

УДК 549.8+57+61

**І. П. Бурденюк**  
**І. М. Ковбаса**  
**А. Г. Волощук**  
**А. Є. Петрюк**  
**Є. П. Пастушенко**

## ПРИРОДНИЙ МІНЕРАЛ – БАЗАЛЬТОВИЙ ТУФ, ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ, БІОЛОГІЇ ТА МЕДИЦИНІ

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці  
 Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

**Ключові слова:** сорбція, алюмосилікати, базальтовий туф, адсорбент, сорбтив, іммобілізація ферментів, токсинів, ліків, іонний обмін.

**Резюме.** Проведні роботи з вивчення фізико-хімічних властивостей базальтового туфу в порівнянні з сапонитом. Отримані результати засвідчують про його іонообмінні властивості і здатність сорбувати різні за природою антисептичні речовини органічного походження, поліпептиди і білкові молекули. Результати досліджень дозволяють прогнозувати застосування базальтового туфу у ветеринарії і медицині в якості екзо- і ентеросорбентів, акумуляції білкових молекулярних поєднань, поліпептидів, амінокислот і ліків, як депо для локалізації як токсичних речовин, так і лікарських препаратів.

### Вступ

Швидкісні темпи росту науково-технічного прогресу породжені і стимульовані людським фактором, продиктовані необхідністю для розвитку людського суспільства.

Однак антропогенний вплив на середовище проживання лише незначною мірою позитивно впливає на стабільність біосфери. Відбувається погіршення якості повітря і питної води, забруднення ґрунтів і харчових продуктів хімічними речовинами. Ці фактори і призводять до зростання захворюваності населення Землі. Останнім десятиліттям зросла кількість захворювань, зумовлених ураженням органів дихання, серцево-судинними та онкологічними хворобами [1].

Відчутне погіршення санітарно-гігієнічних показників оточуючого людину середовища диктує необхідність вирішення медико-соціальних питань охорони її довкілля від дії шкідливих речовин. Погіршення довкілля висуває на порядок денний пошуки методів охорони внутрішнього середовища людини шляхом зв'язування та виведення з організму шкідливих речовин. Завданням таких методів, відомих як еферентні, є детоксикація організму, яка базується на процесах сорбції та іонного обміну в системі „біологічне середовище-препарат”. Основою детоксикаційних лікарських засобів (ентеросорбентів) є вуглецеві матеріали та мінеральні речовини [2].

Сучасні детоксикаційні лікарські засоби базуються на препаратах з вмістом вуглецю, або ж являють собою штучно синтезовані мінеральні комплекси [2].

Відомо, що природні алюмосилікати – базальтові туфи володіють іонообмінними властивостями і здатні сорбувати різні за природою речовини [3]. Це дозволяє прогнозувати використання їх у медицині як ентеросорбентів та основи для іммобілізації ферментів, токсинів, ліків [4].

Базальтові туфи – це природні алюмосилікати вулканічного походження, які в розвідуваних родовищах представлені магматичними породами (вулканічне скло, базальти, шлаки) та мінералами (плагіоксаз і піроксен) [5, 6]. Залежно від мінерального і хімічного складу, відповідної переробки їх застосовують у будівництві і в промисловості будівельних матеріалів, в сільському господарстві як добавки до кормів, та як пролонгатори мінеральних добрив [7, 8, 9]. Володіючи елементами цеолітної структури, базальтові туфи є потенціальними матеріалами для очистки природних та стічних вод [10].

Останнім часом на території України виявлені великі поклади (понад 1 млрд. тон) базальтового туфу [11]. Рядом авторів встановлено низьку (20-25 г/кг) токсичність водних суспензій базальтового туфу для білих шурів при ентеральнім уведенні тваринам [12]. Отже, беручи до уваги доступність вітчизняного природного мінералу – базальтового туфу, його хімічний склад та низьку токсичність нами проведені поглиблені дослідження його властивостей у пошуках місць застосування в біології та медицині.

### Мета дослідження

Дослідити сорбційну здатність вітчизняного базальтового туфу відносно різних класів сор-

бентів *in vitro* з метою обґрунтування перспективи щодо його застосування в медицині як ентеросорбента.

### Матеріал і методи

Хімічний склад базальтового туфу встановлено різними методами аналізу. Макрокомпоненти (Ca, Si, Al, Fe, Ma) визначали методами титриметричного і гравіметричного аналізів, Na і K – фотометричним методом, вміст мікроелементів (Ca, Co, Zn, Mo, As, Col, Pb) – методом атомно-абсорбційної спектроскопії [6] на спектрометрі КАС 151-М1.

В ході виконання роботи встановлено, що до мінералогічного складу базальтових туфів родовища „Галицьке-2”, які використані в цій роботі, входять: цеоліти (35-40)%, монтморилоніти (30-40)%, польові шпати (10-15)%, кремнезем (4-5)%, гематит (3-5)%. Середньостатистичні результати хімічного складу туфу, виражені через масові відсотки оксидів, наведені в таблиці 1.

Узагальнення результатів аналізу показує, що базальтові туфи – це алюмосилікати з масовим співвідношенням Si/Al=4,5/4,7, які містять заліза в кількості 83,3-86,3 г/кг. Крім елементів, сполуки яких у перерахунку на оксиди наведені в таблиці 1, досліджувані туфи містять також мікроелементи (цинк, мідь, кобальт, нікель) у кількостях 1,29-0,07 г/кг. Токсичних елементів (миш'як, свинець, ртуть, хром) не виявлено.

У таблиці 2 наведені експериментальні дані, які відображають результати хімічного вимиван-

ня (декатіонування) деяких елементів базальтового туфу 0,1. н. розчином HCl (pH 1,0 – шлунковий сік).

Порівняння даних, представлених у таблицях 1 і 2 показує, що між вмістом елементів у базальтовому туфі та концентрацією їх катіонів у розчині HCl існує певна залежність. Виключенням є Ферум і Магній, оскільки ступінь вимивання останнього в 2,75 раза перевищує ступінь вимивання Феруму, хоча вміст Магнію в базальтовому туфі значно нижчий, ніж вміст Феруму. Ця обставина свідчить про те, що Ферум у базальтовому туфі знаходиться у вигляді різних хімічних сполук.

Відомо, що мінерали цеалінної структури володіють іонообмінними властивостями [3]. Проведені нами дослідження показали, що базальтовий туф також проявляє іонообмінні властивості. Встановлено, що при контакті туфу з питною водою остання збагачується біоактивними елементами (табл.3).

Як слідує з таблиці 3, у результаті іонного обміну, у питній воді підвищуються концентрації Феруму на 182 %, цинку – на 200%, Мингину – на 71% і Калію – на 19%. Значення концентрації Натрію і Магнію, по всій ймовірності, зумовлене сорбцією іонів Na<sup>+</sup> та Mg<sup>+</sup> базальтовим туфом.

Аналіз зразків базальтового туфу проводили методом класичного хімічного аналізу (визначення Si, Al, Fe, Mg, Ca, P, S), полуменової фотометрії (визначення Na, K) та атомно-абсорбційної спектроскопії (визначення важких металів) [5, 6].

Термічну обробку зразків базальтового туфу проводили в атмосфері повітря при температурах 105, 250 і 500 °C, протягом чотирьох годин. Питому поверхню дисперсного базальтового туфу (d=80-120mkm) визначали методом теплової десорбції азоту (метод BET) [3, 5].

Процеси декатіонування, іонного обміну та сорбції в системах „базальтовий туф – водне середовище” досліджували в статичному режимі за загальноприйнятими методиками, використовуючи дисперсні зразки при масово-об'ємному співвідношенні фаз 1:100. Тривалість гетерогенного контакту – 24 години при періодичному перемішуванні.

Для контролю сорбційної здатності базальтового туфу використано стійку у фізико-хімічному відношенні з майже нульо-

**Хімічний склад базальтових туфів родовища „Галицьке-2”**

SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>
67,44	1,25	12,82	10,14	0,09	5,02	0,46	0,94	1,06	0,16	0,11

**Таблиця 2**

**Концентрація іонів у розчині хлоридної кислоти (співвідношення Т:Р = 1:100, тривалість 24 год., температура 37С<sup>0</sup>)**

Катіон	Mg <sup>+2</sup>	Fe <sup>+2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Zn <sup>+2</sup>	Mn <sup>+2</sup>	Cu <sup>+2</sup>	Co <sup>+2</sup>
Концентрація мг/дм <sup>3</sup>	262,00	95,42	65,95	0,75	0,70	0,59	0,24

**Результати іонного обміну в системі „базальтовий туф – питна вода” (співвідношення Т:Р = 1:100, тривалість 24 год., температура 37 С<sup>0</sup>).**

Об'єкт аналізу	Концентрація, мг/дм <sup>3</sup>						
	Ферум	Цинк	Магній	Кальцій	Натрій	Калій	Магній
Вихідна питна вода	0,145	0,001	0,007	82,2	12,12	7,14	8,70
Питна вода після контакту з туфом	0,410	0,003	0,012	84,1	12,07	8,53	7,06

вою сорбцією сполуку – BaSO<sub>4</sub> (молекулярна вага – 233 г/моль) та відомий алюмосилікат сапоніт.

Як сорбтиви у наших дослідженнях використані різні за природним походженням та молекулярною вагою речовини [13, 16]. Це дає можливість, певною мірою, встановити залежність абсорбуючої здатності сорбуючих зразків від природи, хімічної будови та молекулярної ваги сорбованої речовини. З іншого боку, сорбтивами служили біологічно активні сполуки за антимікробною активністю яких, або ж шляхом інших аналітичних методів [15], можна було визначити їх залишкові концентрації в кожному з інгредієнтів процесу сорбції (абсорбент-розчинник-сорбтив). Цим умовам задовольняли прості біологічно активні пептиди, органічного походження антисептики та нормальні білки сироватки крові [13, 14].

Отже, із відомих простих пептидів (молекулярна вага 356 г/моль) у наших дослідках використано натрієву сіль бензилпеніциліну корпорації „Артеріум” Україна, UA/3791/01/01 біологічною активністю 500 000 00/флакон. Іншим сорбтивом служила біологічно активна синтетична хімічна сполука з групи біочетвертинних амонієвих похідних відомої сили та спектру антимікробної дії детоксикуючу стафілококовий токсин, – 1,2-етилен-біс-(N-диметилкарбдецилосиметил)-амоній дихлорид, хімічного складу C<sub>30</sub>H<sub>62</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>Cl<sub>2</sub> (молекулярна вага 585 г/моль) [13].

Відомо, що сорбційна здатність сорбента поряд з іншими факторами, залежить від природи та молекулярної ваги сорбованої речовини [16, 17]. При рівних умовах більш активно відбувається сорбція речовин меншої, порівняно з їх аналогами з більшою молекулярною вагою [12]. Токсини біологічного походження – це білки або поліпептиди з молекулярною вагою понад 4000-5000 г/моль.

Молекулярна вага більшості плазматичних білків крові знаходиться в межах 40 000-150 000 г/моль, а найбільш крупних із них – 650 000 і більше. Тому наступним зразком сорбтива служили білки нормальної сироватки крові великої рогатої худоби без консерванту виробництва Конотопського м'ясокомбінату, Україна, Заказ № 3158-60.

Для порівняння сорбційної здатності сорбентів залежно від природи розчинника сорбентів користувалися стерильною дистильованою водою нейтрального рН та 96° етиловим спиртом. Стерильна дистильована вода рН=7,0 слугувала розчинником для усіх досліджуваних речовин як сорбтивів (речовин, що сорбуються).

Як виняток, використано 96° етиловий спирт як розчинник; у ньому повністю розчиняється адсорбтив, він, добре змочуючи тверді тіла зразків-адсорбентів, може конкурувати за волод-

іння поверхнею адсорбенту із адсорбтивом, впливаючи на процес адсорбції. Спиртовим розчинником користувалися лише в дослідках із адсорбтивом біочетвертинного амонієвого похідного. Препарат добре розчиняється у воді і етанолі, не змінюючи своїх фізико-хімічних та біологічних властивостей [13].

Досліди проводилися згідно наступної методики: на аналітичних терезах, зберігаючи стерильність відважували 2,000 г зразка адсорбенту і вносили в хімічно чисту стерильну конічну колбу об'ємом 50, 0 мл певної ваги. Потім в колбу з адсорбентом додавали 0,200 г досліджуваного сорбтиву та 20,0 мл 96° етанолу або ж 20,0 мл стерильної дистильованої води. Герметично закрити у колбі суміш (адсорбент-розчин-адсорбтив) струшували 5 хв і залишали при температурі 18-20 °С протягом 24 год. Через добу суміш перемішували повторно та відфільтровували через стерильний паперовий фільтр (синя стрічка) певної ваги. Фільтрат піддавали подальшим аналітичним дослідженням із метою визначення залишкової (не адсорбованої сорбентом) дози сорбтиву за його біологічною активністю порівняно із стандартним розчином речовини що адсорбується [15]. Осад на фільтрі висушували та визначали його вагу аналітичним методом. Після відповідних розрахунків визначали масову частку адсорбованого сорбентом сорбтиву. Досліди повторювали не менше трьох разів для кожного із зразків сорбенту та сорбтиву.

Визначення масової частки адсорбованих білків сироватки крові проводили біоритичним методом згідно „Інструкції по визначенню загального білка в сироватці крові”, № НР010. 01 від 10.10.2003 р.”, затвердженої директором інституту хірургії та трансплантології АМН України.

Залишкову у фільтраті кількість не сорбованих зразками алюмосилікатів базальтового туфу і сапоніну сорбтивів, натрієвої солі бензол-пеніциліну та сполуки 1,2-етилен-біс-(N-диметил-карбдецилосиметил)-амоній дихлориду, визначили за їх антимікробною активністю класичним методом двократних серійних розведень препаратів у рідкому живильному середовищі – м'ясо-пептонним бульйоні *in vitro* [15]. Як тест-мікроорганізму слугувала культура стандартного оксфордського штаму золотистого стафілокока (*Staphylococcus aureus* 209).

#### Обговорення результатів дослідження

Отримані результати адсорбуючої активності зразків природних мінералів алюмосилікатів базальтового туфу та сапоніну, як твердих тіл, що поглинають із водних розчинів розчинені пепти-

Таблиця 4

Адсорбуюча здатність природних мінералів алюмосилікатів базальтовий туф та сапоніт відносно розчиненого у воді пептиду (натрієвої солі бензолпеніциліну (молекулярної ваги 356 г/моль) *in vitro*

NN /nn	Досліджувані адсорбенти	Маси діючих інгредієнтів (в грамах)			Час адсорбції в годинах	Маса адсорбованого сорбтиву	Масова частка (в %) адсорбованого сорбтиву	
		Адсорбенти	Адсорбтиви	Розчинники (H <sub>2</sub> O)			Відносно його загальної кількості	Відносно маси адсорбента
1	Базальтовий туф „БТ-О”	5,000	0,3125	20,0	24,0	0,1158	37,060	3,7055
2	Базальтовий туф „БТ-У”	5,000	0,3125	20,0	24,0	0,2511	80,330	8,0330
3	Алюмосилікат сапоніт „БТ-П”	5,000	0,3125	20,0	24,0	0,0790	25,280	2,5280
4	Контрольна сіль BaSO <sub>4</sub>	5,000	0,3125	20,0	24,0	0,0056	3,201	0,3200

Таблиця 5

Адсорбуюча здатність природних мінералів алюмосилікатів базальтовий туф та сапоніт відносно розчиненого в 96° етанолі антимікробного амонієвого похідного 1,2-етилєн-біс-(N-диметил-карбдецилоксиметил)-амоній дихлориду (молекулярної ваги 585 г/моль) *in vitro*

NN /nn	Досліджувані адсорбенти	Маси діючих інгредієнтів (в грамах)			Час адсорбції в годинах	Маса адсорбованого сорбтиву	Масова частка (в %) адсорбованого сорбтиву	
		Адсорбенти	Адсорбтиви	Розчинника 96 етанолу			Відносно його загальної кількості	Відносно маси адсорбента
1	Базальтовий туф „БТ-О”	2,000	0,200	20,0	24,0	0,0464	23,201	2,320
2	Базальтовий туф „БТ-У”	2,000	0,200	20,0	24,0	0,1361	68,050	6,820
3	Алюмосилікат сапоніт „БТ-П”	2,000	0,200	20,0	24,0	0,0199	9,950	0,995
4	Контрольна сіль BaSO <sub>4</sub>	2,000	0,200	20,0	24,0	0,0021	1,050	0,105

Таблиця 6

Адсорбуюча активність природних мінералів алюмосилікатів базальтовий туф та сапоніт відносно розчиненого у воді антимікробного амонієвого похідного 1,2-етилєн-біс-(N-диметил-карбдецилоксиметил)-амоній дихлориду (молекулярної ваги 585 г/моль) *in vitro*

NN /nn	Досліджувані адсорбенти	Маси діючих інгредієнтів (в грамах)			Час адсорбції в годинах	Маса адсорбованого сорбтиву	Масова частка (в %) адсорбованого сорбтиву	
		Адсорбенти	Адсорбтиви	Розчинники (H <sub>2</sub> O)			Відносно його загальної кількості	Відносно маси адсорбента
1	Базальтовий туф „БТ-О”	2,000	0,200	20,0	24,0	0,0481	24,050	2,405
2	Базальтовий туф „БТ-У”	2,000	0,200	20,0	24,0	0,1904	95,200	9,520
3	Алюмосилікат сапоніт „БТ-П”	2,000	0,200	20,0	24,0	0,0204	10,201	1,020
4	Контрольна сіль BaSO <sub>4</sub>	2,000	0,200	20,0	24,0	0,001	0,445	0,044

Таблиця 7

Адсорбуюча здатність природних мінералів алюмосилікатів базальтовий туф та сапоніт у поглинанні з розчинів білків сироватки крові великої рогатої худоби

NN /nn	Досліджувані адсорбенти, їх маси (в грамах)	Адсорбтиви, їх концентрації (в г/л)	Фотометричний показник	Залишкова маса адсорбтива після сорбції (в г/л)	Масова частка (в %) адсорбованого сорбтиву	
					Відносно його загальної кількості	Відносно маси адсорбента
1	Базальтовий туф „БТ-О” – 2,0 г	Сироватка крові 19,32 г/л	0,2530	16,34	15,43	2,98
2	Базальтовий туф „БТ-У” – 2,0 г	Сироватка крові 19,32 г/л	0,0670	14,50	24,05	4,82
3	Алюмосилікат сапоніт „БТ-П” – 2,0 г	Сироватка крові 19,32 г/л	0,0830	17,96	7,039	1,36
4	Контроль № 1	Сироватка крові 19,32 г/л	0,0893	19,32	0	0
5	Контроль № 2	Стандартний розчин білка, 100 г/л	0,4620	100,0	0	0

ди (натрієву сіль бензилленіциліну), наведені в таблиці 4. Аналізуючи дані табл. 4, слід відмітити різною мірою виражену сорбційну здатність досліджуваних зразків мінералів порівняно з контролем. Природний алюмосилікат базальтовий туф (зразок „БТ-У”), є подрібнений порошок з середніми розмірами часток 0,2-50,0 мкм і прожарений при 150 С протягом 6 годин, володіє вираженою адсорбуючою активністю. Із водних розчинів пептидів молекулярною вагою 356 г/моль за час протягом 24 години сорбент поглинає понад 80% (80,33%) від загальної кількості розчиненого сорбтиву, або ж 8,033% від маси адсорбенту.

Зразки адсорбентів алюмосилікатів базальтовий туф („БТ-О”) та сапонін („БТ-П”), з характерними для них фізико-хімічними властивостями та технологічними особливостями в процесі їх отримання, також володіють, але дещо меншою мірою, поглинаючою активністю. Так алюмосилікат базальтовий туф (зразок „БТ-О”) поглинає 37,06 % від загальної маси розчиненого пептиду, або 3,7% від маси адсорбенту; алюмосилікат сапонін (зразок „БТ-П”) адсорбує відповідно 25,28% та 2,52% адсорбтиву.

Порівнюючи адсорбційну здатність адсорбентів в поглинанні іншої природи і будови адсорбтивів – хімічних біологічно активних сполук класу біс-четвертинних амонієвих похідних, що добре розчинні у етанолі та воді і стійкі у розчинах (табл. 5 та 6), слід відмітити залежність сорбційної здатності, як твердих тіл із різних розчинів, від характеру (природи) розчинника та молекулярної маси речовини, що адсорбується (адсорбтиву). Так молекули етилового спирту як розчинника проявляють здатність також адсорбуватися на твердих тілах адсорбентів, конкуруючи з молекулами адсорбтиву за володіння поверхнею адсорбції (табл. 5).

Отже, адсорбція розчиненої в ньому речовини – антисептичної сполуки 1,2-етилен-біс-(N-диметилкарбдецилоксиметил)-амоній дихлориду (молекулярна маса 585 г/моль), буде дещо меншою порівняно з розчином цього адсорбтиву у воді (табл. 6)

Згідно даних табл. 5 та 6, сорбуючи біс-четвертинну сіль амонію з її спиртових та водних розчинів, найбільш виражену сорбційну активність проявляє адсорбент – алюмосилікат базальтовий туф (зразок „БТ-У”). Масова частка адсорбованого антисептика відносно його загальної кількості в спиртовому розчині становить 68,05 %, відносно маси адсорбента – 6,82%. Відповідно з водних розчинів цієї ж сполуки адсорбент поглинає 95,2% та 9,52% адсорбтиву.

Аналогічна залежність проявляється в адсорбуючій дії мінералів базальтовий туф (зразок „БТ-О”) та алюмосилікат сапонін (зразок „БТ-П”) лише в значно меншій мірі поглинання хімічної сполуки-адсорбтиву.

Для підтвердження достовірності результатів по визначенню адсорбуючих здібностей досліджуваних мінералів, паралельно проведена серія досліджень по визначенню не адсорбованої кількості адсорбтивів, що, згідно розрахунків, знаходиться у фільтратах.

Зважаючи на добру розчинність адсорбтиву 1,2-етилен-біс-(N-диметилкарбдецилоксиметил)-амоній дихлориду в етанолі його стабільність і цілковите збереження антимікробної активності сполуки, а також антисептичні властивості етилового спирту, мікробіологічним методом із використанням чутливих тест-мікроорганізмів проведено дослідження спиртових фільтратів.

З цією метою визначено *in vitro* антистафілокову активність контрольного розчину препарату у 96° етанолі в концентрації 1 мг/мл розчинника, тобто 1000 мкг/мл. Визначено мінімальну інгібуючу ріст мікроорганізму концентрацію, яка знаходилась у пробірці з розведенням препарату – 1:256 000 і відповідала його концентрації в 3,9 мкг/мл.

Порівнюючи біологічну (антистафілокову) активність фільтратів з активністю початкового розведення препарату (контроль) по визначенню мінімальної бактеріостатичної концентрації відносно стандартного штаму *S aureus* 209 визначили концентрацію несорбованої частки антисептика, що залишився у фільтраті. Залишкові кількості адсорбентів у фільтратах становили від: 0,150 г (зразок „БТ-О”), 0,065 г (зразок „БТ-У”) та 0,120 г (зразок „БТ-П”).

Відомо, що плазма крові людини і тварин вміщує понад 100 різних білків, які поділяються на п'ять основних класів (К-альбуміни,  $\alpha$ -,  $\alpha$ 2-,  $\beta$ ,  $\gamma$ -глобуліни). Молекулярна маса більшості плазматичних білків знаходиться в межах 40 000-150 000 г/моль (батулінічний токсин). Токсини біологічного походження – білки або поліпептиди з молекулярною масою від 4000-5000 до 167000 г/моль (батулінічний токсин). Токсини кобри, скорпіона, правця мають молекулярну масу 6782, 7249 та 140 000 г/моль відповідно.

Отже, дослідження адсорбуючої здатності природних мінералів алюмосилікатів базальтового туфу та сапонітів в поглинанні ними білків сироватки крові, які за своєю природою та молекулярною масою мають певну схожість з токсинами, є актуальними і викликані гострими проблемами медицини і ветеринарії.

Результати проведених нами досліджень сорбуючих властивостей мінералів базальтовий туф та сапоніту відносно розчинених у фізіологічному розчині хлориду натрію білків сироватки крові приведені в таблиці 7.

Властивості білкових токсинів при дії на організм людини встановлені токсикологічними

методами. Для більшості біологічних токсинів білкової природи летальні дози не перевищують  $2,8 \times 10^{-8}$  –  $0,9 \times 10^{-2}$  мг/кг. Отже, мінеральні сполуки, що здатні поглинати з розчинів та зв'язувати лише одиничні міліграми білків, викликають цікавість як антитоксичні засоби. Згідно отриманих результатів (табл. 7) можна констатувати, що явище адсорбції з водних розчинів адсорбтивів білкової природи властиве кожному із досліджуваних адсорбентів – алюмосилікатів базальтовий туф та сапоніт.

Більшою мірою ця властивість характерна для базальтового туфу (зразок „БТ-У”). Володіючи сорбційною активністю і ємністю в поглинанні молекул білків великої молекулярної ваги, даний алюмосилікат здатний поглинути 24,95% розчинених у воді сироваткових білків. Адсорбенти базальтовий туф (зразок „БТ-О”) та алюмосилікат сапоніту (зразок „БТ-П”) при ідентичних умовах сорбували 15,43% та 7,039% відповідно. Частки адсорбованого з розчинів білка сорбентами від його загальної кількості (в %) становили: 15,43% (для „БТ-О”), 24,95% (для „БТ-У”) та 7,034% (для „БТ-П”), відповідно частки адсорбованого білка відносно кількості адсорбентів становлять 2,98%, 4,82% та 1,36%.

Таким чином, проведені дослідження дають можливість звернути увагу на природний мінерал-алюмосилікат базальтовий туф (зразок „БТ-У”), що є достатньо активним адсорбентом, здатним поглинати молекули різних за природою речовин і заслуговує уваги на його раціональне використання як цінного природного мінералу України в медичній та ветеринарній практиці.

### Висновки

1. Природні мінерали алюмосилікати базальтовий туф і сапоніти володіють *in vitro* вираженою адсорбційною активністю та широким спектром адсорбційної дії, сорбуючи молекулярні сполуки пептидів, хімічних препаратів органічного походження та білків різних класів сироватки крові.

2. Сорбційна здатність адсорбентів на базі алюмосилікату базальтовий туф та алюмосилікату сапоніт залежить як від природи речовини, що адсорбується (адсорбтиву), так і від природи розчинника.

3. Із досліджуваних адсорбентів найбільшу увагу заслуговує базальтовий туф (зразок „БТ-У”),

здатний активно сорбувати адсорбтиви природи пептидів, оригінальних сполук та білків.

4. Досліджуваний базальтовий туф володіє іонообмінними та сорбційними властивостями.

5. Термічна обробка базальтового туфу в умовах 105-500 °С активує його адсорбційні та каталітичні властивості, що пов'язано, як правило, з процесом поетапного виділення конституційної води з підвищенням питомої поверхні мінералу.

### Перспектива подальших досліджень

В перспективі базальтовий туф (зразок „БТ-У”) буде вивчений як депо для концентрації з досліджуваних матеріалів бактерій, вірусів, токсинів різного походження з метою їх виявлення.

**Література.** 1. Комунальна гігієна /Гончарук Г. С., Бардов В. Г., Гаркавий С. І. та ін./за редакцією Г. С. Гончарука. – К.: Здоров'я, 2003. – 728 с. 2. Энтеросорбция/Под ред. Н. А. Белякова. – Л.: Центр сорб. Технологий. – 336 с. 3. Аримов Е. А. Природные минеральные сорбенты, их активирование и модифицирование/Аримов Е. А. – Ташкент: Фин. 1970. – 254 с. 4. Пат. 53574 А України. МПК СОІ В33/40. „Подолін” – лікарський засіб на основі природного глинистого мінералу підкласу сапонітових/В. В. Омелян, М. Т. Якимчук. №200215468; Заява. 11.09.2002; опубл. 15.01.2003, Бюл. №3. 5. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость/С. Грег, К. Синг. – М.: Мир, 1970. – 407 с. 6. Кацков Д. А., Орлов К. А. Атомно-адсорбционный анализ геологических образцов. Электротермическая атомизация/Д. А. Кацков, К. А. Орлов. – Мурманск: Апатиты, 1990. – 106 с. 7. Мельничук В. Г. Цеолит – сметинові туфи Рівненщини: біологічні аспекти використання/Мельничук В. Г. – Рівне: Високі береги, 2005. – 184 с. 8. Тарасевич Ю. И. Высокодисперсные адсорбенты/Ю. И. Тарасевич// Всес. хим. общества им. Д. И. Менделеева. – 1989. – №2 – С. 61-68. 9. Sieliska Barbara. Получение и применение кремнеземистого туфа для фильтрации пива/Sieliska Barbara//Prace inst. I lab. badawcz. prztem. srozuwcz. – 1966. – №1. – Р. 33-50. 10. Швець О. М. Вплив термічної обробки на хімічний склад, структуру та адсорбційні властивості базальтового туфу/О. М. Швець, А. Г. Волощук//Вісн. Одеськ. нац. ун-ту Сер. хімія. – 2004. – Т.9. – Вип.7. – С. 138-145. 11. Голяр Н. Г. Туфи: використання в галузях економіки/Голяр Н. Г. – Рівне; 2002. – 30 с. 12. Петрюк А. Е., Волощук А. Г., Пастушенко С. П., Юрійчук М. В. Сорбційні властивості базальтового туфу та можливості його застосування в медицині/Петрик А. С., Волощук А. Г., Пастушенко С. П., Юрійчук М. В.//Клін. та експерим. патол.// II – 2010, - Т. IX. – №2(32). – С. 78-82. 13. Денисенко В. П., Писько Г. Т. Лекарственный препарат Этоний. Авторское свидетельство №247462//Денисенко В. П., Писько Г. Т. Авторское свидетельство №247462. Официальный бюллетень Комитета по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР. – 1969. – 22, – 72. 14. Машковский М. Д. лекарственные средства: в 2-х томах; Т.2. – II изд. Стер. – М.: Медицина, 1988. – 576 с. (- С. 200-204). 15. Ведымина Е. А., Фурер М. Н. лабораторное исследование антибиотиков/Руководство по микробиологии, клинике и эпидемиологии инфекционных болезней. – М.: Медицина. – 1964. – 576 с. – 1964, 4, - С. 602-625. 16. Стрельцов О. А., Мельничук А. О., Снітинський В. В., Федевич Е. В., Вовкотруб М. П., Масленникова Н. М./Фізична і колоїдна хімія. – Львів. – Ліга – Прес, - 2002. – 454 с. (-С.299-334). 17. Мельничук В. Г. Цеолит – сметинові вулканічні туфи Волині – новий тип природної агрохімічної сировини/В. Г. Мельничук// Міжвідом. наук.-техн. конф. „Агрономічні туфи України”: тези доп. – К., 2004. – С. 117-119.

**ПРИРОДНЫЙ МИНЕРАЛ – БАЗАЛЬТОВЫЙ ТУФ,  
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИЩЕВОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ, БИОЛОГИИ И  
МЕДИЦИНЕ**

*И. П. Бурденюк, И. М. Ковбаса, А. Г. Волощук,  
А. Е. Петрюк, Е. П. Пастушенко.*

**Резюме.** Проведены работы по изучению физико-химических свойств базальтового туфа в сравнении с сапонитом. Полученные результаты свидетельствуют о его ионнообменных свойствах и способности сорбировать разные по природе антисептические вещества органического происхождения, полипептиды и белковые молекулы. Результаты исследований позволяют прогнозировать применение базальтового туфа в ветеринарии и медицине в качестве экзо- и энтеросорбентов, аккумуляции белковых молекулярных соединений, полипептидов, аминокислот и лекарств, как депо для локализации как токсических веществ, так и лекарственных препаратов.

**Ключевые слова:** сорбция, алюмосиликаты, базальтовый туф, адсорбент, сорбтив, иммобилизация ферментов, токсинов, лекарств, ионный обмен.

**NATURAL MINERAL – BASALT TUFA, PROSPECTS  
OF USING IN THE FOOD-PROCESSING INDUSTRY,  
BIOLOGY AND MEDICINE**

*I. P. Burdeniuk, I. M. Kovbasa, A. G. Voloshchuk,  
A. G. Petriuk, E. P. Pastushenko*

**Abstract.** Works on studying physical and chemical properties of basalt tufa in comparison with saponit have been carried out. The results obtained testify about its ions-exchange properties and ability to absorb different by the nature antiseptic substances of an organic origin, polypeptides and protein molecules. Results of researches allow to predict application of basalt tufa in veterinary science and medicine as ekso- and enterosorbents, accumulation of protein molecular connections, polypeptides, amino acids and medicines, as depot for localization of both toxic substances, and medical products.

**Key words:** sorbtion, alumosilicate, basalt tufa, the adsorbent, the sorbtive, immobilization of enzymes, toxins, medicines, an ionic exchange.

**Bukovyna State Medical University (Chernivtsi)**

*Clin. and experim. pathol.- 2013.- Vol.12, №2 (44).-P.35-41.*

*Надійшла до редакції 17.05.2013*

*Рецензент – проф. В.Ф.Мислицький*

*© I. П. Бурденюк, I. М. Ковбаса, А. Г. Волощук,  
А. Е. Петрюк, Е. П. Пастушенко, 2013*