, а для лікування нарівів, фурункулів, раку й екзем — мішечки з глиною. Під час війни 1914-1918 рр. французьким солдатам в гірчицю додавали трохи глини, що служило хорошою профілактикою дизентерії.

Багато представників наукової медицини минулих століть, серед яких *С.П. Боткін, М.І. Соколов, А.Н. Покровський, Г.А. Гельман, І.Ф. Горбачов* використовували глину при серцево-судинних захворюваннях, істерії, базедовій хворобі, захворюваннях печінки і шлунково-кишкового тракту.

Народна медицина має безліч рецептів лікування за допомогою глини широкого спектру захворювань: серцево-судинної, гінекологічної, дерматологічної, інфекційної, онкологічної, стоматологічної патології, отитів, гепа-



Рис. 12. Видобуток бентоніту (<http://70338.ru.foroll.com/ru/irm/goods/>)

титів, простатиту, опіків, захворювань шлунково-кишкового тракту, нервової системи, очей, органів дихання, нирок та сечовидільної системи тощо. Народні цілителі використовують глину у вигляді мазей, паст, масок на обличчя, примочок, розтирань, лікувальних ванн, водних суспензій, порошоків, апікацій.

Тривалий час глинолікування залишалося прерогативою народної медицини. Проте останнім часом ситуація в цій галузі помітно змінюється в напрямку розширення сфери офіційного клінічного використання глини. Завдяки інтенсивним дослідженням у цій галузі, спектр встановлених клінічно лікувально-профілактичних властивостей глин збільшується з кожним роком.

У 1989 році професор Чангунського геологічного коледжу Лі Хонг-чао ввів термін "медична мінералогія" як розділ мінералогії, що виявляє лікувальні властивості мінералів і можливості їх використання як лікарських препаратів та компонентів ліків.

Таким чином, використання глин сприяє нормалізації мінерального обміну в організмі, порушення якого грають важливу патогенетичну роль при дуже багатьох захворюваннях. При цьому слід враховувати вищі іонообмінні властивості натрієвого бентоніту порівняно з іншими глинами, оскільки натрій легко заміщується на інші іони більшої валентності і більшого радіуса.

Мінеральний гомеостаз є найважливішим фізіологічним показником. У складі твердих тканин тварин і людини налічується 35 мінералів. Багато мінералів (біофільних елементів) беруть участь у низці життєвих процесів як обов'язкові складники ферментів, гормонів, вітамінів тощо. Тому асортимент фармацевтичних препаратів і біологічно активних добавок до їжі, що містять мінерали, помітно збільшується. Одним із перспективних мультимінеральних препаратів є глини, в першу чергу смектити.

Найважливішою властивістю глин як джерела корисних мінеральних еле-

ментів у примітивних організмів. Пізніше кремній був витіснений легшим і реакційно-активним кальцієм. Це твердження підкріплюється тим, що найдавніші і примітивні організми (зокрема, губки) мають кремнієвий скелет (рис. 15). Еволюційно більш розвинені організми мають кремнієвороговий і тільки еволюційно наймолодші організми — кальцієвий скелет. Багато кремнію міститься в кістках хрящових і ганоїдних риб (акул, осетрових, ската), які вважаються найдавнішими. Водночас у історично молодших костистих риб основу скелета становить кальцій, який у процесі еволюції поступово витісняв кремній.

Для людини кремній належить до есенціальних мікроелементів, регулярне надходження яких у організм абсолютно необхідне для його нормальної життєдіяльності. Крім кремнію, до них також належать залізо, йод, мідь, марганець, цинк, кобальт, молибден, селен, хром, ванадій.

При відсутності есенціальних мікроелементів живий організм будь-якої організації припиняє ріст і розвиток, не може здійснити свій біологічний цикл, зокрема не здатний до репродукції. Надходження ж відсутнього елемента знімає ознаки його дефіциту і повертає організму життєздатність.

Захворювання людини, що виникають в результаті дефіциту есенціальних мікроелементів ("гіпомікроелементози"), зазвичай супроводжуються ферментопатіями. Це закономірно, оскільки більшість ферментів містять в активній групі відповідні мікроелементи. При цьому кожен мікроелемент відіграє свою, унікальну роль у метаболічних процесах.

У зв'язку з тим, що мікроелементи не синтезуються в організмі, нормальне протікання біохімічних процесів, а значить, і функціонування всього організму в цілому прямо залежить від надходження їх ззовні, і якщо воно є недостатнім, то мікроелементи доцільно додавати в раціон у вигляді біологічно активних добавок до їжі. Тому препарати, які містять мікроелементи, знайшли широке застосування в клінічній практиці.

Мінеральні речовини, будучи структурно-функціональними компонентами ферментів, вітамінів і гормонів, зумовлюють енергетичний, азотний, вуглеводний і ліпідний обмін, ріст і відновлення тканин, сприяють підтримці осмотичного тиску і кислотно-лужної рівноваги, беруть участь у процесах травлення, дихання і кровотворення, захисних і репродуктивних функціях.

Кремній в організмі людини виявлено в усіх органах і тканинах: в легенях, у волоссі, гладких м'язах шлунка, в нирках, щитовидній залозі, гіпофізі, в



Рис. 13. Звірині солонці в тайзі (<http://www.fegi.ru/PRI-MORIE /ANIMALS/>).

Головними лікувальними властивостями глинистих мінералів вважаються їхні абсорбуючі й іонообмінні властивості. Шляхом сорбції та іонообміну глини здатні зв'язувати і виводити з організму токсини, іони важких металів, зокрема свинцю, нікелю та хрому та ін.

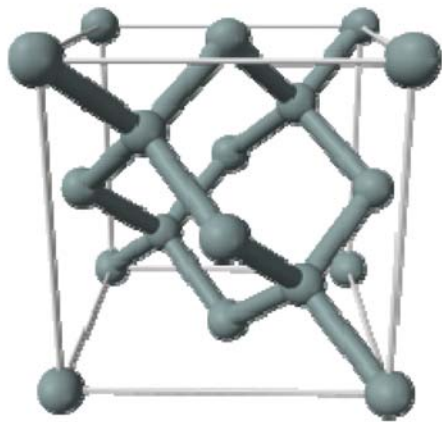
Кристалічна структура глинистих мінералів є стійкою решіткою з кремнію, кисню та алюмінію з домішками великого набору інших мінеральних елементів, які можуть легко вступати в обмінні реакції з хімічними речовинами, присутніми в шлунково-кишковому тракті. Оскільки обмінні іони дуже слабо пов'язані з основною решіткою мінералу, вони при попаданні глин в організм можуть легко відділятися і, якщо в організмі існує дефіцит цих елементів, він їх використовує. Вільні ж зв'язки мінералу імовірно заміщуються тими елементами, яких в організмі міститься в надлишку. Далі глинистий мінерал із заміщеними іонами виводиться з організму через кишечник.

ментів є те, що вони є цінним джерелом кремнію. Після кисню кремній є найпоширенішим елементом земної кори і життєво необхідним мінералом всіх живих організмів (рис. 14).

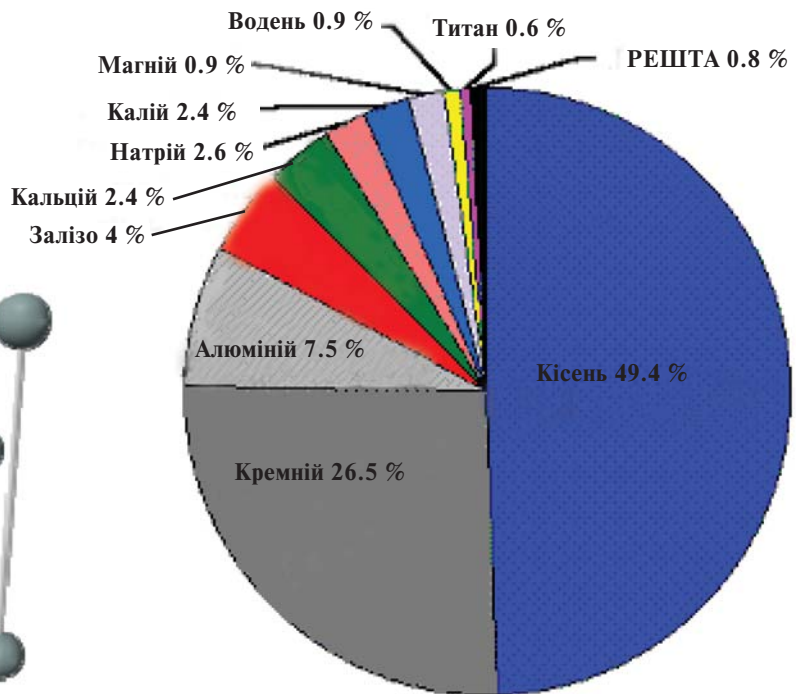
У вигляді кремнезему (SiO_2) кремній міститься у всіх рослинах. Вони поглинають його з ґрунту і використовують при будівництві міцної основи для своїх клітин. Твердість, еластичність і міцність стебел рослин залежать від вмісту в них кремнезему.

Кремнезем міститься в організмі морських тварин, прісноводних риб, птахів і ссавців. Він входить до складу скелетних утворень у тварин. Кремній близький за своїми властивостями до вуглецю, головним чином за здатністю утворювати аналогічні ковалентні зв'язки. Стверджують, що цей хімічний елемент у той історичний період, коли концентрація кальцію в давньому океані не досягла певного рівня, виконував численні функції, зокрема функцію створення перших опорних, скелетних

Рис. 14. Кремній:
А — кристалічна решітка,
Б — поширення мінеральних елементів
у земній корі



А



Б

фібрині, в плазмі крові. Еластичність шкіри, сухожиль, стінок судин обумовленою значною мірою вмістом в них кремнію. Він сприяє біосинтезу колагену та утворенню кісткової тканини. Встановлено, що в місцях перелому кісток при утворенні колагенових фібрил та інтенсивному клітинному розростанні вміст кремнію збільшується майже в 50 разів.

Численні дослідження показали, що в онтогенезі у людини найбільша концентрація кремнію міститься на початку розвитку плоду, а потім спостерігається її поступове зниження, що дозволяє зробити висновок про важливу роль кремнію в початковому процесі онтогенезу. Зі збільшенням віку людини вміст кремнію в її організмі зменшується. Ламкість кісток в літньому віці пояснюється дефіцитом не тільки кальцію, але і кремнію. Кремній сприяє формуванню кісткової тканини, незалежно від вмісту вітаміну D. Тому він необхідний людям будь-якого віку — від немовлят до людей похилого віку. Цей мікроелемент сприятливо діє на роботу серця, стан зубів, кісток, волосся, нігтів тощо.

Незважаючи на широке поширення кремнію у природі, в звичайних умовах він засвоюється організмом людини в дуже малих кількостях: тільки близько 4% від загальної кількості кремнію, що надходить у травний канал. Згідно з наявними даними, в організмі людини сумарно міститься від 1 г до 7 г кремнію (приблизно 0,001% від живої ваги), концентрація цього елемента в крові становить 1-5 мкг/мл.

Особливо багато кремнію міститься в сполучній тканині, шкірі, кістках, емалі зубів, волосі, легенях, щитовидній залозі, гіпофізі, нирках. В епітелії шкіри кремній хімічно пов'язаний з кератином і разом із сіркою з'єднує макромолекули цього білка поперечними містками, підвищуючи тим самим його хімічну і механічну стійкість, а також непроникність для рідин. У кровоносних судинах кремній, зосереджений головним чином у еластині й меншою мірою в колагені, перешкоджає відкладенню ліпідів, нормалізує проникність стінок і підвищує їхню еластичність. Кремній розглядається як біологічний "зшивний" агент, який бере участь в утворенні молекулярної "архітектури" полісахаридів і їхніх комплексів із білками. Ця фракція кремнію надає еластич-

ність сполучним тканинам. Кремній сприяє біосинтезу колагену, утворенню і кальцифікації кісткових тканин, пов'язує поперечними містками молекули кератину, забезпечуючи їм міцність і гідрофобні властивості. Кремній бере участь у метаболізмі фосфору і в ліпідному обміні, а також у підтримці своєї рівноваги з кальцієм, яке тісно пов'язане з процесами старіння організму. Участь кремнію в метаболізмі фосфоліпідів проявляється, наприклад, в тому, що в їхньому складі він може частково замінювати фосфор. Встановлено, що метаболізм кремнію регулюється гормональною системою.

Серед внутрішніх органів лідерами за вмістом кремнію є лімфатичні вузли (0,06%) і щитовидна залоза (близько 0,03%), потім, за зменшенням, йдуть нирки (0,025%), гіпофіз (0,008%), легені (0,004-0,008%), м'язи (0,0002-0,0008%), кров (0,0002-0,0003%). У стінках артерій у новонароджених виявлено 0,00073% кремнію. Кремній бере активну участь у процесі росту волосся, де його вміст досягає 0,02-0,36% у сухій речовині, тому в народній медицині та гомеопатії для зміцнення волосся і поліпшення їх росту застосовують відвари з "кремнієфільних" рослин. За сучасними уявленнями, кремній необхідний організму для забезпечення захисних функцій, процесів обміну і дезінтоксикації.

Експериментально показано, що на безкремнієвій дієті тварини відстають у рості; у них погіршується стан шерсті та кісток; при додаванні кремнію до їжі вказані порушення зникають. Введення кремнію в харчовий раціон тварин прискорює ріст молодих кісток, сприяє кальцифікації і зрощуванню пошкоджених кісткових тканин.

Зараз уже остаточно встановлено, що кремній відіграє важливу біологічну роль у багатьох фізіологічних, патологічних та геронтологічних процесах.

Кремній є антагоністом і контролером кальцію. Підтримка в організмі фізіологічного співвідношення кальцію і кремнію має велике значення для збереження мінерального гомеостазу. Якщо кремнію недостатньо, кальцій починає його замінювати. Кремній відповідає за еластичність тканин, кальцій — за міцність.

При нестачі кремнію відбувається кальцинація тканин — вони втрачають пружність і еластичність. Особливо це стосується судин і зв'язок. Нестача кремнію може проявлятися порушенням імунних реакцій, зниженням еластичності тканин і турбору шкіри, підвищенням проникності судин і як наслідок, геморагічними проявами. Стверджують, що понад 70% захворювань пов'язано з дефіцитом кремнію, в тому числі, коліт, гастрит, виразки слизових, остеохондроз, радикуліт, рахіт, поліартрит, діабет, атеросклероз та інші захворювання серцево-судинної системи, сечо- і жовчнокам'яна хвороби, ендометріоз, шкірні захворювання, імунний дефіцит, доброякісні та злоякісні новоутворення, деякі інфекції та ін.

Щодня людині потрібно не менше 20-30 мг кремнію, який надходить в організм з водою, овочами та фруктами. Зменшення цієї дози може призводити до розвитку захворювань. При зниженні кількості кремнію, що надходить в організм з харчовими продуктами і питною водою, його концентрація в сполучних тканинах різко падає, спостерігається зниження еластичності стінок артерій одночасно зі зростанням їхньої проникності. Остання властивість призводить до проникнення ліпідів у плазму крові і до їх відкладення всередині кровоносних судин. Крім того, заміщення кремнію кальцієм, що відбувається при дефіциті кремнію в крові, робить стінки судин жорсткішими. Кальцій включається у стінки судин, і на кальцієвих включеннях у стінках судин починає осідати холестерин. Через нестачу кремнію холестерин не використовується організмом і накопичується в судинах.

У 1912 р. німецький лікар *Вільгельм Кюн* встановив, що сполуки кремнію здатні перешкоджати розвитку атеросклерозу. У 1957 р. французькі вчені *М. Ленгер* і *Ж. Ленгер* підтвердили цей факт, зазначивши, що у хворих атеросклерозом вміст кремнію у стінках судин нижчий, ніж у здорових людей. Ці дослідники експериментально показали, що введення в організм сполук кремнію зупиняє розвиток атеросклерозу і допомагає відновити функції стінок судин.

В організмі тварин і людини кремній присутній у трьох основних формах: неорганічні сполуки кремнію, які легко виводяться з організму; сполуки кремнію, розчинні в органічних розчинниках (орто- і олігокремнієві ефіри вуглеводів, стеринів, холіну і фосфоліпідів, в тому числі ортокремнієві

ефіри сполук білкової природи); нерозчинні полімерні сполуки кремнію (олігокремнієві кислоти). Найлегше засвоюються органічні сполуки кремнію. У складі органічної речовини кремній утворює ортокремнієві ефіри оксіамінокислот, оксікарбонових кислот, поліфенолів, вуглеводів, стеринів, а також Si-N-похідних амінокислот, аміноцукрів і пептидів. Перетворення неорганічної сполуки кремнію в органічні форми відбувається в шлунково-кишковому тракті людини під дією ферменту сілікази, який синтезується в шлунку і 12-палій та тонкій кишках.

Сполуки кремнію переважно нетоксичні для організму людини, однак, незважаючи на широкий перелік важливих для здоров'я властивостей, його надмірне надходження в організм може призводити і до несприятливих наслідків. Попадання в легені пилу неорганічних сполук кремнію може викликати розвиток захворювання легенів — силікоз. Поріг токсичності кремнію становить 500 мг на день. Розвиток силікозу зустрічається у людей, що працюють в умовах систематичного вдихання пилу, що містить високі концентрації двоокису кремнію. Тому дозування препаратів на основі кремнію повинне бути предметом спеціальних досліджень. Підвищене надходження кремнію в організм може привести також до порушення фосфорно-кальцієвого обміну, розвитку сечокам'яної хвороби та ін.

Слід враховувати, що будь-які мінерали не тільки позитивно впливають на здоров'я людини. Потрапляючи в надмірних кількостях в організм, вони можуть сприяти розвитку важкої патології. Ступінь і характер впливу мінералу на організм визначається його хімічним складом, формою і розміром мінеральної частинки, місцем її локалізації в організмі і досконалістю захисних механізмів тих органів, до яких шкідливі мінерали впроваджуються, блокуванням механізму їх хімічного і механічного пошкоджувального впливу та ін. Жоден мінерал не використовується живим організмом в його природному, кристалічному стані. Перш ніж включитися в фізіологічний процес, мінеральна речовина обов'язково руйнується (розчиняється), переводиться в іонну або молекулярну форму. Природні реакції живого організму на мінеральні сполуки, що з ним взаємодіють — руйнування або відторгнення. В організмі діють для цих цілей бар'єрні, захисні реакції на мінеральну речовину, які й визначають характер взаємодії з мінералом.



Рис. 15. Губки — одні з найдавніших тварин з кремнієвим скелетом (www.beachwatchers.wsu.edu)

Глини відносяться до безпечних для здоров'я людини, так званих "істивних" мінералів і в основному розглядаються як антисептичні, протизапальні, адсорбційні і біокаталітичні засоби, які пройшли багатовікові клінічні випробування. Небезпеку може представляти передозування природних глин, погано очищених від сторонніх домішок і важких металів.

Крім кремнію, смектити містять широкий спектр інших життєво важливих макро- і мікроелементів (алюміній, фосфор, залізо, магній, марганець, кальцій, калій і ін.). Тому їх слід розглядати як цінний полімінеральний засіб.

Препарати, отримані з використанням природних алюмосилікатів, у тому числі смектитів, все ширше використовуються в медицині. У світовій практиці відомо застосування смектитів при виготовленні різних засобів "глинотерапії", зокрема фармацевтичних препаратів, косметичних, бальнеологічних препаратів, мазей, біологічно активних добавок до їжі тощо.

Бентонітова глина спричиняє м'яку дію на організм хворого і не викликає побічних ефектів. Препарати на основі смектитів мають протизапальну, десенсибілізуючу, розсмоктувальну, трофічну та регенерувальну дію. При внутрішньому застосуванні бентонітова глина обволікає слизову оболонку шлунково-кишкового тракту і активно сорбує токсини, патогенні мікроорганізми, гази, солі важких металів та радіонукліди. Це дозволяє ефективно використовувати смектити при різних інтоксикаціях, шлунково-кишкових розладах та інфекціях, печії та метеоризмі. Регулярне їх вживання нормалізує рН шлунка та мікрофлору кишечника, значно підвищує переносимість організмом гормональних препаратів, а також сприяє зміцненню імунної системи.

Особливого значення надають властивостям глинистих мінералів сорбувати і виводити з організму шкідливі сполуки і клітини. Пріоритет при цьому належить монтморилоніту, який деякі автори називають природним сорбентом XXI століття. Препарати на основі цього мінералу застосовують при діареї та інших інфекційних захворюваннях шлунково-кишкового тракту людини; вони здатні виводити з організму катіони важких металів і радіонуклідів; нейтралізувати негативні наслідки прийому неякісної їжі та води; заповнювати дефіцит організму в мікроелементах; знімати запальні процеси при алергії; підвищувати загальний імунний статус організму. Є повідомлення, що смектити при внутрішньому застосуванні нормалізують кислотнo-лужний баланс в організмі. У зв'язку з цим вони можуть бути корисними при лікуванні хворих на гастроентерологічні захворювання, в тому числі на виразкову хворобу шлунка і дванадцятипалої кишки.

Нині препарати на основі смектитів успішно використовують при лікуванні хворих з ротавірусною інфекцією, антибіотико-асоційованою діареєю, синдромом подразненого кишечника. Смектити також рекомендують використовувати як антациди при лікуванні виразкової хвороби. Вказують на сприятливий вплив смектитів, завдяки їхній високій здатності обволікати та сорбувати, зокрема щодо клітин *Helicobacter pylori* та жовчних кислот, здатності поліпшувати реологічні властивості слизу, що підвищує його в'язкість і збільшує резистентність слизової оболонки до дії пепсину і соляної кислоти.

Глинолікування з використанням смектитів рекомендують при дегенеративно-дистрофічних захворюваннях опорно-рухового апарату. Позитивний результат відзначався у 74% хворих при включенні бентонітової глини в схему комплексного лікування.

Виявлені смектити, що пригнічують широкий спектр патогенів людини. Антибактеріальну дію дослідники пов'язують зі специфічним набором обмінних катіонів. Однак більшість природних смектитів, володіючи широким спектром цілющих властивостей щодо організму людини, не пригнічують мікроорганізми, з якими вони пов'язані тісними еволюційними узами. Завдяки цим властивостям більшість смектитів здатні нормалізувати ендогенну мікробіоту людини.

За рахунок високого вмісту макро- та мікроелементів бентоніт ліквідує дефіцит в організмі людини кремнію, заліза, кальцію, калію та інших мінералів, нормалізуючи мінеральний обмін.

Зовнішню бентонітову глину використовують при лікуванні захворювань шкіри різної етіології, гінекологічних захворювань, пародонтозу, а також у косметології. При цьому бентонітову глину використовують самостійно або як основу для приготування медичних мазей, емульсій або косметичних масок.

Використання бентоніту в косметичних цілях дозволяє провести глибоке та м'яке очищення шкіри, вилікувати вугровий сип, нормалізувати роботу сальних та потових залоз. Шкіра збагачується макро- та мікроелементами, знезаражується та захищається від пошкоджень вільними радикалами та перекисними сполуками. Використання гелю бентоніту відновлює природні механізми збереження необхідного об'єму вологи в шкірі та її живлення зсередини.





На думку багатьох дослідників, глина має колосальний енергетичний потенціал цілющої дії, закладений Природою в період геологічного формування Землі, особливо її біосфери.

У сучасних умовах використання природних глинистих мінералів для оздоровлення є надзвичайно актуальним. Стиль життя сучасної людини не відповідає біологічним вимогам нормального функціонування організму, підтримання гомеостазу. Незбалансоване харчування, гіпокінезія та гіподинамія, шкідливі звички та часті нервово-емоціональні стреси призводять до розладів здоров'я. Це є причиною зміни структури захворюваності в напрямку збільшення частки алергічних захворювань, хронізації патології в молодому віці, розповсюдження синдрому хронічної втоми та ін. Відсутність належного контролю якості харчових продуктів, води, повітря в комплексі з недостатньою гігієнічною культурою ще більше погіршують становище. З цих позицій очищення організму від шкідливих сполук з використанням природних сорбентів та іонообмінних препаратів, зокрема на основі глини, є вельми перспективним. Профілактичне та лікувальне використання смектитів забезпечує мінеральний гомеостаз і, як наслідок, імунологічну стійкість організму людини до захворювань різної етіології.

Таким чином, інтенсифікація робіт у галузі розширення асортименту препаратів і продуктів, що містять біологічно активні препарати на основі смектитів, є важливою проблемою оздоровлення населення за рахунок використання ефективних та м'яких методів, створених в процесі еволюції самою Природою.