

Ribogospod. nauka Ukr., 2017; 2(40): 114-145  
DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2017.02.114>  
УДК 636.087.72:639.3.043.13

## ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ В РИБНИЦТВІ МІНЕРАЛІВ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ ВІДПОВІДНО ДО ОЦІНКИ ЇХ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ В ТВАРИННИЦТВІ (ОГЛЯД)

О. О. Батуревич, [shtefan\\_91@ukr.net](mailto:shtefan_91@ukr.net), Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

---

**Мета.** Охарактеризувати основні фізико-хімічні та біологічні властивості деяких мінералів вулканічного походження, зокрема: цеоліту, сапоніту та бентоніту, поклади яких є на території України. Розглянути та здійснити порівняльну оцінку їх хімічного складу та біологічних властивостей. Узагальнити літературні дані щодо ефективності їх застосування в годівлі тварин, птиці та риби як кормових добавок.

**Результати.** З-поміж мінералів вулканічного походження, поклади яких є на території України, розглянуто групи цеолітів, сапонітів та бентонітів. Хімічний склад, а, відповідно і властивості даних мінералів, мають суттєві відмінності. Огляд наукових праць свідчить про їх широке використання в промисловості, медицині та тваринництві. Цеолітовий складник представлений кліноптилолітом, який є придатним для годівлі тварин завдяки структурі кристалічної решітки. Його структура і хімічний склад зумовлюють сорбуючі та іонообмінні властивості. Встановлено позитивний вплив цеоліту, сапоніту та бентоніту на організм тварин. В рибництві цеоліт застосовується з метою підвищення рибопродуктивності та очищення рибогосподарських водойм. Окреслено перспективу дослідження ефективності використання мінералів вулканічного походження в годівлі риб у переднерестовий період.

**Практична значимість.** Аналіз та узагальнення результатів наукових досліджень, проведених в різних галузях тваринництва, дозволить визначити перспективи та способи використання мінералів вулканічного походження (цеоліту, сапоніту та бентоніту) в рибництві.

**Ключові слова:** мінерали вулканічного походження, цеоліт, сапоніт, бентоніт, кормова добавка, годівля риб, сорбція, іонообмін.

---

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

В сучасних умовах в світі відбувається стрімкий розвиток промисловості, що призводить до погіршення екологічних умов та техногенного навантаження на довкілля. Тому з кожним роком зростає актуальність пошуку екологічних рішень для локалізації та ліквідації забруднень нафтопродуктами, кислотами, лугами та іншими небезпечними речовинами. Існує велика кількість сорбентів, що призначені для зв'язування певних хімічних як органічних, так і неорганічних сполук. Тобто сорбенти — це речовини, що можуть селективно вбирати із навколишнього середовища газу, пари та сполуки. Виходячи з цього, вони широко використовуються не лише в промисловості, а й в тваринництві, рослинництві та медицині. Проте як сорбуючі речовини в основному застосовують синтетичні препарати, які не є екологічно безпечними.

© О. О. Батуревич, 2017



Ефективним сорбуючим засобом, що може стати альтернативою синтетичним сорбентам, є мінерали вулканічного походження. До таких речовин, поклади яких є на території України, належать цеоліти, бентоніти та сапоніти. Ці природні мінерали характеризуються адсорбційними, іонообмінними та каталітичними властивостями. Їх застосування в різних галузях господарства економічно доцільне з огляду на їхню невисоку вартість та наявність великих промислових родовищ в Україні [1, 2].

Головним завданням дослідження є проведення порівняльного аналізу ефективності застосування мінералів-сорбентів родовищ України у тваринництві та окреслення перспектив для рибиництва, оскільки матеріали, котрі б певною мірою охарактеризували вплив цих речовин на організм риб, органи та системи органів є фрагментарними та дослідженими не до кінця.

Метою представленої роботи є аналіз масиву доступної наукової інформації щодо фізико-хімічних та біологічних властивостей мінералів вулканічного походження (цеоліту, сапоніту та бентоніту), поклади яких є на території України, та здійснення порівняльної оцінки ефективності їх застосування в годівлі тварин, птиці та риби в якості кормової добавки.

### **АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ. ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ**

Зараз у світі виробляється або використовується близько 200 видів сорбентів, які класифікують за різними ознаками: походженням, дисперсністю, призначенням. Розрізняють такі типи сорбентів: неорганічні, природні органічні і органо-мінеральні, а також синтетичні [3].

На території України є поклади різноманітних мінералів вулканічного походження, промислове застосування яких в останні роки набуло широких масштабів. До таких мінералів відносяться цеоліт, сапоніт та бентоніт, які широко використовують в тваринництві (при виробництві кормових добавок, комбікормів), рослинництві (з метою розкислення та збагачення ґрунтів мінеральними речовинами), медицині (як медичні препарати-сорбенти, косметичні засоби), хімічній і нафтопереробній промисловості (виготовлення безфосфатних миючих засобів тощо).

Основними перевагами цих мінералів, порівняно з сорбентами синтетичного походження, є те, що вони широко розповсюджені в Україні, мають нижчу вартість, а відпрацьований сорбент не потребує регенерації, оскільки не є токсичним.

Так, цеоліти Сокирницького родовища широко використовуються в сільському господарстві як добавка до кормів для тварин та птиці, як меліоранти з метою покращення врожайності сільськогосподарських культур, у риборозведенні та гідропоніці - для осушування вологого зерна, а також з метою покращення гігієнічних умов у тваринницьких приміщеннях, очищення їх стоків, як тепличний субстрат тощо [4]. Бентоніти Черкаського родовища використовували під час аварії на Чорнобильській АЕС з метою запобігання розповсюдженню радіоактивного забруднення [3].



Актуальним питанням рибного господарства завжди була і залишається повноцінна і раціональна годівля риб. Тому безліч досліджень в цій галузі було проведено з використанням мінеральних добавок, котрі, крім своїх корисних фізико-хімічних властивостей, були б економічно вигідними.

Найбільш досліджуваним мінералом природного походження був і залишається цеоліт, який за використання в рибній галузі показав достойні результати та відкрив свої позитивні властивості.

Дослідниками було встановлено ефективність застосування цеоліту з метою очищення водного середовища при вирощуванні риб. Відзначено, що концентрація біогенних елементів у воді активніше зменшувалася при використанні цеоліту в якості фільтру у районі водонапуску, ніж при внесенні мінералу розсипом у водойму. Також спостерігалось зниження концентрацій нітратів на водовипуску в 1,6 рази, що значно підвищує якість води рибогосподарських водойм [5].

Цеоліти південноафриканського походження використовували для видалення аміаку в рециркуляційній системі при вирощуванні акваріумних рибок гуппі. Було доведено, що найефективніше вбирав аміак фільтр, в якому містився цеоліт фракційним розміром 1,0–1,4 мм [6].

Внесення цеоліту в стави протягом 100 днів при вирощуванні форелі не вплинуло на ріст риб, проте концентрація амонійного азоту у воді була значно нижчою [7].

В умовах індустріальних тепловодних рибних господарств встановлено оптимальну дозу цеоліту у складі продукційних комбікормів для дволіток коропа, що дозволяє збільшити приріст на 17,1–27,2%, та знизити витрати кормів на 12,7–19,5%. Максимальний ефект приросту коропа був встановлений за використання 3% цеоліту у складі кормів рослинного походження. При споживанні комбікормів з цеолітом не було виявлено жодного впливу на рівень гемоглобіну, еритроцитів та лейкоцитів у периферичній крові коропа. Була помічена тенденція до збільшення білка у сироватці крові риб, що свідчило про покращення можливостей транспортної системи крові [8]. Доведено, що цеоліт у складі комбікорму сприяє виведенню важких металів (свинцю, кадмію) з кишечника коропа, підвищує ріст риби за рахунок інтенсивнішого синтезу у тканинах білка та жиру, а також підвищує доступність 15 амінокислот з 17 досліджених. Також відбулися зміни у швидкості просування їжі по травному тракту коропа. Так, за внесення цеоліту у складі корму в кількості 3,5 та 7,0% повне просування їжі затримувалось на 1, 6 та 10 годин відносно контролю, що зумовлює краще засвоювання поживних речовин під час травлення [8].

Підвищення темпу росту коропа при додаванні до складу комбікорму цеоліту відбувається за рахунок більш інтенсивного синтезу у тканинах білка та жиру. При цьому на енергетичні витрати у коропа використовуються в першу чергу вуглеводи [9].

Були отримані позитивні результати при використанні цеолітів в якості добавок в корми різновікових груп коропа, в якості сорбенту при інкубації ікри коропа і транспортуванні личинок риб. Також виявлено, що у тріліток коропа, які



споживали корм із додаванням 10% цеоліту, середній індивідуальний приріст зріс на 10,7% порівняно з контрольною групою [10].

Крім того, згодовування цеоліту в складі комбікормів для коропа сприяє збільшенню швидкості росту та виживання [11].

На підставі досліджень біологічних і фізіолого-біохімічних показників організму молоді гібрида «російський осетер × ленський осетер», можна зробити висновок про доцільність додавання цеоліту до складу комбікорму в кількості 3 і 6% [12].

В ході експериментів встановлено що, введення цеоліту в комбікорм у кількості 3 і 5% позитивно впливає на швидкість росту, накопичення маси, вгодованість, рівень виживання і активність системи антиоксидантного захисту організму радужної форелі та сибірського осетра [13].

Цеоліт застосовують в кормовиробництві з метою збільшення терміну зберігання рибної муки. Встановлено його здатність до сповільнення процесів окиснення ліпідів та підвищення вмісту мононенасичених жирних кислот. При цьому мінерал не чинить негативного впливу на якість м'яса риби [14, 15].

Крім цеолітових покладів, на території України були виявлені поклади сапонітів та бентонітів, котрі можуть зайняти достойне місце в годівлі риб та вже показали деякі позитивні результати в цьому напрямі.

Доведено, що сапоніт ефективно впливає на якість питної води, що окреслює перспективу його використання в рибогосподарській галузі. Також наявна інформація щодо знезараження води сапонітом в поєднанні з іншими матеріалами [16–18].

Розроблено та здійснено перевірку в індустріальних умовах вирощування кормів для осетрових риб з введення до їх складу бентоніту і цеоліту. Це сприяє підвищенню об'єму корму, якості екструдованих кормів, міцності та гладкості гранул [19].

Спираючись на активне використання вищезгаданих мінералів в тваринництві, припускаємо, що в рибництві вони можуть показати не менш позитивні результати та відкрити нові властивості.

*Ceolimi* (грец. *zéō* — киплю та *lithos* — камінь) – група алюмосилікатів лужних і лужноземельних металів каркасної структури із дуже малим (0,4–0,8 нм) розміром пор кристалічної решітки [20]. Вони були відкриті більше двохсот років тому шведським мінералогом Фредеріком Кронстедтом [21].

Природні цеоліти відносяться до класу тектосилікатових мінералів, завдяки своїй особливій кристалічній будові є адсорбентами та каталізаторами. Молекулярно-ситових та інших фізико-хімічних властивостей цеоліти набувають після видалення молекул води із порожнин решітки хімічним або термічним шляхом. Такі властивості зумовлюють їх широке застосування в сільському господарстві, медицині та в інших галузях промисловості [22].

Відомо близько 50 видів природних цеолітів та більше 150 синтетичних [23, 24].



Перші спроби отримати цеоліти синтетичним шляхом були зроблені більше 100 років тому. Вперше синтез силікатів в гідротермальних умовах був здійснений Шафотле в 1845 р. У 1862 р. Сент-Клер Девіль отримав синтетичний калієвий філіпсит при нагріванні силікату і алюмінату калію за температури 200°C. У близьких умовах при температурі до 170°C був отриманий синтетичний шабазит. У 1948 р. професором Баррером Р. розпочаті роботи із синтезу цеолітів, а в 50-х рр. минулого століття в лабораторних умовах здійснений синтез морденіту, шабазиту, філіпситу, фожазиту, стронцієвих і барієвих цеолітів в умовах знижених температур (100°C) при нормальному тиску [25].

Синтетичні цеоліти використовують в різних технологічних процесах, зокрема при очищенні технічних масел, в якості катализатора в нафто- і газопереробній галузі, а також в синтезі органічних речовин [26]. Однак, в тваринництві використовують природні цеоліти, оскільки вони не чинять токсичного впливу на організм, що підтверджено біологічними дослідженнями. Достовірність експериментальних даних забезпечується широким використанням сучасних методів досліджень, таких як екстракційно-фотометричний, рентгено-радіометричний, седиментаційний, потенціометричний, мікробіологічний, а також досліджень, передбачених ТУ 21 УРСР 485-90, статистичною обробкою результатів, перевіркою їх на практиці [27].

Природні цеоліти частіше за все утворюють білі, іноді безбарвні та прозорі, а рідше червонуваті, коричнюваті та зеленкуваті кристали кристалографічних сингоній (рис. 1).

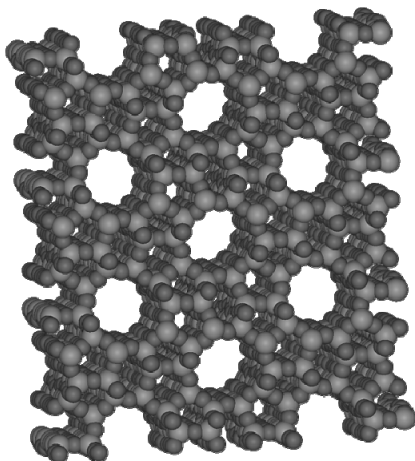
Хімічний склад природних цеолітів, на відміну від синтетичних, є стабільним. Наявність у їхньому складі шкідливих елементів не більше: плумбуму — 0,003%, арсену — 0,0001%. Цеоліти нерозчинні у воді, кислотах, лугах та органічних розчинниках, термостійкі в межах температур до 500°C [28].



Рис. 1. Природний цеоліт [29]

Структура природних цеолітів утворена тетраедричними групами  $\text{SiO}_2/4$  і  $\text{AlO}_2/4$ , що об'єднані своїми вершинами в тривимірний каркас, пронизаний порожнинами та каналами (порами) розміром 2–15 ангстрем (рис. 2). Відкрита каркасно-порожнинна структура цеолітів  $[\text{AlSi}]_4\text{O}_4$  має негативний заряд [30, 31].





*Рис. 2. Проекція фрагменту структури цеоліту [29]*

Цеоліти належать до адсорбентів з дуже тонкими порами, величини яких схожі з розмірами молекул і виконують роль молекулярних сит, що використовуються для розподілу молекул за розмірами. В сухому стані цеоліти застосовують як адсорбенти, що добре поглинають із газової (парової) фази несиметричні молекули ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ) і молекули органічних речовин із кратними зв'язками (етилен, ацетилен тощо).

При зануренні у воду цеоліти набухають і утворюють особливу псевдофазу із сприятливими для проведення процесів іонного обміну властивостями, виступаючи в ролі іонітів. Це речовини з дрібнопористою структурою, які обмежено набухають у водних розчинах. Структура цих речовин складається із каркасу, на якому є фіксований заряд (закріплені йони, функціональні групи), що зрівноважують цей заряд, мають певну рухливість і здатні до заміщення [32]. Отже, адсорбенти — це тверді пористі речовини, а іоніти, хоча зовні і здаються твердими речовинами, за своїми фізико-хімічними властивостями в набухломому стані одночасно характеризується властивостями твердих тіл і рідин. Така структура цеоліту і пояснює його селективну вибірковість та активну взаємодію з молекулами води, які фактично активізують процеси поглинання та іонообміну.

Природні цеоліти широко розповсюджені в приповерхневих частинах земної кори. Вони формуються під час різних геологічних процесів. За походженням виділяють: цеоліти кори вивітрювання, осадові, вулканогенно-осадові, діагенетичні, епігенетичні, метаморфічні, вулканогенні, гідротермальні, пізньомагматичні. Основну промислову цінність на сьогоднішній день мають родовища двох геолого-промислових типів: вулканогенно-осадового та вулканогенного, оскільки саме в них є поклади мінералів з найбільшою цеолітовою часткою (до 80%) [33].

Вулканогенно-осадові родовища ранньодіагенетичного походження виникають за умови діагенезу осаду високолужних содових озер, цеолітизації вулканічного матеріалу кислого або сублужного складу. Такі родовища відомі в західних штатах США, Південно-Східній Африці, Італії. Поклади цеолітів в цих родовищах характеризуються плаstopодібною формою та значною потужністю.



Вулканогенно-осадові родовища пізньодіагенетичного походження широко розвинені в країнах Європи та Японії. Процес перетворення вулканічного скла на цеоліти тут проходив повільно за оптимальної лужності. Іноді родовища таких глин містять пласти бентонітів. Типовим прикладом родовищ цього типу є Сокирницьке в Закарпатті та Айдазьке в Закавказзі [33].

Вулканогенні гідротермально-метасоматичні родовища трапляються в Росії та Японії. У формуванні родовищ цеолітів цього типу провідну роль відіграють процеси раннього діагенезу й епігенезу вулканічних утворень, пов'язаних з гідролізом кременистого скла або вулканічного попелу, що також проходить під дією молекул води з атмосфери. Потужність — від десятків метрів до 1–2 км. Цеолітова частка варіюється в межах 15–80%.

За величиною запасів родовища цеолітів поділяються на: великі (сотні мільйонів тонн), середні (десятки мільйонів тонн), дрібні (декілька мільйонів тонн). Промислову цінність являють родовища кліноптилоліту, морденіту, шабазиту, перспективними є родовища анальциму та філіпситу. Всього у світі відомо близько 1000 великих родовищ більше ніж у 40 країнах. Світове споживання цеолітової сировини оцінюється в 1–3 млн т на рік. Головна його частина припадає на КНР (більше 2,5 млн т), Південну Корею, Японію, Мексику, Росію, Україну, а також Кубу, США, Італію, Німеччину та на низку інших країн [33].

В Україні родовища цеоліту розвідані і розробляються із 1979 р. у Карпатах [34], окремі поклади виявлені в Криму, де в 1914–1941 рр. почався їх видобуток [35].

Загальні запаси цеолітовмісних туфів в Україні, в умовах відкритої розробки перевищують 1 млрд т. Цеоліти України мають кліноптилолітовий, морденітовий, анальцимовий склад і належать до сировини багатоцільового використання в промисловості та сільському господарстві [36]. На рис. 3 подана карта офіційних родовищ цеолітів, що розроблені на території України. Мінеральні ресурси високоякісних цеолітів Закарпатської внутрішньої западини забезпечують попит на сировину як внутрішнього, так і зовнішнього ринків.

Серед природних цеолітів в промисловості та сільському господарстві найбільше застосовують кліноптилоліт (англ. *Clinoptiolite*). Родовища цих мінералів розташовані в багатьох куточках світу [37], в тому числі і в Україні (Закарпаття, Крим) [38].

На території України найбільшим родовищем цеоліту (кліноптилоліту) є Сокирницьке (с. Сокирниця Хустського р-ну Закарпатської обл.). Особливістю даного родовища є те, що вміст кліноптилоліту в покладах досягає 75% і вище, який, на відміну від цеолітів Китаю та Японії, не потребує подальшого збагачення і характеризується високою стійкістю до зношення. До складу також входять кварц, гідрослюда та ін. (табл. 1). Сокирницьке родовище кліноптилолітових туфів, за прогнозами, містить близько 168 млн т цеоліту.

Кліноптилоліт  $((\text{Na}, \text{KCa})_4[\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72}] \times 24\text{H}_2\text{O})$  — один з найпоширеніших природних цеолітів, належить до родини хьюландитів. Відношення кремнію до алюмінію (Si/Al) в кліноптилоліті знаходиться в межах від 4,5 до 5,3 [39].





Рис. 3. Карта розташування родовищ цеолітів на території України [36]

Таблиця 1. Мінеральний склад цеоліту Сокириницького родовища (Україна)

Мінерали	Вміст, %
Кліноптилоліт	65–80
Монтморилоніт	2–4
Кварц	до 10
Плагіоклаз	5–10
Карбонат	3
Гідрослюда	1–3

Структура кліноптилоліту являє собою тривимірну алюмосилікатну решітку, котра утворює систему мікропор та каналів заповнених молекулами води та обмінними катіонами (Na, K, Ca, Mg, Fe, Si, Ba та ін.) [39]. Мінерал має строго калібрований розмір пор, тому здатний виявляти сорбційні властивості тільки по відношенню до іонів макро- і мікроелементів та сполук з невеликими розмірами молекул, не вступаючи в пряму взаємодію з вітамінами, білками, амінокислотами та іншими органічно складними сполуками. Ця властивість зумовлює його безпечне використання в якості кормової добавки. Крім того, кліноптилоліт має овальну форму решітки і не здатен пошкоджувати стінки кишечника [40].

Кліноптилоліт добре сорбує пари води, аміаку, ацетилену, метанолу. Використання кліноптилолітів дозволяє знизити вміст іонів амонію в стічних водах на 93% [22]. Сорбційна здатність кліноптилоліту значно підвищується в результаті термодесорбції води, після якої цеоліти можуть сорбувати органічні рідини, інертні гази, сірководень [41]. На відміну від типових





кристалогідратів, які під час нагрівання також виділяють значну кількість води, природні цеоліти поглинають і виділяють воду без суттєвої зміни кристалічної структури [42].

Цеоліти (кліноптилоліти) Сокирницького родовища характеризуються комплексним впливом на організм тварин завдяки іонообмінним та сорбційним властивостям. Тобто цеоліт віддає іони мікро- та макроеlementів, а замість них вбирає токсичні іони і утримує їх у своїй решітці та виводиться з організму без порушення своєї кристалічної структури. Мінерал має поглинальну здатність до 50% від свого об'єму [43].

Дослідженнями встановлено, що серед багатьох методів хімічного модифікування з метою збільшення ефективного діаметру та об'єму внутрішніх каналів, а також появи у структурі сорбентів деякої кількості макропор найефективнішим є кислотне модифікування цеолітів з наступним заміщенням водню на катіони одновалентних металів. За використання цього методу зростає пористість цеоліту і, як наслідок, адсорбційна здатність для відносно великих молекул [22]. Оброблення цеоліту слабкими розчинами кислот приводить до видалення катіонів металів (декатіонування), а за дії більш концентрованих кислот — до dealюмініювання. Після такої обробки спостерігається зміна адсорбційної ємності, а також виявляється вторинна пористість, внаслідок чого цеоліт здатен поглинути більшу кількість молекул. Такі способи обробки цеоліту використовують для адсорбції бензолу, а також барвників, розмір молекул яких перевищує розмір макропор цеоліту [44].

Якщо із цеоліту видалити воду методом нагрівання, вільні додаткові пори можуть бути знову заповнені молекулами води або іншою речовиною. Цеоліти, оброблені таким способом, можуть бути використані для осушення, очищення і розділення складних сумішей. Такий спосіб підвищення ефективності сорбуючої здатності цеоліту найдешевший і найбільш придатний для використання в складі кормів для тварин, оскільки пори цеоліту недостатньо великі, що унеможливило поглинання ним вітамінів чи амінокислот під час проходження по шлунково-кишковому тракту [45].

В 2004 р. були проведені інноваційні дослідження з термодесорбції води та визначення адсорбційних властивостей кліноптилолітів Сокирницького родовища. В ході експерименту було встановлено, що адсорбційні властивості закарпатських цеолітів стосовно важких металів залежать від їх попередньої термічної обробки останніх, і максимум їхньої адсорбційної ємності припадає на температурний діапазон 70–150°C, який відповідає першій і другій стадіям дегідратації. Очевидно, видалення поверхневої плівки рідкої води і капілярно-зв'язаної води з мезопор і капілярів приводить до активації кліноптилоліту як адсорбенту важких металів [46].

Вміст основних мінералів (кліноптилоліт, морденіт) є одним із основних показників якості породи та її чистоти. Запаси цеолітів в низці країн Євразії становлять близько 4 млрд т. Близько 50% зосереджено в Закарпатті та Криму (Україна), 39% — на Далекому Сході та Сибіру (Росія), 10% — в Європейській частині Росії та на Уралі і 1% — в Східному і Південному Казахстані (табл. 2).



Таблиця 2. Хімічний склад найбільших родовищ цеоліту в Україні, Росії та Грузії, % [47]

Хімічний складник	Сокирницьке (Україна)	Тедзамське (Грузія)	Шівиртуйське (Росія)	Хотинське (Україна)
SiO <sub>2</sub>	68,02	59,12	62,34	62,60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,04	13,65	14,86	19,60
CaO	2,71	5,17	3,29	8,17
K <sub>2</sub> O	2,64	2,34	2,18	1,82
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,92	1,30	1,66	2,10
MgO	1,63	1,41	1,05	2,20
Na <sub>2</sub> O	1,57	2,30	1,22	1,50
TiO <sub>2</sub>	0,30	0,60	0,54	0,31
MnO	0,04	0,06	0,05	0,04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,02	0,04	0,06
H <sub>2</sub> O	16,94	15,22	16,30	14,18

З результатів, викладених у табл. 2, видно, що серед поданих зразків масова частка SiO<sub>2</sub> найбільша в кліноптилоліті Сокирницького родовища. Проте, вибір цеоліту залежить від конкретних задач, тому необхідно враховувати ступінь вивчення і дослідження цього матеріалу в конкретній галузі [47].

В світовій практиці Японія є однією із перших країн, де почали видобувати та використовувати природні цеоліти (кліноптилоліти та модерніти). Останні в переважній кількості були відкриті в західній половині острова Хонсю з продовженням в південно-східну частину острова Хоккайдо. В розрізі цих товщ цеолітова мінералізація найбільш широко виражена в верхньоміоценових утвореннях. Цеолітизовані кислі туфи відрізняються світло-зеленою пігментацією [21].

З промислової точки зору, для Японії найбільш придатним є цеолітовмісне родовище Сайнокаї. В цій зоні кліноптилоліт може досягати потужності до 230 м. Такі площі зафіксовані в центральній і північній частині регіону. Видобуток «зелених туфів» зосереджений в родовищі Ітая, Футатусі-махі та Ямамато-ган [48]. Порівняльна характеристика (за хімічними властивостями) між двома потужними родовищами наведена в табл. 3.

Таблиця 3. Хімічний склад цеоліту Сокирницького родовища (Україна) та родовища Сайнокаї (Японія), %

Хімічний складник	Сокирницьке (Україна)	Сайнокаї (Японія)
SiO <sub>2</sub>	71,30	71,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,10	9,40
CaO	5,20	1,00
K <sub>2</sub> O	3,40	0,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,90	1,30
MgO	1,20	2,10



Продовження табл. 3

Хімічний складник	Сокирницьке (Україна)	Сайнокаї (Японія)
Na <sub>2</sub> O	1,30	1,30
TiO <sub>2</sub>	0,30	0,23
MnO	0,04	0,05
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	сліди
H <sub>2</sub> O	16,94	4,70

Невисокий вміст води в кліноптилолітах Японії свідчить про те, що в його структурі менше пор, які можуть вмістити сорбовані молекули.

Зневоднені цеоліти мають хороші адсорбційні, іонообмінні та каталітичні властивості й можуть застосовуватися як «молекулярні сита» при очищенні розчинів, продуктів хімічних реакцій та води; розділенні газів і рідин, переробці радіоактивних розчинів; у рослинництві й тваринництві, як кормові добавки та ін. [49, 50].

Хімічний склад цеоліту зумовили його широке використання в медицині. Це доступний природний матеріал, оскільки широко розповсюджений в навколишньому середовищі. Встановлено, що вживання цеолітів людиною дає ряд позитивних клінічних ефектів: імуномодуючий, антианемічний, антисклеротичний. Воно також підвищує рівень стресостійкості організму і сприяє виведенню важких металів [51, 52, 53]. Вживання цеоліту в умовах експериментальної моделі гострої ниркової недостатності призводить до покращення функціональних показників водно-сольового гомеостазу, що виражається в зниженні вмісту креатиніну, сечовини і калію в плазмі крові [54]. На основі цеоліту розроблено та зареєстровано медичний екологічно чистий препарат з комерційною назвою «Літовіт», що виробляється з метою детоксикації організму. Препарат складається з суміші цеоліту та пшенично-житніх висівок [55].

Використання природних цеолітів в годівлі сільськогосподарських тварин було розпочато в 60-х рр. XX ст., про що свідчить ряд робіт закордонних авторів. Передумовою було те, що цеоліт регулярно знаходили у випорожненнях диких тварин та птахів [54].

За нинішніх умов, використання цеоліту в тваринництві набуло широких розмахів. Відкриті нові властивості цеолітів, які підтверджені науковими випробуваннями [52, 56–58].

Використання цеоліту в годівлі молодняку свиней є ефективним при лікуванні проносів та позитивно впливає на приріст маси [59]. Додаткове введення цеоліту в корм для свиней в кількості 10% сприяє збільшенню приростів їх маси на 25% в порівнянні з контрольною групою [60].

За використання цеоліту в годівлі бройлерів м'ясна продуктивність збільшується на 13,3%, вихід їстівної частини підвищується на 18,7% [61]. Відзначається істотне зростання приросту бройлерів, яким був згодований цеоліт разом з кормом впродовж 21 дня в кількості 1% від добового раціону [62].

При вивченні впливу додавання кліноптилоліту до корму поросят та свиней



на функціональний стан організму в процесі вирощування встановлено значне зменшення кількості шлункових, легневих та серцевих захворювань і збільшення рівня виживання дослідних тварин. Доведено позитивний вплив кліноптилоліту на процеси травлення за згодовування в кількості 5% [56].

Використання цеоліту в годівлі бичків в якості кормової мінеральної добавки з розрахунку 15 г на 100 кг живої маси сприяє збільшенню швидкості їх росту на 19,9% [63].

Додавання цеоліту в порошкоподібному вигляді до складу комбікормів (3–5%) супроводжується активацією анаболітичних процесів в організмі жуйних тварин. Основна дія цеоліту проходить у травному тракті, головним чином у рубцевому середовищі, де він, завдяки своїм властивостям, виконує роль позитивного регулятора метаболізму азотистих сполук, вуглеводів, поживних і біологічно активних речовин, зв'язує до 15–20% азоту, стримує відтік рідини в наступні відділи травного тракту, чим знижує всмоктування аміаку та інших токсичних речовин у кров [64].

Під впливом кормової добавки збільшується період інтенсивної молоковіддачі, а також покращується якість молока, зростає вміст білка на 0,03–0,06% та вміст жиру — на 0,07–0,11% в молоці корів [65].

Введення мінералу у кількості 1,5% до раціону перепелів справляє позитивний вплив на їхню продуктивність та метаболічні процеси. Підтвердженням останнього є вміст загального білка, активність аспартат- і аланінамінотрансфераз та лужної фосфатази у крові та печінці птиці [57].

*Сапоніт* (від лат. *sapo* — мило) — водний алюмосилікат магнію з підкласу шаруватих силікатів, групи монтморилоніту. Був відкритий ще у 1840 р. шведським хіміком і мінерологом Л. Ф. Сванбергом [66]. Сапоніт ( $Mg_3Si_4O_{10}[OH]_2$ ) є основним породоутворюючим мінералом змінених гіпергенезом туфів, мінералом групи монтморилоніту, в якому Al майже цілком замінений на Mg [33].

Сапоніти відрізняються високими показниками питомої поверхні набухання, колоїдності, ємності катіонного обміну. У вигляді ізоморфної домішки містять іони заліза, нікелю, інколи хрому [67].

Геологорозвідувальними організаціями на північно-західних схилах Українського щита відкрито нову бентонітову провінцію, в межах якої розвідано декілька промислових родовищ магнієвого монтморилоніту, що визначається як сапоніт. Вважається, що горизонт сапонітових глин являє собою кору вивітрювання туфогенної товщі, яка відноситься до верхньодокембрійського періоду. Аргілітоподібні туфогенні товщі осадово-вулканогенних порід в районі сапонітових родовищ характеризуються типовою для мілководних морських басейнів тонкою горизонтальною і косою верстуватістю, яка обумовлена різним мінералогічним та гранулометричним складом. Загальна потужність туфогенної товщі, корою вивітрювання якої є сапонітовий горизонт, досягає 170 м [68].

Станом на 2014 р. детально вивчене одне родовище — Варварівське, розташоване на території Хмельницької області, яке складається з двох ділянок — Варварівської і Ташківської, і обліковується Державним балансом запасів корисних копалин України. Їхні запаси становлять близько 40–50 млн т [69].



Сапонітова глина з родовища Ташківське є метаморфізованим туфом, що характеризується максимально високим вмістом смектитів, зокрема сапонітів (до 80%), і тому найкраще виявляє цінні сорбційні та катіонообмінні властивості (табл. 4) [70].

Сапоніти залягають на доступних для розробки відкритим способом глибинах (10–20 м). Потужність продуктивних пластів становить від 20 до 50 м [71]. Одним із відомих місць видобутку цього мінералу є Південна долина Панамінт, що в Каліфорнії (США) [72]. Також відкриті родовища сапонітових глин на Фарерських островах (Данія), в штаті Монтана (США), біля озера Верхне (Канада).

Таблиця 4. Хімічний склад сапоніту Варварського і Ташківського родовищ Хмельницької області (Україна) [72].

Хімічний складник	Вміст, %
SiO <sub>2</sub>	42,180–54,560
TiO <sub>2</sub>	1,050–1,850
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,200–14,960
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,100–15,440
FeO	0,720–1,300
Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,110–0,330
MgO	7,020–13,430
CaO	1,010–10,620
Na <sub>2</sub> O	0,100–1,000
K <sub>2</sub> O	0,190–2,910
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,083–0,236
Co	0,100–1,000×10 <sup>-3</sup>
Cu	2,000–3,000×10 <sup>-3</sup>
Zn	0,007–0,015
Ni	0,002–0,005
Au	5,000–10,000×10 <sup>-6</sup>
Ba	1,500×10 <sup>-3</sup>
Cr	0,010–0,150
V	1,500–3,200×10 <sup>-3</sup>
Ge	0,120–0,150×10 <sup>-3</sup>
Sn	1,500×10 <sup>-4</sup>

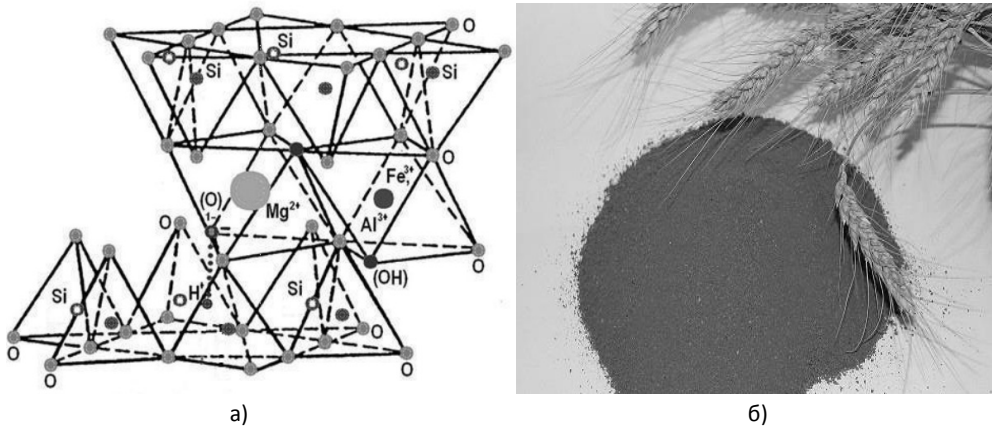
Порода сапоніту темно-червоного, рудого чи сірого кольору, без смаку та запаху. Кристалічна структура мінералів групи монтморилонітів-сапонітів складається з двох шарів ненасичених форм: двох тетраедричних решіток SiO<sub>2</sub> і однієї октоедричної решітки, розташованої між ними, яка містить, в основному, Al, Mg, Fe. Між цими трьома шарами кристалічної решітки може відбуватися ізоморфний обмін, саме тому мінерали групи монтморилонітів характеризуються високими адсорбційними та іонообмінними властивостями.



Проведені дослідження показали, що кислотна активація приводить до зростання адсорбційної здатності мінералу. Адсорбція збільшується майже в 2 рази і становить 25,05 моль/кг або 19,038 г/кг сапоніту [73]. За рахунок кислотної активації збільшується кількість позитивно заряджених часточок, що і дає можливість мінералу відкрити подвійні сорбційні потужності.

Сапоніти відносять до 9 групи мінералів — групи силікатів і алюмосилікатів. Це важливий клас мінералів, представники якого разом із кварцом складають 95% від маси земної кори. Силікати і алюмосилікати ділять за будовою кристалічної решітки на наступні підкласи: а) острівні; б) кільцеві; в) ланцюгові; г) стрічкові; д) шарові; е) каркасні [73].

Дана порода виявляє підвищену селективну сорбуючу здатність до іонів лужних металів великих розмірів і амонію. Ефективно вбирає із води іони свинцю, стронцію, кадмію, амонію, радіоактивного цезію та ін. [67].



**Рис. 4. Сапоніт Ташківського родовища (Україна): кристалічна решітка (а); загальний вигляд (б) [74]**

Потреба України в сапонітовій сировині на початку XXI ст. становить 4 млн т на рік, — ось чому виникає питання про розширення областей видобування даного мінералу та проведення досліджень щодо застосування в різних галузях господарства [67]. Дослідженнями властивостей сапоніту Ташківського та Варварівського родовищ встановлено, що вони можуть використовуватися в харчовій промисловості, будівництві, сільському господарстві, медицині та ін. [75].

В умовах польових досліджень суміш чистого сапоніту, крейди і торфу може застосовуватись як ефективний хімічний меліорант, навіть у невеликих дозах (1–3 т/га) [76].

В тваринництві застосування сапоніту коровам, як у вигляді сапонітового борошна, так і у суміші з екструдованим кормом, дозволило підвищити відтворну здатність корів на 4%, їх молочну продуктивність на 12%, знизити збитки від неплідності на 19% [77].

Комплексна мінеральна добавка, виготовлена на основі сапоніту, при згодовуванні коровам у пасовищний період, дає можливість збалансувати їх



раціон за основними елементами мінерального живлення, що забезпечує підвищення молочної продуктивності на 7,6% і зменшення витрат кормів на одиницю продукції на 7,0% [78].

Додавання сапоніту до живильного середовища для гібрида каліфорнійського черв'яка у кількості 12% сприяє підвищенню в біомасі черв'яків вмісту заліза, магнію і цинку в середньому на 6%. В свою чергу, добавка 4% черв'ячної біомаси до повнораціонного комбікорму бройлерів сприяє збільшенню кількості еритроцитів та вмісту білка в сироватці крові і печінці [79].

Рекомендована норма сапоніту для хутрових звірів (норок) становить 1 г/кг живої маси. Зазначається, що таке дозування в складі раціону підвищує рівень відтворювальної здатності самок [80].

Також, на основі сапоніту одержана нова мінеральна кормова добавка для тварин та птахів під комерційною назвою «Фісташки» [73].

Згодовування сапоніту в комплексі з селеном дійним коровам покращує їх відтворювальну здатність, яка проявляється у зменшенні строку першого осіменіння на 7–19 днів [80].

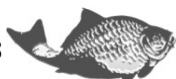
Промислова відгодівля свиней комбікормами з добавкою природного сапоніту з розрахунку 15 г на 1 кормову одиницю протягом 112 днів дає додатковий приріст живої маси на 29,3% [82].

*Бентонітові глини* (англ. *Bentonite*) — глинисті породи, складені переважно мінералами смектитової групи, головним чином монтморилонітом ( $Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2 \times nH_2O$ ) і бейделітом ( $Al_2[AlSi_3O_9 \times (OH)](OH)_2 \times nH_2O$ ) [7]. Свою назву бентонітові глини отримали від форту Бентон, розташованого в штаті Вайомінг (США), де в кінці XIX ст. був розпочатий їх промисловий видобуток [82].

Вони мають високу ємність катіонного обміну, в'язучі властивості, пластичність, сорбційну здатність, можуть, вбираючи в себе воду, різко розбухати (до 8 разів). На колір бентоніти можуть бути білими, світло-зеленими, а вивітрені породи — червоними, жовтими, темно-коричневими (рис. 5) [33].



*Рис. 5. Бентонітова глина*



За складом вільних катіонів бентоніти можна розділити на лужні та лужноземельні. Лужні бентоніти мають високу пластичність, добре і швидко розбухають, і, таким чином, відносяться до високоякісної сировини, що дозволяє використовувати їх в різних галузях. Переважно вони складаються з 70–90% натрієвого монтморилоніту, поряд з яким часто зустрічаються хлорит, кристобаліт, цеоліт, польовий шпат та ін. [33].

На відміну від описаних вище мінералів, лужноземельні бентоніти за якістю поступаються лужним, тому спектр їх використання обмежений. Вони стають лужними після обробки натрієвими препаратами. Переважна частина лужноземельних бентонітів складається з кальцієвого монтморилоніту (80–90%). Як домішки можуть бути присутні кальцит, слюда, аморфний кремнезем [33].

Структура монтморилоніту представлена тришаровою схемою: два шари кремнекисневих тетраедрів, які з двох сторін покриті шаром алюмогідроксильних октаедрів (рис. 6) [83].

У проміжку між пакетами монтморилоніту розташовуються катіони металів (Na, Ca, K, Mg, Li, рідше — група NH<sub>3</sub>). Вони врівноважують негативні заряди шарів. Залежно від переважання того чи іншого типу обмінних катіонів, наприклад, Ca, Mg або Na, в природі зустрічаються лужноземельні (Ca, Mg) і лужні (Na) монтморилоніти, які вже були описані вище. Крім обмінних катіонів, в міжшаровому просторі завжди присутні молекули зв'язаної води [84].



**Рис. 6.** Атомна структура бентоніту (монтморилоніту) [...] (за Гофманом, Енделлом, Вілмом, Маршалом і Хендріксом, 1933 р.)

Промислові поклади бентонітових глин виявлені в межах Українського щита, Дніпровсько-Донецької і Закарпатської внутрішньої западин, Передкарпатського крайового прогину, Волино-Подільської плити і Кримської складчастої області [36].





За мінеральним складом на території нашої держави виділяють три типи бентонітових глин. До першого типу відносяться глини монтморилонітового складу: цей різновид поширений в основному в АР Крим (Курцівське та Кудринське родовища), Хмельницькій області (Пижівське родовище). До другого типу відносяться бентонітові глини бейделіт-монтморилонітового складу, які поширені в Черкаській (Дашуківська ділянка) і в Тернопільській (Бережанське родовище) областях. До третього типу відносяться глини монтморилоніт-бейделітового складу, поклади яких розвідані в Хмельницькій, Тернопільській та Донецькій областях [36].

В табл. 5 представлені хімічні складові Дашуковського родовища (Черкаська обл.) [85].

Таблиця 5. Хімічний склад бентоніту Дашуковського родовища (Україна)

Хімічний складник	Вміст, %
Na - K	0,04
Ca	0,02
Mg	0,01
SO <sub>4</sub>	0,04
H <sub>2</sub> O	57,19
Cl	0,02
SiO	0,35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,71
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10
MnO	0,10
CaO	1,18
MgO	0,90

В Україні відомо більше 100 родовищ, але державним балансом обліковується лише 9 родовищ бентонітових глин з розвіданими і затвердженими у встановленому порядку запасами, з яких розробляються лише чотири (табл. 6, рис. 7) [36].

Добре відомі такі родовища бентонітових глин, як Черкаське, Горбське та ін. (Україна), що були традиційними постачальниками цього виду сировини для промисловості колишнього СРСР. Головним об'єктом українського шита є Черкаське родовище. Продуктивна товща глин датується нижнім і середнім міоценом. Родовище складається з 5 шарів (0,5–15,0 м) монтморилонітових, палигорськітових і полімінеральних глин. Запаси складають 50,4 млн т. На базі родовища споруджений комбінат і завод глинопорошків із щорічною продуктивністю 650 тис. т глини, придатної для виробництва керамзитового гравію, легких бурових розчинів, керамічних виробів і гідротехнічного цементу, залізородних окотнів тощо [33].

В меотичних і сарматських відкладах Причорноморської западини знайдені прояви бентонітоподібних глин, які вимагають подальшого вивчення. Прояви таких глин знайдено і в Криму (Курцівське і Кудринське родовища, Святої Гори на Карадазі) [33].



Таблиця 6. Розподіл запасів та видобутку бентонітових глин за адміністративним розташуванням [36]

Назва області	Кількість родовищ		Запаси на 01.01.2014 р.				Погашення в 2013 р.		
	Всього	У т. ч. ті, що розробляються	Всього		У т. ч. ті, що розробляються		Всього	У тому числі:	
			A+B+C <sub>1</sub> *	C <sub>2</sub> **	A+B+C <sub>1</sub> *	C <sub>2</sub> **		Видобуток	Втрачено
Всього в Україні	9	4	59939,860	378	52156,860	157	281,540	256,500	25,04
Вінницька	1	1	182,765	157	182,765	157	0,175	0,165	0,01
Донецька	1	1	3245,390	–	3245,390	–	146,770	128,940	17,83
Закарпатська	2	1	7386,000	–	562,000	–	–	–	–
Автономна республіка Крим	2	–	430,000	221	–	–	–	–	–
Тернопільська	1	–	426,000	–	–	–	–	–	–
Хмельницька	1	–	113,000	–	–	–	–	–	–
Черкаська	1	1	48166,700	–	48166,700	–	134,600	127,400	7,20

Примітка. \* — А — запаси, які розвідано детально, що забезпечує повне виявлення умов залягання, форми і будови тіл корисної копалини, а також її якості і технологічних властивостей; В — запаси, розвідані і вивчені детально, що забезпечує з'ясування основних особливостей умов залягання, форми і характеру будови тіл корисної копалини, а також її якості й основних технологічних властивостей; С<sub>1</sub> — запаси, розвідані і вивчені детально, що забезпечує з'ясування загальних умов залягання, форми і будови тіл корисної копалини, а також його якості і технологічних властивостей; \*\* — С<sub>2</sub> — запаси, попередньо оцінені; кількість корисної копалини визначено за одиничними пробами і зразками.



Рис. 7. Карта родовищ бентонітових глин на Території України [36]



Металургійні підприємства України використовують бентонітові глини Дашуківської ділянки Черкаського родовища. Але більшість бентонітів для металургійного виробництва імпортується з Азейбарджану, оскільки наявні породи на території України є не придатними для використання саме в цій галузі. Причина цілком очевидна — вищеперелічені родовища належать до групи лужноземельних корисних копалин і не здатні витримати конкуренцію у світі поряд із сировиною кращої якості [33].

Бентоніти Закарпаття залягають переважно в низах розрізу міоценових і міоцен-пліоценових відкладів Вигорлат-Гутинської гряди. Тут відомі декілька родовищ бентонітових глин: Горбське в Мукачівському районі, Ільницьке в Іршавському, Копанське у Виноградівському, однак усі вони відносяться до низькосортних лужноземельних копалин.

Винятково цінним є Киштинське родовище, розташоване на лівому березі р. Тиса. Поклади бентоніту тут сягають глибини до 2,7 м. В цьому місці бентоніти представлені світло-сірою або ж білою породою, яка швидко набухає під час контакту з водою. За складом обмінних катіонів бентоніти переважно відносяться до лужних, де основним компонентом іонного обміну є натрій і калій, які переважають над кальцієм і магнієм. Вони характеризуються високою пластичністю та ступенем розбухання від 6 до 13 разів. Придатні для виготовлення добротних бурових розчинів, можуть бути використані як адсорбенти, частково — як зв'язувальний компонент. Бентоніти в природному стані відповідають вимогам до бентонітових глин для тонкої та будівельної кераміки (ДСТ 7032-75) [86].

Серед різновидів глин у даному місці виявили прошарки унікальних білопалених глин з високим розбуханням (10–19 разів). Такі глини придатні для виготовлення якісних бурових розчинів, можуть бути використані як адсорбенти (характеризуються значною фільтрувальною здатністю та низькою оліємісткістю), частково — як зв'язувальний компонент формувальних сумішей в ливарному виробництві. Такі глини використовують як сорбент для очищення нафтопродуктів, олій для харчування, поглинання радіонуклідів, у виготовленні косметики та лікувальних препаратів. Запаси цього родовища оцінені в 4,8–9,6 млн т [87].

Світові запаси бентонітових глин перевищують 4 млрд т: Китай — 2400 млн т, США — 800, Туреччина — 400, Росія — 124 [33]. Провідними експортерами є США, Італія, Греція, Велика Британія; імпортерами — Німеччина, Великобританія, Нідерланди, Канада, Японія. В табл. 7 представлені країни, які є лідерами у видобутку бентонітів.

Згідно зі статистичними даними, загальний видобуток бентонітових глин в Україні за 2013 р. склав 256,5 тис. т, проти 305,09 тис. т за 2012 р., що на 15,9% менше. Це пов'язано з невисокою конкурентоспроможністю нашої держави на світовому ринку бентонітів [36].

За результатами багатопробних випробувань бентоніт характеризується як універсальна мінеральна сировина, використання якої в якості біостимулятора і сорбента є високоефективним в багатьох галузях товарно-господарського виробництва і в екологічній сфері [71].



Таблиця 7. Видобуток бентоніту в світі в 2000–2004 рр., тис. т [33]

Країна	Рік				
	2000	2001	2002	2003	2004
Греція	950	950	950	950	950
Італія	500	500	500	500	500
Мексика	270	415	488	464	470
Німеччина	465	448	495	479	405
Польща	30	29	26	27	27
США	3760	3970	3970	3770	4060
СНД (без України)	750	750	750	750	750
Україна	300	300	300	300	300
Японія	415	406	438	426	430

В системі повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин, птиці та риби, особливе значення приділяється мінеральним речовинам, оскільки вони чинять комплексний позитивний вплив на організм. Науковими дослідженнями багатьох авторів встановлено високу господарську ефективність використання бентонітових глин. Вони характеризуються вмістом багатьох мінеральних елементів і цінними фізико-хімічними властивостями, що позитивно впливають на травні та інші функції тварин і птахів [76, 83, 88].

Бентоніти і цеоліти визнано агромінеральною сировиною XXI століття завдяки їх унікальним сорбційним, іонообмінним і каталітичним властивостям. За умови використання цих мінералів в сільськогосподарському секторі, забезпечується можливість підвищити якість продуктів тваринництва [88].

Дослідженнями встановлено, що бентоніт характеризується адсорбційними властивостями, високою обмінною структурою. Саме завдяки цьому бентоніти беруть участь у виведенні з організму радіонуклідів, сполук важких металів і газів [89].

Рекомендується застосовувати цей мінерал при вирощуванні озимої пшениці, що забезпечує вихід зерна в кінці сезону в кількості 20,3 ц/га [90].

При використанні бентоніту на очисних каналізаційних спорудах, в стоках знижується концентрація важких металів, амонійного азоту, прискорюється очищення в аеротенках [91].

Введення в кормовий раціон підсвінків бентоніту в кількості 1–2%, збільшує середньодобовий приріст живої маси тварини майже до 6% [92].

Встановлено, що заміщення мінералів, які містяться в складі раціону курчат, на бентоніт шляхом введення його до складу корму в кількості 4%, забезпечує їх фізіологічні потреби в мінеральних речовинах [93].

Включення бентонітових глин до раціону телиць сприяло кращому засвоєнню азоту та інших мінеральних речовин, що, в кінцевому результаті, значно підвищувало ефективність використання кормів при годівлі тварин [94].

Від кобил, що отримували бентоніт разом з кормом маса лошат, при народженні в дослідній групі зросла на 6% [95].



При згодовуванні бентоніту курям-несучкам підвищується інтенсивність яйценосності на 10%, а вилуплення курчат — на 5%. В цей же час, собівартість виробництва інкубаційних яєць знижується на 7% [96].

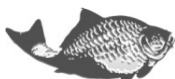
## ВИСНОВКИ

Аналіз доступних літературних джерел дозволяє стверджувати, що серед мінералів-сорбентів вулканічного походження, поклади яких є на території України, придатними для використання в тваринництві є: цеоліт, сапоніт і бентоніт. Поряд з іншими сферами господарської діяльності, дані мінерали широко використовуються в годівлі тварин, птиці та риби. Виявляючи адсорбуючі й іонообмінні властивості, дані мінеральні добавки природного походження позитивно впливають як на окремі фізіолого-біохімічні показники, так і на функціональний стан організму тварин в цілому.

Перспективи використання сапоніту, цеоліту та бентоніту в годівлі риби визначаються їх фізико-хімічними та біологічними властивостями, доступністю і низькою вартістю, що є актуальним при веденні рибогосподарської діяльності. Результати застосування їх в рибництві є фрагментарними, тому поглиблене вивчення їх впливу на організм різних порід і вікових груп риби є актуальним завданням.

## ЛІТЕРАТУРА

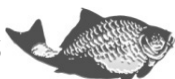
1. Перспективи використання сапонітів в текстильній промисловості/Параска О. А. та ін.//Сучасні технології в легкій промисловості і сервісі: регіон. наук.-прак. конф., 22–23 вер. 2010р.: тези доп. Хмельницький, 2010. С. 7.
2. Структурно-сорбційні характеристики українського сапоніту/Марцин І. І. та ін.//Укр. хим. журн. 2001. Т. 67, № 2. С. 98—101.
3. Неорганические адсорбенты из техногенных отходов для очистки сточных вод промышленных предприятий/Гладун В. Д. и др.//Экология и промышленность России. 2007. № 5. С. 15—20.
4. Сивий М. І., Паранько Є. І. Географія мінеральних ресурсів України: монографія. Львів: Простір М, 2013. 684 с.
5. Мельник А. П., Стецюк З. О., Хижняк М. І. Результати дослідження води вирощувальних ставів за допомогою цеоліту//Рибогосподарська наука України. 2009. № 4. С. 28—32.
6. Mwale M. Ammonia removal from water by ion exchange using south African and Zambian zeolite samples. Rhodes University, 2000.
7. Durali Danabas, Tulay Altun. Effects of zeolite (Clinoptilolite) on some water and growth parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)//Digest journal of Nanomaterials and Biostructures. 2011. Vol. 6(3). P. 1111—1116.
8. Безкровна Н. І. Використання природних цеолітів для підвищення ефективності годівлі коропа за умов вирощування на теплих скидних водах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.10 «Іхтіологія». Київ, 1994. 25 с.
9. Бескровная Н. И. Применение природных цеолитов для повышения эффективности кормления карпа при выращивании на теплых сбросных водах



- ГРЭС: дис... кандидата биологических наук. Киев: Институт рыбного хозяйства, 1994. 150 с.
10. Бузмаков Г. Т. Эффективность использования цеолитов в индустриальном рыбоводстве//Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2012. № 4. С. 30—35.
  11. Желтов Ю. А. Организация кормления разновозрастного карпа в фермерских рыбных хозяйствах. Киев: ИНКОС, 2006. 282 с.
  12. Природные цеолиты в продукционных комбикормах для осетровых рыб/Баканева Ю. М. и др.//Вестник АГТУ. 2013. № 1. С. 162—166. (Серия: Рыбное хозяйство).
  13. Кузнецов А. А. Рыбоводно-биологическая эффективность применения природного цеолита-клиноптилолита в составе комбикормов для радужной форели и сибирского осетра: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук: 03.00.32. Москва, 2002. 26 с.
  14. Остроумова И. Н., Мосейчук К. Б. Роль цеолитов в торможении перекисного окисления липидов рыбной муки//Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1997. Вып. 325. С. 31—39.
  15. Сравнительный анализ санитарно-гигиенической оценки рыбы, получавшей с кормом цеолиты разных месторождений/Дуварова А. С. и др.//Природные цеолиты России: республ. конф.: тезисы докл. Новосибирск, 1992. С. 36—37.
  16. Дмитренко Ю. А., Мальченко А. В., Шпилевая Н. И. Оценка сорбционных свойств сапонита по отношению к фторидам-ионам//Химия и технология воды. 2012. № 6. С. 460—468.
  17. Гирін В. М., Бойко І. І., Рудиченко В. Ф. Використання природного мінералу сапоніту для знезараження води//Лікарська справа. 1995. № 5—6. С. 177—179.
  18. Аналіз дослідження властивостей сапонітової глини/Рудь В. Д. та ін.//Технологический аудит и резервы производства. 2015. № 1(4). С. 54—57.
  19. Койшибаева С. К. Рекомендации по технологии выращивания осетровых рыб в условиях рыбоводных хозяйств Северного Казахстана. Алматы, 2011. 40 с.
  20. Kesraoui-ouki C. R., Cheeseman R. P. Natural zeolite utilisation in pollution control: a review of applications to metals effluents//Journal of Chemical Technology and Biotechnology. 1994. № 59. P. 121—129.
  21. Цхакая Н. Ш., Квашали, Н. Ф. Японский опыт по использованию природных цеолитов. Тбилиси: Мецниереба, 1984. 129 с.
  22. Природные цеолиты/Цицишвили Г. В. и др. Москва: Химия, 1985. 246 с.
  23. Introduction to Zeolite Science and Practice. 2nd edn./ Jacobs P. A. et al. Amsterdam, 2001. 1078 p.
  24. Szostak R. Molecular Sieves – Principles of Synthesis and Identification. New York, 1989.
  25. Елисеева И. С. Становление и развитие производства синтетических цеолитов: дис. ... кандидата техн. наук: 02.00.13, 07.00.10. Уфа, 2003. 153 с.
  26. Ечевский Г. В. Новые цеолиты: все включено//Наука из первых рук. 2012. Т. 43, № 1. С. 40—42.
  27. Лонін О. Ю. Технологічні та біофармацевтичні дослідження мінералу цеоліту з метою використання в фармацевтичній практиці як сорбент: дис. ... кандидата фармац. наук: 15.00.01. Харків, 1996. 140 с.
  28. Заграй Я. М., Ребренок А. В. Використання природних мінералів (цеоліт) як етапів комплексної технології корегування складу водних розбавлених розчинів до природно сформованої якості//Екологічні науки: наук-практ. журнал. Київ. 2014. Вип. 6. С. 82—87.



29. Цеолиты. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Цеолиты> (дата обращения: 01.01.2017).
30. Zeolites in Sedimentary Rocks//United States Mineral Resources: Professional Paper, 1973. 820 p.
31. Арнаутов Н. В. Стандартные образцы химического состава природных минеральных веществ. Методические рекомендации. Новосибирск: Институт геологии и геофизики АН СССР, 1990. 143 с.
32. Методичні рекомендації до самостійної роботи з дисципліни «Фізична та колоїдна хімія» за спеціальністю 5.05170101 «Виробництво харчової продукції»/уклад. Герасимчук Н. П. Житомир: Торговельно-економічний коледж КНТЕУ, 2013. 57 с.
33. Неметалічні корисні копалини України. Вид. 2-е, випр. і доп./Михайлов В. А. та ін. Київ: Київський університет, 2007. 503 с.
34. Байраков В. В. Особенности минерального состава клиноптилолитовых пород закарпатья//Природные цеолиты: IV болгаро-советский симпозиум: тезисы докл. Бургас, 1985. С. 23—24.
35. Краснов Е. Есть в Крыму минеральные удобрения. Симферополь: Крым, 1964. 68 с.
36. Мінеральні ресурси України/відп. за вип. Корпан Н. В. Київ: Державне Державний інформаційний геологічний фонд України, 2014. 270 с.
37. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. Москва: Мир, 1976. 700 с.
38. Спринський М. І. Мінеральні ресурси цеолітів України//Праці 2-го західноукраїнського симпозиуму з адсорбції та хроматографії. Львів, 2000. С. 221—224.
39. McCusker L. B., Baerlocher C. Zeolite structures//Introduction to zeolite science and practice. Studies in Surface Sci. and Catalysis. 2001. Vol. 137. P. 37.
40. Новоселов Я. Б., Маянская Н. Н. Принципы воздействия на организм средств на основе природных минералов. Новосибирск: Экор, 2001. 85 с.
41. Чельшев Н. Ф. Ионообменные свойства цеолитов. Москва: Наука, 1973. 202 с.
42. Кубасов А. А. Цеолиты — кипящие камни//Соросовский образовательный журнал. 1998. № 7. С. 70—76.
43. Герасев А. Д. Анализ механизма действия цеолита Шивиртуйского месторождения на водно-солевой обмен и функцию почек: автореф. дис. на соискание уч. степени докт. биол. наук: 03.00.04, 03.00.13. Новосибирск, 2005. 18 с.
44. Ягольник С. Г., Троцький В. І., Ханік Я. М. Дослідження процесу хімічного модифікування клиноптилоліту за допомогою рентенофазового аналізу//Науковий вісник Національного лісотехнічного університету. 2006. Вип. 16.1. С. 195—198.
45. Таран Н. Г. Адсорбенты и иониты в пищевой промышленности. Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 248 с.
46. Закардонський В., Василенко В., Сташук П. Термодесорбція води й адсорбційні властивості закарпатських цеолітів//Вісник Львівського ун-ту. 2004. Вип. 44. С. 247—256. (Серія: Хімічна).
47. Природный цеолит «Сокирнит» ГК «Цеолитовые технологии». URL: <http://www.zeomix.ru/propertiesofnaturalzeolites.html> (дата обращения: 01.01.2017).



48. Ерёмин Н. И. Неметаллические полезные ископаемые//Двухсотпятидесятилетие Московского Государственного Университета им. М. В. Ломоносова посвящается. Москва: МГУ, 2004. URL: [http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1172887&uri=glava\\_10](http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1172887&uri=glava_10) (дата звернення: 01.01.2017).
49. Гороховский Л. М. О некоторых вопросах использования и изучения нефелинового сырья//Нефелиновое сырье. Москва, 1978. С. 180—183.
50. Нетрадиционные виды нерудного минерального сырья / сост. У. Г. Дистанов, Н. Н. Ведерников, А. С. Филько. М.: Недра, 1990. 261 с.
51. Средство с иммуностимулирующим действием: пат. 2093162 РФ. № 95112442/14 ; заявл. 19.07.1995 ; опубл. 20.10.1997.
52. Панин Л. Е., Мирсаяфов Д. С. Влияние цеолитов в распределении в тканях крыс  $^{125}\text{J}$  при приеме его PER OS// Природные цеолиты в народном хозяйстве: Всесоюзн. совещание: тезисы. Новосибирск, 1990. С. 45—76.
53. Новоселов Я. Б., Маянская Н. Н. Принципы воздействия на организм средств на основе природных минералов. Новосибирск: Экор, 2001. 85 с.
54. Герасев А. Д. Анализ механизма действия цеолита Шивиртуйского месторождения на водно-солевой обмен и функцию почек: автореф. дис. на уч. степени докт. биол. наук: 03.00.04, 03.00.13. Новосибирск, 2005. 18 с.
55. Литовит/Веретенина О. А. и др. Новосибирск: Сибирский федеральный центр оздоровительного питания, 2006. 112 с.
56. Применение природных цеолитов в животноводстве и растениеводстве. Тбилиси: Мигниреба, 1984. С. 28—30.
57. Регламентация використання цеоліту Сокирицького родовища за вирощування перепелів/Харчишин В. М. та ін.// Зб.наук. пр. Білоцерківського націон. аграрного ун-ту. 2014. № 1 (110). С. 19—23. (Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва).
58. Поляков А. Д., Бузмаков Г. Т., Рассолов С. Н. Использование цеолитового туфа в качестве добавки в рацион сеголетков карпов//Современные наукоемкие технологии. 2009. № 2. С. 35—37.
59. Mupton F. A., Fishman P. H. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture//American society of animal science. 1977. Vol. 45, № 5. P. 1188—1203.
60. Kondo N., Wagai B. Yoton koc. May, 1964. P. 1—4.
61. Карболин П. В. Использование в рационах цыплят-бройлеров глауконита и цеолита. Троицк, 2008. 137 с.
62. Willie L. W., Carey L. Evaluation of Zeolites Fed to Male Broiler Chickens//Poultry science. 1982. Vol. 61/ 3. P. 438—442.
63. Вплив цеолітових мінеральних добавок на продуктивність молодняку м'ясної худоби// Нові технології виробництва та переробки продукції тваринництва: Державна студ. наук. конф.: тези доп. Біла церква, 2012. 61 с.
64. Використання сумішки цеолітового та доломітового борошна в годівлі телят /Грабовський М. І. та ін.//Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2013. Вип. 55(II). С. 132.
65. Курляк І. М. Використання цеолітів у годівлі дійних корів//Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. 2011. Т. 13, № 4(50). С. 12—16.
66. Рудь В. Д., Гулієва Н. М. Використання порошкових композиційних матеріалів на основі природних мінералів для водопідготовки питної води//





- Вода в харчовій промисловості: IV Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених, аспірантів та студентів: тези доп. Одеса, 2013. С. 53—54.
67. Ганзюк А. Я., Яфінович Ю. О. Дослідження адсорбційних властивостей сапоніту, модифікованого катіонами багатовалентних металів//Вісник Хмельницького національного університету. 2010. № 1. С. 230—235.
  68. Грицьк В. Е. Новая бентонитовая (сапонитовая) провинция Украины и перспективы ее освоения//Месторождения природных адсорбентов и перспективы их использования в народном хозяйстве УССР: Респ. науч.-техн. совещание: сб. тр. Киев, 1978. С. 38—41.
  69. Цеоліт-сметтинові туфи Рівненщини: біологічні аспекти використання/ред. Богданов Г. О. та ін. Рівне: Волинські обереги, 2005. 184 с.
  70. Застосування сапоніту як магнієвого добрива. URL: <http://www.saponite.ua/articles/215/> (дата звернення: 01.01.2017).
  71. Гурський Д. С., Білошапський М. В. Сапоніт — камінь родючості//Мін. ресурси України. 1994. № 1. С. 31—32.
  72. Post J. L. Saponite from near Ballarat, California //Clays and Clay Minerals. 1984. Vol. 32, № 2. P. 147—153.
  73. Ганзюк А. Я., Кулаков О. І. Дослідження сорбційних процесів на природному і кислотно активованому сапоніті//Вісник Хмельницького національного університету. 2009. № 2. С. 85—90.
  74. Годовиков А. А. Минералогия. Москва: Недра, 1983. 647 с.
  75. Гулієва Н. М. Хімічний аналіз та фізичні властивості природного мінералу — сапоніту// Наукові нотатки. 2014. № 44. С. 78—82.
  76. Мазур М. А., Ткаченко М. А., Бойко Я. І. Застосування сапоніту як магнієвмісного добрива: зб. наук. пр. Київ: ВД ЕКМО, 2007. Вип. 3—4. С. 3—10.
  77. Горюк В. В. Використання сапоніту в системі заходів з профілактики неплідності худоби на Поділлі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. вет. наук: спец. 16.00.07 «Ветеринарне акушерство». Київ, 2004. 23 с.
  78. Хіміч О. В. Ефективність використання сапоніту, селену та комплексних мінеральних добавок на їх основі в раціонах молочних корів і бичків на відгодівлі: дис. ... кандидата с.-г. наук: 06.02.02. Вінниця, 2005. 149 с.
  79. Мерзлов С. В. Корекція параметрів біотехнології вермикультивування та регламентація використання біомаси черв'яків і сапоніту у виробництві м'яса курчат-бройлерів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 03.00.20. Біла Церква, 2004. 20 с.
  80. Гончар О. Ф., Гавриш О. М. Репродуктивна здатність норок: монографія. Черкаси: Чорнобаївське комунальне поліграфічне підприємство, 2010. 267 с.
  81. Янов В. П. Сапонитовые глины. Фонд «Новотех». URL: [http://www.novotech.kiev.ua/?page\\_id=65](http://www.novotech.kiev.ua/?page_id=65) (дата звернення: 01.01.2017).
  82. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Глинистые породы/МПР РФ. Москва, 2007. 48 с.
  83. Наседкин В. В., Кваша Ф. С., Стаханов В. В. Бентонит в промышленности России. Москва: ГЕОС, 2001. 136 с.
  84. Органоглины. Производство и основные направления использования/Наседкин В. В. и др.//Актуальные инновационные исследования: наука и практика. 2012. № 3.



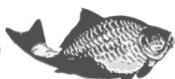
85. Нікіпелова О. М. Результати фізико-хімічних досліджень бентоніту Дашуковського родовища//Вісник Одеського національного університету. 2014. Т. 19, вип. 3. С. 70—75. (Хімія).
86. Кирсанов Н. В., Сабитов А. А. Генетическая и промышленная классификация месторождений бентонитов СССР//Бентониты. Москва: Недра, 1980. С. 17—24.
87. Металічні і неметалічні корисні копалини України. Том II. Неметалічні корисні копалини//Гурський Д. С. та ін. Київ-Львів: Центр Європи, 2005.
88. Использование бентонита в животноводстве и птицеводстве/Булатов А. П. и др. Курган, 2005. С. 206.
89. Аракелян Ф. Р. Биологические основы применения бентонита в животноводстве: автореф. дис. на соискание уч. степени докт. биол. наук. Ереван: ЕрЗВИ, 1991. С. 47.
90. Цыкалов А. Н. Влияние бентонитов на продуктивность сельскохозяйственных культур в степной зоне Воронежской области//Мировой опыт и перспективы развития сельского хозяйства: Междунар. конф., посвят. 95-летию ФГОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени К. Д. Глинки», 23-24 окт. 2008 г.: матер. Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2008. С. 260.
91. Аблаева Л. А. Использование бентонитовых глин Кудринское месторождения для охраны окружающей среды: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. геол. наук. Киев, 2002. 18 с.
92. Хуцишвили И. И. Некоторые данные по использованию бентонитовой глины аскангеля при мясном откорме свиней и кормлении поросят-отъемышей//Интенсивное выращивание поросят: сб. Москва: Колос, 1983. С. 137—140.
93. Азимов Д. Использование биодобавок при выращивании молодняка кур//Птицеводство. 2010. № 10. С. 63—64.
94. Яковлев А. Г. Бентонит в кормлении крупного рогатого скота//Аграрный вестник Урала. 2008. № 4 (46). С. 38—39.
95. Кармацких Ю. А. Использование бентонита в кормлении лошадей// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2007. № 1 (13). С. 134—137.
96. Аракелян Ф. Р. Биологические основы применения бентонита в животноводстве: автореф. дис. на соискание уч. степени докт. биол. наук. Ереван: ЕрЗВИ, 1991. С. 47.

## REFERENCES

1. Paraska, O. A., Rak, O. I., & Stopchak, V. O. (2010). Perspektyvy vykorystannia saponitiv v tekstylnii promyslovosti. *Suchasni tekhnolohii v lehkii promyslovosti i servisi: rehionalna nauk.-prak. konf., 22–23 ver. 2010 r.* Khmelnytskyi, 7.
2. Martsyn, I. I., Mank, M. I., Lebovka, M. V., & Vyhornytskyi, M. V. (2001). Strukturno-sorbtsiini kharakterystyky ukrainskoho saponitu. *Ukr. khym. zhurn.*, 67, 2, 98-101.
3. Gladun, V. D., Andreeva, H. H., Akat'eva, L. V., & Dragina, O. G. (2007). Neorganicheskie adsorbenty iz tekhnogennykh otkhodov dlya ochistki stochnykh vod promyshlennykh predpriyatiy. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 5, 15-20.
4. Syvyi, M., Paranko, I., & Ivanov, I. (2013). *Heohrafiia mineralnykh resursiv Ukrainy: monohrafiia.* Lviv: Prostir M.



5. Melnyk, A. P., Stetsiuk, Z. O., & Khyzhniak, M. I. (2009). Rezultaty doslidu z ochyshchennia vody vyroshchувalnykh staviv za dopomohoiu tseolitu. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 4, 28-32.
6. Mwale, M. (2000). *Ammonia removal from water by ion exchange using south African and Zambian zeolite samples*. Rhodes University.
7. Durali, D., & Tulay, A. (2011). Effects of zeolite (Clinoptilolite) on some water and growth parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). *Digest journal of nanomaterials and biostructures*, 6(3), 1111-1116.
8. Bezкровна, N. I. (1994). Vykorystannia pryrodnykh tseolitiv dlia pidvyshchennia efektyvnosti hodivli koropa za umov vyroshchuvannia na teplykh skydnykh vodakh. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv.
9. Bezкровна, N. I. (1994). Vykorystannia pryrodnykh tseolitiv dlia pidvyshchennia efektyvnosti hodivli koropa (*Cyprinus carpio* L.) za umov vyroshchuvannia na teplykh skydnykh vodakh DRES. *Candidate's thesis*. Kyiv.
10. Buzmakov, G. T. (2012). Effektivnost' ispol'zovaniya tseolitov v industrial'nom rybovodstve. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaystvo*, 4, 30-35.
11. Zheltov, Yu. A. (2006). *Organizatsiya kormleniya raznovozrastnogo karpa v fermers'kikh rybnykh khozyaystvakh*. Kiev: INKOS.
12. Bakaneva, Yu. M., Bychkova, A. P., Bakanev, N. M., & Fedorovykh, Yu. V. (2013). Prirodnye tseolity v produktsionnykh kombikormakh dlya osetrovyykh ryb. *Vesnik AGTU*, 1, 162-166.
13. Kuznetsov, A. A. (2002). Rybovodno-biologicheskaya effektivnost' primeneniya prirodnogo tseolita-klinoptilolita v sostave kombikormov dlya raduzhnoy foreli i sibirskogo osetra. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moskva.
14. Ostroumova, I. N., & Moseychuk, K. B. (1997). Rol' tseolitov v tormozhenii perekisnogo okisleni lipidov rybnoy muki. *Sb. nauch. tr. GosNIORKh*, 325, 31-39.
15. Duvarova, A. S., Ambartsumyan, L. I., & Van'yants, A. B. (1991). Sravnitel'nyy analiz sanitarno-gigienicheskoy otsenki ryby, poluchavshey s kormom tseolity raznykh mestorozhdeniy. *Prirodnye tseolity Rossii: Respubl. Soveshchaniye*, 25-27 noyabrya 1991 g.: tezisy dokladov. Novosibirsk, 36-37.
16. Dmitrenko, Yu. A., Mal'chenko, A. V., & Shpilevaya, N. I. (2012). Otsenka sorbtionnykh svoystv saponita po otnosheniyu k floridam-ionam. *Khimiya i tekhnologiya vody*, 6.
17. Hirin, V. M., Boyko, I. I., & Rudichenko, V. F. (1995). Vykorystannia pryrodnoho mineralu saponitu dlya znezharzhennya vody. *Likars'ka sprava*, 5-6, 177-179.
18. Rud', V. D., Samchuk, L. M., Sav'yuk, I. V., & Povstyan, Yu. S. (2015). Analiz doslidzhennya vlastivostey saponitovoyi hlyny. *Tekhnolohichnyy audyt ta rezervy vyrobnytstva*, 1(4), 54-57.
19. Koyshibaeva, S. K. (2011). *Rekomendatsii po tekhnologii vyrashchivaniya osetrovyykh ryb v usloviyakh rybovodnykh khozyaystv Severnogo Kazakhstana*. Almaty.
20. Kesraoui-ouki, C., Cheeseman, R., Perry, R. (1994). Natural zeolite utilisation in pollution control: a review of applications to metals effluents. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 59, 121-129.
21. Tskhakaya, N. Sh., & Kvashali, N. F. (1984). *Yaponskiy opyt po ispol'zovaniyu prirodnnykh tseolitov*. Tbilisi: Metsniereba.
22. Tsitsishvili, G. V., Andronikashvili, T. G., Kirov, G. N., & Khimozova, L. D. (1985). *Prirodnye tseolity*. Moskva: Khimiya.



23. Jacobs, P. A., Flanigen, E. M., Jansen, J. C. & Bekkum, H. V. (2001). *Introduction to Zeolite Science and Practice*. 2nd edn. Amsterdam.
24. Szostak, R. (1989). *Molecular Sieves – Principles of Synthesis and Identification*. 1st edn. New York.
25. Eliseeva, I. S. (2003). Stanovlenie i razvitie proizvodstva sinteticheskikh tseolitov. *Candidate's thesis*. Ufa.
26. Echevskiy, G. V. (2012). Novye tseolity: vse vklyucheno. *Nauka iz pervykh ruk*, 43, 1, 40-42.
27. Lonin, O. Yu. (1996). Tekhnologichni ta biofarmatsevychni doslidzhennia mineralu tseolitu z metoiu vykorystannia v farmatsevychnii praktytsi yak sorbent. *Candidate's thesis*. Kharkiv.
28. Zahrai, Ia. M., & Rebreniuk, A. V. (2014). Vykorystannia pryrodnykh mineraliv (tseolit) yak etapiv kompleksnoi tekhnologii korehuvannia skladu vodnykh rozbavlenykh rozchyniv do pryrodno sformovanoi yakosti. *Ekologichni nauky*, 6, 82-87.
29. Tseolity. *ru.wikipedia.org*. Retrieved from <https://ru.wikipedia.org/wiki/Tseolity>.
30. Zeolites in Sedimentary Rocks. (1973). *United States Mineral Resources, Professional Paper*.
31. Arnautov, N. V. (1990). *Standartnye obraztsy khimicheskogo sostava prirodnykh mineral'nykh veshchestv*. Metodicheskie rekomendatsii. Novosibirsk: Institut geologii i geofiziki AN SSSR.
32. Herasymchuk, N. P. (2013). *Metodychni rekomendatsii do samostiinoi roboty z dystsypliny «Fizychna ta koloidna khimii» za spetsialnistiu 5.05170101 "Vyrobnystvo kharchovoi produktsii*. Zhytomyrskyi torhovelno-ekonomichnyi koledzh KNTEU.
33. Mykhailov, V. A., Vynohradov, H. F., & Kurylo, M. V. et al. (2007). *Nemetalichni korysni kopalyny Ukrainy*. Kyiv: VTs Kyivskiy universytet.
34. Bayrakov, V. V. (1985). Osobennosti mineral'nogo sostava klinoptilolitovykh porod zakarpat'ya. *Prirodnye tseolity: IV Bolgaro-sovetskiy simpozium*. Burgas, 23-24.
35. Krasnov, E. (1964). *Est' v Krymu mineral'nye udobreniya*. Simferopol': Krym.
36. Korpan, N. V. (2014). *Mineralni resursy Ukrainy*. Kyiv.
37. Brek, D. (1976). *Tseolitovye molekulyarnye sita*. Moskva: Mir.
38. Sprynskiy, M. I. (2000). Mineralni resursy tseolitiv Ukrainy. *Pratsi 2-ho zakhidnoukrainskoho sympoziumu z adsorbtsii ta khromatohrafi*. Lviv, 221-224.
39. McCusker, L. B., & Baerlocher, C. (2001). Zeolite structures. *Introduction to zeolite science and practice. Studies in Surface Sci. and Catalysis*, 137, 37.
40. Novoselov, Ya. B., & Mayanskaya, H. H. (2001). *Printsipy vozdeystviya na organizm sredstv na osnove prirodnykh mineralov*. Novosibirsk: Ekor.
41. Chelyshev, N. F. (1973). *Ionoobmennye svoystva tseolitov*. Moskva: Nauka.
42. Kubasov, A. A. (1998). Tseolity – kipyashchie kamni. *Sorosovskiy obrazovatel'nyy zhurnal*, 7, 70-76.
43. Gerasev, A. D. (2005). Analiz mekhanizma deystviya tseolita Shivyrtuyskogo mestorozhdeniya na vodno-solevoy obmen i funktsiyu pochetk. *Extended abstract of doctor's thesis*. Novosibirsk.
44. Iaholnyk, S. H., Trotskyi, V. I., & Khanyk, Ia. M. (2006). Doslidzhennia protsesu khimichnogo modyfikuvannia klynoptylolitu za dopomohoiu renhenofazovoho analizu. *Naukovyi visnyk*, 16.1, 195-198.



45. Taran, N. G. (1983). *Adsorbenty i ionity v pishchevoy promyshlenosti*. Moskva: Legkaya i pishchevaya prom-st'.
46. Zakordonskiy, V., Vasylenko, V., & Stashchuk, P. (2004). Termodesorbtsiia vody i adsorbtsiini vlastyvoli zakarpatskykh tseolitiv. *Visnyk Lviv un-tu*, 44, 247-256.
47. Prirodnyy tseolit «Sokirnit»GK «Tseolitovye tekhnologii». [www.zeomix.ru](http://www.zeomix.ru). Retrieved from <http://www.zeomix.ru/propertiesofnaturalzeolites.html>.
48. Eremin, N. I. (2004). Nemetallicheskie poleznye iskopaemye. *geo.web.ru*. Dvukhsotpyatidesyatiletuyu Moskovskogo Gosudarstvennogo Universiteta im. M.V. Lomonosova posvyashchaetsya. MGU. Moskva. Retrieved from [http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1172887&uri=glava\\_10](http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1172887&uri=glava_10).
49. Gorokhovskiy, L. M. (1978). O nekotorykh voprosakh ispol'zovaniya i izucheniya nefelinovogo syr'ya. *Nefelinovoe syr'e*, 180-183.
50. Distanov, U. G., & Fal'ko, A. S. (1990). *Netraditsionnye vidy nerudnogo mineral'nogo syr'ya*. Moskva: Nedra.
51. Panin, L. E. (1997). Sredstvo s imunostimuliruyushchim deystviem. Patent of RF. № 2093162.
52. Panin, L. E., & Mirsayafov, D. S. (1990). Vliyanie tseolitov v raspredelenii vtkanykh kryv  $^{125}\text{J}$  pri prieme ego PER OS. *Prirodnye tseolity v narodnom khozyaystve: Vsesoyuzn. soveshch.* Novosibirsk.
53. Novoselov, Ya. B., & Mayanskaya, H. H. (2001). *Printsipy vozdeystviya na organizm sredstv na osnove prirodnikh mineralov*. Novosibirsk: Ekor.
54. Gerasev, A. D. (2005). Analiz mekhanizma deystviya tseolita Shivirtuyskogo mestorozhdeniya na vodno-solevoy obmen i funktsiyu pochek. *Extended abstract of doctor's thesis*. Novosibirsk.
55. Veretenina, O. A., Kostina, N. V., Novoselova, T. I., Novoselov, Ya. B., & Roninson, A. G. (2006). *Litovit*. Novosibirsk.
56. *Primenenie prirodnikh tseolitov v zhivotnovodstve i rastenievodstve*. (1984). Tbilisi. Migniereba. 28-30.
57. Kharchyshyn, V. M., Melnychenko, O. M., Vered, P. I., & Zlochevskiy, M. V. (2014). Rehlamentatsiia vykorystannia tseolitu sokyrnytskoho rodovyscha za vyroshchuvannia perepeliv. *Zb. nauk. pr. Bilotserkivskoho Natsion. ahrarnoho un-tu. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytsva, 1 (110)*, 19-23.
58. Polyakov, A. D., Buzmakov, G. T., & Rassolov, S. N. (2009). Ispol'zovanie tseolitovogo tufa v kachestve dobavki v ratsion segoletkov karpov. *Sovremennyye naukoemkie tekhnologii*, 2.
59. Mupton, F. A., & Fishman, P. H. (1977). The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. *American society of animal science*, 45, 5, 1188-1203.
60. Kondo, N., & Wagai, B. (1964). *Yoton koc. May*, 1-4.
61. Karbolin, P. V. (2008). *Ispol'zovanie v ratsionakh tsiplyat-broylerov glaukonita i tseolita*. Troitsk.
62. Willie, L., & Willis, C. L. et al. (1982). Evaluation of Zeolites Fed to Male Broiler Chickens. *Poultry science*, 61/ 3, 438-442.
63. Vplyv tseolitovykh mineralnykh dobavok na produktyvnist molodniaku m'iasnoi khudoby. (2012). *Novi tekhnolohii vyrobnytstva ta pererobky produktsii tvarynnytsva: derzh. stud. nauk. konf.* Bila Tserkva.
64. Hrabovskiy, M. I., Ahii, V. M., Shylkin, O. P., & Filep, R. H. (2013). Vykorystannia sumishky tseolitovoho ta dolomitovoho boroshna v hodivli teliat. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytsvo*, 55(II), 132.



65. Kurliak, I. M. (2011). Vykorystannia tseolitiv u hodivli diinykh koriv. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Hzhyskoho*, 13, № 4(50), 12-16.
66. Rud, V. D., & Huliieva, N. M. (2013). Vykorystannia poroshkovykh kompozytsiinykh materialiv na osnovi pryrodnykh mineraliv dlia vodopidhotovky pytnoi vody. *Voda v kharchovii promyslovosti: IV Vseukrainska nauk.-prakt. konf. molodykh uchenykh, aspirantiv ta studentiv: zbirnyk tez dop.* Odesa, 53-54.
67. Hanzhiuk, A. Ia., & Yafynovych, Iu. O. (2010). Doslidzhennia adsorbtsiinykh vlastyvostei saponitu, modyfikovanoho kationamy bahativalentnykh metaliv. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*, 1, 230-235.
68. Gritsyk, V. E. (1978). Novaya bentonitovaya (saponitovaya) provintsiya Ukrainy i perspektivy ee osvoeniya. *Mestorozhdeniya prirodneykh adsorbentov i perspektivy ikh ispol'zovaniya v narodnom khozyaystve USSR: Resp. nauchn.-tekhn. Soveshchaniye: sb. tr.* Kiev, 38-41.
69. Bohdanov, H. O. et al. (Eds.). (2005). *Tseolit-smektynovi tufy Rivnenshchyny: biolohichni aspekty vykorystannia*. Rivne: Volynski oberehy.
70. Zastosuvannia saponitu yak mahniievoho dobrovya. [www.saponite.ua](http://www.saponite.ua). Retrieved from <http://www.saponite.ua/articles/215>.
71. Hurskyi, D. S., & Biloshapskyi, M. V. (1994). Saponit – kamin rodiuchosti. *Min. resursy Ukrainy*, 1, 31-32.
72. Post, J. L. (1984). Saponite from near Ballarat, California. *Clays and Clay Minerals*, 32, 2, 147-153.
73. Hanzhiuk, A. Ia., & Kulakov, O. I. (2009). Doslidzhennia sorbtsiinykh protsesiv na pryrodnomu i kyslotno aktyvovanomu saponiti. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*, 2, 85-90.
74. Godovikov, A. A. (1983). *Mineralogiya*. Moskva: Nedra.
75. Huliieva, N. M. (2014). Khimichniy analiz ta fizychni vlastyvosti pryrodnoho mineralu — saponitu. *Naukovi notatky*, 44, 78-82.
76. Mazur, M. A., Tkachenko, M. A., & Boiko, Ia. I. (2007). *Zastosuvannia saponitu yak mahniievmsinoho dobrovya: zb. nauk. pr.* Kyiv: VD EKMO, 3-4, 3-10.
77. Horiuk, V. V. (2004). Vykorystannia saponitu v systemi zakhodiv z profilaktyky neplidnosti khudoby na Podilli. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv.
78. Khimich, O. V. (2005). Efektyvnist vykorystannia saponitu, selenu ta kompleksnykh mineralnykh dobavok na yikh osnovi v ratsionakh molochnykh koriv i bychkiv na vidhodivli. *Candidate's thesis*. Vinnytsia.
79. Merzlov, S. V. (2004). Korektsiia parametriv biotekhnolohii vermykultyvuvannia ta rehlamentatsiia vykorystannia biomasy cherv'iakiv i saponitu u vyrobnytsvtvi m'iasa kurchat-broileriv. *Extended abstract of candidate's thesis*. Bila Tserkva.
80. Honchar, O. F., & Havrysh, O. M. (2010). *Reproduktyvna zdatsnist norok: monohrafiia*. Cherkasy: Chornobaivske komunalne polihrafichne pidpriemstvo.
81. Yanov, V. P. Saponitoye gliny. Fond «Novotech». [www.novotech.kiev.ua](http://www.novotech.kiev.ua). Retrieved from [http://www.novotech.kiev.ua/?page\\_id=65](http://www.novotech.kiev.ua/?page_id=65).
82. *Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu Klassifikatsii zapasov mestorozhdeniy i prognoznykh resursov tverdyykh poleznykh iskopaemykh. Glinistyie porody.* (2007). Moskva: MPR RF.
83. Nasedkin, V. V., Kvasha, F. S., & Stakhanov, V. V. (2001). *Bentonit v promyshlennosti Rossii*. Moskva: GEOS.
84. Nasedkin, V. V., Demidenok, K. V., Boeva, N. M., Belousov, P. E., Vasil'ev, A. L. (2012). Organogliny. Proizvodstvo i osnovnye napravleniya ispol'zovaniya. *Aktual'nye innovatsionnye issledovaniya: nauka i praktika*, 3.



85. Nikipelova, O. M. (2014). Rezultaty fizyko-khimichnykh doslidzhen bentonitu Dashukovskoho rodovyshcha. *Visnyk Odeskoho natsionalnoho universytetu. Khimiia*, 19, 3, 70-75.
86. Kirsanov, N. V., & Sabitov, A. A. (1980). Geneticheskaya i promyshlennaya klassifikatsiya mestorozhdeniy bentonitov SSSR. *Bentonyt*. Moskva: Nedra, 17-24.
87. Hurskyi, D. S., Yesypchuk, K. Iu., & Kalinin, V. I. et al. (2005). *Metalichni i nemetalichni korysni kopalyny Ukrainy. Vol. II. Nemetalichni korysni kopalyny*. Kyiv-Lviv: Tsent Evropy.
88. Bulatov, A. P., Mikolaychik, I. N., & Sukhanova, S. F. et al. (2005). *Ispol'zovanie bentonita v zhivotnovodstve i ptitsevodstve*. Kurgan.
89. Arakelyan, F. R. (1991). Biologicheskie osnovy primeneniya bentonita v zhivotnovodstve. *Extended abstract of doctor's thesis*. Erevan.
90. Tsykalov, A. N. (2008). Vliyanie bentonitov na produktivnost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v stepnoy zone Voronezhskoy oblasti. *Mirovoy opyt i perspektivy razvitiya sel'skogo khozyaystva*: Mezhdunar. konf., posvyashchennaya 95-letiyu FGOU VPO Voronezhskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet imeni K.D. Glinki, 23-24 okt. 2008 g.: materialy. Voronezh: FGOU VPO VGOU.
91. Ablava, L. A. (2002). Ispol'zovanie bentonitovykh glin Kudrinskoe mestorozhdeniya dlya okhrany okruzhayushchey sredy. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kiev.
92. Khutsishvili, I. I. (1983). Nekotorye dannye po ispol'zovaniyu bentonitovoy gliny askangelya pri myasnom otkorme sviney i kormlenii porosyat-ot'emysly. *Intensivnoe vyrashchivanie porosyat: sb.* Moskva: Kolos, 137-140.
93. Azimov, D. (2010). Ispol'zovanie biodobavok pri vyrashchivanii molodnyaka kur. *Ptitsevodstvo*, 10, 63-64.
94. Yakovlev, A. G. (2008). Bentonit v kormlenii krupnogo rogatogo skota. *Agrarnyy vestnik Urala*, 4 (46), 38-39.
95. Karamatskikh, Yu. A. (2005). Ispol'zovanie bentonita v kormlenii loshadey. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 1(13), 134-136.
96. Arakelyan, F. R. (1991). Biologicheskie osnovy primeneniya bentonita v zhivotnovodstve. *Extended abstract of doctor's thesis*. Erevan.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В РЫБОВОДСТВЕ МИНЕРАЛОВ  
ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С УЧЕТОМ ИХ ФИЗИКО-  
ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В  
ЖИВОТНОВОДСТВЕ (ОБЗОР)**

**О. А. Батуревич**, [shtefan\\_91@ukr.net](mailto:shtefan_91@ukr.net), Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

**Цель.** Охарактеризовать основные физико-химические и биологические свойства некоторых минералов вулканического происхождения, в частности: цеолита, сапонита и бентонита которые находятся на территории Украины. Рассмотреть и осуществить сравнительную оценку их химического состава и биологических свойств. Обобщить литературные данные об эффективности их применения в кормлении животных, птицы и рыбы в качестве кормовой добавки.

**Результаты.** Среди минералов вулканического происхождения, которые находятся на



территории Украины, рассмотрены группы цеолитов, сапонитов и бентонитов. Химический состав, а соответственно и свойства данных минералов, имеют существенные различия. Обзор научных работ свидетельствует об их широком использовании в промышленности, медицине и животноводстве. Цеолитовая составляющая представлена клиноптилолитом, что является пригодным для кормления животных благодаря структуре кристаллической решетки. Его структура и химический состав обуславливают сорбирующие и ионообменные свойства. Установлено положительное влияние цеолита, сапонита и бентонита на организм животных. В рыбоводстве цеолит применяется с целью повышения рыбопродуктивности и очистки рыбохозяйственных водоемов. Определены перспективы исследования эффективности использования минералов вулканического происхождения в кормлении рыб в преднерестовый период.

**Практическая значимость.** Анализ и обобщение результатов научных исследований, проведенных в различных отраслях животноводства позволит определить перспективы и способы использования минералов вулканического происхождения (цеолита сапонита и бентонита) в рыбоводстве.

**Ключевые слова:** минералы вулканического происхождения, цеолит, сапонит, бентонит, кормовая добавка, кормление рыб, сорбция, ионообмен.

## PROSPECTS OF THE APPLICATION OF MINERALS OF NATURAL ORIGIN IN FISH CULTURE DUE TO THEIR PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES AND EFFICIENCY IN ANIMAL BREEDING (A REVIEW)

O. Baturevich, [shtefan\\_91@ukr.net](mailto:shtefan_91@ukr.net), Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

**Purpose.** To describe the basic physical-chemical and biological properties of certain minerals of volcanic origin, which are deposited in Ukraine. To examine and make a comparative assessment of their chemical composition and biological properties including zeolite, bentonite and saponite. To summarize performance data on the effectiveness of their use in animal, poultry and fish feed as a feed additive.

**Findings.** Groups of zeolites, saponins and bentonites among the minerals of volcanic origin, which are deposited on Ukrainian territory, have been examined. The chemical composition, and hence the properties of these minerals have significant differences. The scientific review of papers shows their wide application in industry, medicine and animal breeding. Zeolite component is presented by clinoptilolite which is suitable for animal feed because of the structure of the crystal lattice. Its structure and chemical composition is determined by sorbing and ion exchange properties. There is a positive effect of zeolite, bentonite and saponite on animals. Zeolites are used in pisciculture in order to increase fish productivity of fisheries and clean fishing reservoir water. The perspective of research efficiency of volcanic origin minerals in fish feeding before the sawning period was determined

**Practical value.** Analysis and synthesis of scientific studies in various fields of animal breeding will help to determine the prospects and ways of the application of the minerals of volcanic origin (bentonite, zeolite and saponite) in pisciculture.

**Keywords:** minerals of volcanic origin, zeolite, saponite, bentonite, feed additive, fish feeding, sorption, ion exchange.

