

ядерних випробувань і знищення арсеналів ядерної зброї, скорочення збройних сил до розумного мінімуму, припинення виробництва й заборону всіх видів зброї масового знищення, по-друге, скорочення військ і озброєнь у найбільш конфліктних районах планети, зменшення кількості військових баз, припинення розробок нових видів озброєнь, у першу чергу психотропних засобів.

Список літератури

1. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. Основи екологічних знань. – К.: Либідь, 1997. – 320 с.
2. Бухарест: екологія Дуная знаходиться в критическом состоянии в результате бомбардировок Югославии, 12.05.99, www.battery.ru/search.phtml.
3. Белград: лидеры НАТО обрекли детей Югославии на вечные болезни, 12.10.99, www.battery.ru/search.phtml.
4. Гражданская оборона: Учебн. пособие для офицеров запаса. – М.: Воениздат, 1988. – 128 с.

5. Брюссель: натовские бомбардировки нанесли окружающей среде Югославии ущерб, оцениваемый в 3 млрд долларов, 14.10.99, www.battery.ru/search.phtml.
6. Шарий В. Висновки з балканської війни // Міжнародна безпека. – 1999. – № 1, жовтень, www.niss.gov.ua/Tasko/018.htm.
7. Кириленко В.И. Подготовка офицеров запаса. – М.: Воениздат, 1988. – 144 с.
8. Белград: Югославия намерена добиваться компенсации, 16.06.99, www.battery.ru/search.phtml.
9. Балканы: как только ветер переменится – пойдут кислотные дожди, 14.06.99, www.battery.ru/search.phtml.
10. Бухарест: “кислотные дожди”, 02.06.99, www.battery.ru/search.phtml.

Рекомендовано до публікації д.б.н. А.І. Горовою 09.11.09

УДК 577.48:661.183.12:615.246.2

© В.К. Богданов, 2010

В.К. Богданов

ВИКОРИСТАННЯ ІОНООБМІНУ МІНЕРАЛІВ У БІОЛОГІЧНИХ РІДИНАХ ДЛЯ МЕДИЧНИХ ЦІЛЕЙ

Дано наукове обґрунтування застосуванню мінералів як природних сорбентів у порівнянні із штучними, що дозволяє передбачити нову сферу застосування глинистих мінералів.

Дано научное обоснование применению минералов в качестве природных сорбентов в сравнении с искусственными. Это позволяет предусмотреть новую сферу использования глинистых минералов.

There was given a scientific basis for the use of minerals as natural sorbents in comparison with the artificial ones. This allows to foresee the new sphere of using clayey minerals.

Ентеросорбція – перспективний метод лікування, побудований на виведенні баластних речовин із фізіологічних рідин в кишечник, зв'язуванні цих екзо- та ендотоксинів сорбентами і видаленні їх з організму природним шляхом. Цей метод розглядається вченими як своєрідний діаліз, кишкова плазмасорбція.

Перевага ентеросорбції, як одного з еферентних методів лікування у порівнянні з традиційною медикаментозною терапією безперечно. Відомі деякі негативні наслідки медикаментозної терапії, особливо у разі патології органів, що беруть участь у детоксикації (печінка, нирки), що спонукало вчених шукати альтернативні засоби лікування.

Ентеросорбція справляє нормалізуючий вплив на організм хворого, сприяє детоксикації організму й запобігає функціональному перевантаженню гепатобілітарної системи та нирок, поліпшує їх діяльність, що, безперечно, позитивно впливає на клінічний перебіг захворювання.

Найважливіші характеристики сорбентів: пориста структура, міцність, своєрідний хімічний склад, форма та макроструктура. Тому стає зрозумілою тенденція у медицині та фармації до створення мікропористих сорбентів, що добре вбирають великі молекули [1].

Проте, позитивно характеризуючи вуглецеві сорбенти як сферичні карбоніти, що містять як протиіони ОН, та які мають добре розвинені пори й підвищену чутливість до середніх молекул під час сорбції з біологічних рідин (сумарна питома поверхня пор сорбенту в 3-4 рази більша від такої у карболену та активність за метиленовим синім – не менше 452 мл/г), не можна обминути деяких небажаних їх властивостей. Оскільки вуглецеві сорбенти є нерозчинними у разі перорального, а тим більше, зовнішнього застосування, вони не можуть справляти відчутного впливу на організм. І все ж таки наукові дані й клінічні спостереження свідчать про те, що адсорбенти, незалежно від їх походження, справляють загальний позитивний вплив на організм. Хоча використовувані вуглецеві сорбенти

не мають високої специфічності, вони переважно адсорбують деякі низькомолекулярні сполуки.

Однак варто визначити певні недоліки штучних сорбентів. Головні з них – недостатнє наукове обґрунтування методики їх застосування, а також висока вартість штучних сорбентів, що в сучасних умовах не завжди по кишені пересічному громадянину. Тому проблема застосування доступних та дешевих природних сорбентів для лікування захворювань печінки, нирок, травного каналу, а також алергійних захворювань – дуже актуальна.

Вчені намагаються створити сорбенти, які виконували б дренажні функції, мали пористу структуру та були багаті на мікроелементи, які б містили біологічно активні компоненти різного походження.

Слід зазначити, що еферентне (сорбційне) лікування відоме з доісторичних часів, коли з лікувальною метою також використовували глину – білу, грецьку (червону), зелену (бентонітову). Про це згадується у працях Гіппократа, Авіценни та інших відомих у далекому минулому лікарів. Глини використовували як засіб для зовнішнього та внутрішнього застосування при захворюваннях шкіри, суглобів, печінки. Так, в Апокрифійних Євангеліях неодноразово згадується, що Ісус також лікував хворих глиною.

У Державній фармакопеї СРСР (М.: Медицина, 1968. – 140 с.) біла глина (каолін) значиться під номером 109 як мінерал, який має адсорбційну властивість та високу дисперсність.

Каолін (силікат алюмінію з домішками магнію та кальцію) застосовують як сорбент внутрішньо при шлунково-кишкових захворюваннях. На разі існує наукове обґрунтування лікувальної дії каолінів [2].

У працях вчених (хіміків, геологів, фізиків, фармацевтів) велике значення надається бентонітовим глинам як мінералам, що мають властивість обмінювати свої катіони на катіони сполук, які містяться у біологічних рідинах [1-3]. До бентонітових глин належать монтморилонітова та палигорскітова, які мають високі адсорбційні гідрофільні або органофільні властивості – залежно від вмісту бентоніту.

Отже, за сучасними уявленнями монтморилоніт та палигорскіт – це сорбенти з механізмом дії біологічно-активних сполук.

Здавна відомі переваги бентонітових глин, як адсорбуючих систем перед білою глиною, яка, однак, більше відома у фармацевтичній практиці. Та, на жаль, у науковій літературі, що нам доступна, ми не знайшли інформації про використання високих сорбційних властивостей бентонітових глин (монтморилонітової, палигорскітової) [4-5].

Важлива складова бентонітових глин утворюється при перетворенні вулканічного попелу [6-7]. Ці глини поширені як в Україні, так і в країнах близького зарубіжжя: у Черкаській (с.м.т. Лисянка), Донецькій (м. Часів Яр), Дніпропетровській (с.м.т. Просяна, м. Орджонікідзе) областях, Криму, а також в Узбекистані, Киргизстані, Туркменістані, Росії (Білгородська область).

Вузькому колу фахівців-фармакологів та вчених-хіміків відомо, що бентоніт медичний (ресстраційний

номер 64/228/52 у Держреєстрі лікарських засобів, дозволених до застосування у медичній практиці та промислового виробництва, 1986) можна використовувати як лікувальний засіб. Загалом бентоніти – це алюмогідросилікати, загальна формула яких – $Al_2O_3SiO_2 \times nH_2O$. Молекулярне співвідношення Al_2O_3 та SiO_2 коливається у межах від 1:2 до 1:4.

Бентоніти на 90% складаються з окисів кремнію, алюмінію, магнію, заліза та води. У природі існує понад 40 відомих глинистих мінералів. До них належать і монт (монтморилоніт) – це той самий бентоніт, первинна чарунка якого збудована з двох зовнішніх кремнієкисневих тетраедричних стінок і з алюмінієкисневою октаедричною сіткою між ними. Ступінь дисперсності вищий, і під час розпаду бентоніти диспергуються до елементарних чарунк [5-8].

Катіони глинистих мінералів (K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} та ін.) можуть стехіометрично обмінюватися на інші катіони – органічні та неорганічні. Обмін катіонів бентоніту, що здійснюється в еквівалентній кількості, є оборотнім. Поглинання катіонів тим сильніше, чим вища валентність іону. Обмін катіонів з однаковою валентністю тим інтенсивніший, чим більша їх атомна маса. Позитивною характеристикою дисперсних систем бентоніту є те, що поглинання катіонів токсичних речовин у біологічних рідинах посилюється, супроводжуючись зростанням їх концентрації у розчинах. Процес обміну посилюється також з підвищенням рН розчину. Іонообмін віддзеркалює рівень його ізотерми [9].

Величина та швидкість обміну залежать від походження катіонів, що обмінюються, структури адсорбенту та його дисперсності, від концентрації іонів у біологічних рідинах, тривалості взаємодії та температури. Катіонний обмін, характерний для бентонітів: $Si^{4+} \rightarrow \dots Al^{3+} \rightarrow \dots Mg^{2+} \rightarrow \dots$ Обмін аніонів у бентонітових глинистих мінералах відбувається також за законами, що тотожні обміну катіонів.

Обираючи серед природних адсорбуючих речовин, а саме серед бентонітових глин (їх понад 40 видів), слід віддавати перевагу монтморилоніту та палигорскіту, яких на території України велика кількість. У цих глин найвища обмінна властивість (у середньому становить 80...100 мг/екв на 100 г глини).

Бентонітовий мінерал монтморилоніт (назва походить від місця, де його вперше знайшли – Монтморіоне, Франція) містить частинки розміром до 10...30 ангстрем, що загалом збільшує площу поверхні мікрочастинок і властивості іонного обміну з речовинами білкової природи, монтморилоніт справляє сильніший детоксикаційний вплив, ніж штучні сорбенти (наприклад, активоване вугілля КАУ-60, СКН-2М, вуглецеві сорбенти СКН, СКС-1, СКДС, СКС-11, „Полісорб”, „Карболонг”, САУ, „Увсорб” тощо).

Фізико-хімічні властивості монтморилоніту: тонкозернисті агрегати, ідеальна спаяність (001), колір – від білого до жовтого та зеленого.

Палигорскіт належить до волокнистих глинистих бентонітів. Він є важливою складовою ґрунтів пустель. Його запаси знайдено в Черкаській області.

З огляду на характеристики бентонітів монтморилоніт та палигорскіт доцільно використовувати як ентеросорбенти у клінічній практиці.

За характером пористості сорбенти-мінерали відрізняються від штучних більшою кількістю перехідних пор, що має важливе практичне значення. Доведена залежність адсорбції від геометричної форми внутрішньої поверхні скелета мінералів.

У разі застосування природних сорбентів (бентонітових глин) поруч із адсорбцією спостерігається проникнення адсорбованої речовини всередину скелета глини, тобто після утворення моношару відбувається подальше відтворення молекул, завдяки чому збільшується відстань між площинами елементарних частинок.

Глинисті мінерали мають властивості сорбувати деякі аніони та катіони й утримувати їх у зміненому стані. Простий приклад обмінної реакції – пом'якшення води, яка проходить через каолін, бентоніт, монтморилоніт, палигорскіт. Вивчався катіонний та аніонний обмін. Обмінна здатність виражається в м-екв на 1 г або на 100 г речовини. Так, один еквівалент натру, виражений у вигляді Na_2O , має молекулярну вагу 31 і тому 1 м-екв на 100 г дорівнює 0,031% Na_2O . Обмінна здатність визначається завжди при $\text{pH} = 7$. Наведемо дані катіонного обміну глинистих мінералів (м-екв/100 г): каолініт: 3...15; бентоніт: 45...90; монтморилоніт: 80...150; палигорскіт: 40...80. Місткість аніонного обміну глинистих мінералів (м-екв/100 г): каолініт: 6,6...13,3; бентоніт: 21...23; монтморилоніт: 23...31; палигорскіт: 11...23.

Узагальнюючи отримані дані, слід констатувати, що процент іонізованих катіонів залежить від специфіки глинистого мінералу, кількості води, природи цих катіонів та їх відносної концентрації.

Аналізуючи аніонний обмін, передбачали, що факт аніонного обміну на поверхні глинистих мінералів пов'язаний з присутністю незбалансованих електричних зарядів, які виникають внаслідок заміщення всередині кристалічної решітки. Поки що неможливо визначити, як це здійснюється, тому що позитивні чи негативні заряди (яких недостає) намагаються збалансувати один одного і може виникнути нестача позитивних чи негативних зарядів, але не перших і других одночасно. Ці дані свідчать, що нестача негативних зарядів трапляється частіше, ніж позитивних. Відомо, що деякі адсорбовані аніони фіксуються глинистими мінералами й переходять у незмінний стан [9].

Використовуючи іонообмінну реакцію, можна застосовувати бентоніти як ентеросорбенти (натрієву форму бентоніту) та для екзосорбції (його водневу форму). Різновид бентоніту – монтморилоніт, занесений до Державної фармакопеї 4 перегляду (1968 р.) як допоміжний засіб для виготовлення пілюль [10-11].

У Чехії, Словаччині, Румунії, Болгарії широко відомі бентонітові мазі. У Росії та Україні виготовляють 1%-ву еритроміцинову та 5%-ву цигерольову мазі на

бентонітовій основі. У практичній медицині високі сорбційні властивості бентонітів для лікування хворих використовують мало. У науковій літературі є поодинокі повідомлення про використання бентонітів для очищення питної води, соків та у легкій промисловості для виробництва барвників [12-13].

Бентонітові глини як ентеросорбенти відповідають таким вимогам: мають високий рівень адгезії мікроорганізмів та токсичних продуктів; не подразнюють стінку травного каналу; мають високу антипротейолітичну активність. Сукупність цілої низки теоретичних обґрунтувань, що будуються на наукових фактах про високі сорбційні властивості бентонітових глин, результати досліджень дозволяють передбачати нову сферу застосування бентонітових сорбентів – бентобіотиків.

Список літератури

1. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. – К.: Ірбіс, 2001. – 301 с.
2. Шарапов Ф.С. Эфирное масло иссопа Зеравшанского кряжа и его сорбция на бентонитовых глинах: Автореф. дис. ... канд. хим. наук: 02.00.04. – Душанбе, 2002. – 21 с.
3. Хушманов А.Т. Осветление и стабилизация прозрачности вин Таджикистана местными бентонитами и полимерными материалами: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 02.00.04. – Душанбе, 2000. – 20 с.
4. Клименко Л.П. Техноэкология. – Симферополь: Таврия, 2000. – 542 с.
5. Смогеловский А.М. Развитие представлений о структуре силикатов. – М.: Наука, 1979. – 231 с.
6. Либау Ф. Структурная химия силикатов. – М.: Мир, 1988. – 410 с.
7. Лысенко М.П. Состав и физико-химические свойства грунтов. – М.: Недра, 1972. – 320 с.
8. Торопов Н.А., Буллах Л.Н. Кристаллография и минералогия – Л.: Изд-во лит-ры по строительству, 1972. – 503 с.
9. Грим Р.Э. Минералогия и практическое использование глин: Пер. с англ. – М.: Мир, 2007. – 511 с.
10. Аблаева Л.А. Використання бентонітових глин Кудринського родовища для охорони навколишнього природного середовища: Автореф. ... дис. канд. геол. наук: 04.00.19 / Інститут геохімії навколишнього середовища. – К., 2002. – 21 с.
11. Глинистые породы Украины / Литовченко Е.И., Карпова Г.В., Додатко А.Д. и др. – К.: Наук. думка, 1982. – 248 с.
12. Шульц М.М. Силикаты в природе и практике человека. – К.: Наук. думка, 1997. – 164 с.
13. Юльберг Р., Шрайтер П. Определитель горных пород: Пер. с нем. – М.: Мир, 1977. – 234 с.

Рекомендовано до публікації д.б.н. А.І. Горовою 20.10.09