

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ  
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Застосування цеоліту Сокирницького родовища та  
цеолітовмісного базальтового туфу родовища  
"Полицьке-П" у біотехнології вермікультивування:  
практичні рекомендації виробництву**

Біла Церква  
2006

## ВСТУП

Досвід зарубіжних країн, а також дослідження вітчизняних науковців свідчать про те, що проблема утилізації органічних відходів може бути певною мірою вирішена шляхом застосування у складі біоконверсного комплексу вермікультури [6].

Встановлено, що за участю гібрида червоних каліфорнійських черв'яків із 1 т органічних відходів можна отримати протягом року 600 кг цінного органічного добрива – біогумусу та 100 кг повноцінної за амінокислотним складом черв'ячної біомаси [1,3].

Ефективність біотехнології вермікультивування залежить від багатьох факторів, у тому числі від якості субстрату, на якому вирощуються каліфорнійські черв'яки. Від кількості та співвідношення макро- і мікроелементів у живильному середовищі залежить ступінь трансформації органічних відходів у біогумус та черв'ячну біомасу [10].

М.К. Шикун та ін. (1992) повідомляють, що для підвищення продуктивності вермікультури необхідно до субстрату додавати до 10% мінеральних речовин, без добавки яких час утилізації органічних решток черв'яками подвоюється [16].

Останнім часом наука та практика все більше уваги приділяє застосуванню природних цеолітів вітчизняних родовищ, що мають абсорбційні, детоксикаційні та іммобілізуючі властивості і містять близько 40 макро-і мікроелементів, у різних галузях народного господарства [7,8,13,14,15].

Враховуючи те, що природні цеоліти крім металів-біогенів, містять і метали-токсиканти, виникає потреба в глибоких наукових дослідженнях впливу як черв'ячної біомаси, вирощеної на субстраті з цеолітами, так і самих цеолітів на продуктивність птиці.

Отже, з огляду на вищезазначене, перспективним напрямом досліджень є вивчення фізико-хімічних властивостей цеолітів та їх застосування з метою вдосконалення технології вермікультивування шляхом оптимізації мінерального складу живильного середовища для гібрида червоних каліфорнійських черв'яків.

## 1. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВЕРМІКУЛЬТУРИ

Незважаючи на загальновідому роль дощових черв'яків, світова наука й практика до 60-х років минулого століття не розглядала питання про یتучне розведення їх для отримання біогумусу та екологічно чистої черв'ячної біомаси [1].

Серед багатьох відомих видів дошових черв'яків лише деякі можна вирощувати у штучних умовах. Найбільш універсальними серед них є "червої черв'яки" [9].

Початком широкого впровадження вермікультури у виробництво є 1959р., коли в університеті штату Каліфорнія медиком Барретом після двадцятирічної селекційної роботи було виведено новий вид – червоний каліфорнійський гібрид [1].



Рис 1. *Eisenia foetida*

R. Sulzberger (1997) повідомляє, що тривалість життя червоного каліфорнійського гібрида (*Eisenia foetida*) в помірному кліматі досягає 16-ти років (у диких форм – 4 роки), упродовж яких він регулярно спарюється через кожні 7 діб, починаючи з 90-го дня життя (рис. 1) [17]. У результаті парування двох черв'яків утворюється два яйця (кокон) по одному на кожну особину, які до-

зрівають через 14–21 добу [1]. Кокони мають жовто-зелене забарвлення, довжиною – 3–4 мм та шириною – 2–3 мм, які з часом темніють до бронзового кольору (рис. 1, 2). У кожному коконі (капсулі) міститься від 2 до 20 черв'яків, і в середньому залежно від екологічних умов від кожної особини народжується по 7 молодих черв'яків (рис. 2) [1,17].



Рис 2. Кокони і молоді черв'яки

Оптимальною для життєдіяльності вермікультури є температура 20–22°C, а критичною – нижча 0°C та вища 42°C. При температурі +7°C *E. foetida* впадає у стан анабіозу. Оптимальна вологість живильного середовища 75 – 88%, а критична – нижче 60% та вище 90%. Вологість субстрату має бути 80–90%, а рН знаходиться на рівні 6–7. За даними U. Tomati (1984), певний час черв'яки витримують зниження вологості до 50% [18].

Практика показала, що черв'яки не хворіють, вони гинуть тільки при порушенні технології розведення.

Враховуючи біологічні особливості та якість, повноцінність і конкурентоспроможність одержаної продукції вермікультивування, в останні 35 років ця технологія набула широкого використання у країнах Азії (Японія, Китай, Малайзія, Філіппіни) та Західної Європи (Італія, Франція, Іспанія, Німеччина, Бельгія, Швейцарія), а також Угорщині, Польщі, Росії та Україні [1].

## 2. МОДЕЛЬНІ ДОСЛІДИ З ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ РУХОМИХ ТА МАЛОРУХОМИХ ФОРМ МЕТАЛІВУ ПРИРОДНИХ ЦЕОЛІТАХ ВІТЧИЗНЯНИХ РОДОВИЩ

Для вивчення вмісту рухомих форм важких металів у природних цеолітах нами використані як екстрагент 1н і 6н розчини гідрохлориду (HCl). При використанні 1н розчину соляної кислоти, як універсального групового екстрагента, вилучаються рухомі форми важких металів; застосування 6н розчину HCl, як сильного екстрагента, дозволяє поряд з рухомими формами сполук важких металів вилучати значну частину валового вмісту металів, що дає інформацію про вміст малорухомих форм, які досить міцно зв'язані в кристалічних ґратках мінералів [11].

Для проведення аналізу готували суспензію у співвідношенні цеоліту до розчину соляної кислоти відповідно 1 (за масою): 10 (за об'ємом). Суспензію струшували протягом однієї години, далі її фільтрували і в одержаному фільтраті визначали вміст металів (табл.1).

Таблиця 1 – Вміст рухомих, валових і малорухомих форм металів у цеоліті Сокиницького родовища (А) та цеолітовмісному базальтовому туфі родовища „Полицьке-П” Володимирецького району Рівненської області (В), мг/кг. n=5

Метали, мг/кг	Цеоліт А		Цеоліт В		Співвідношення рухомих до малорухомих форм металів	
	експозиція, 60 хв					
	екстрагент		екстрагент		цеоліт А	цеоліт В
	1н HCl	6н HCl	1н HCl	6н HCl		
Ферум	324,1±4,74	702,3±4,17	1618,8±158,41	3294,5±166,65	1:1,17	1:1,04
Магній	230,0±9,00	480,0±28,00	5850,0±480,00	11910,0±870,00	1:1,08	1:1,03
Манган	48,9±0,74	74,8±2,44	33,0±1,02	37,9±5,12	1:0,53	1:0,15
Цинк	3,1±0,16	12,2±0,18	18,3±1,36	20,5±1,35	1:2,94	1:0,12
Купрум	0,4±0,041	1,3±0,23	13,7±0,35	14,3±0,47	1:2,25	1:0,04
Ніом- бум	3,4±0,17	3,8±0,13	-	4,2±0,33	1:0,12	0:1
Кадмій	0,02±0,002	0,03±0,002	-	0,009±0,001	1:0,50	0:1

Встановлено, що цеоліт А та цеоліт В мають різний вміст кислоторозчинних форм металів. Уміст рухомих форм феруму в цеоліті А становить  $324,1 \pm 4,74$  мг/кг, що у 4,99 разів менше, порівняно з цеолітом В ( $p < 0,001$ ). Валовий вміст феруму у цеоліті В на 2592,2 мг/кг вищий, ніж у цеоліті А ( $p < 0,001$ ). Також відмічено, що в мінералі А вміст малорухомих рухомих форм феруму становить 53,8%, а у мінералі В – 50,8%.

З-поміж вивчених металів найбільший валовий вміст магнію встановлено у цеолітовмісному базальтовому туфі родовища Рівненської області, який у 24,8 разів ( $p < 0,001$ ) був вищим, ніж у цеоліті А. Співвідношення між рухомими і малорухомими формами цього металу становить 1:1,17 та 1:1,04 відповідно у цеолітах А і В.

Інша ситуація спостерігається із манганом – у цеоліті В 87,0% металу знаходиться у рухомій формі, а в мінералі А – лише 65,3%.

Кількість цинку, яка вилучається Іп розчином соляної кислоти із цеоліту А – у 5,9 разів менша від концентрації цього елемента, що елімінується із цеоліту В.

Встановлено, що кількість купруму, яка вилучається бн розчином НСІ із цеоліту В –  $14,3 \pm 0,47$  мг/кг, виявилася в 11 разів вищою, порівняно з кількістю вилученого мікроелементу із мінералу А. У той же час відмічено, що 95,8% купруму знаходиться в доступній формі у цеоліті В і лише 30,7% – у цеоліті А.

Кадмій та плумбум є токсикантами, і їх екстракція розчинами Іп та бн соляної кислоти показала, що рухомих форм цих металів у цеоліті А знаходиться відповідно  $0,02 \pm 0,002$  і  $3,4 \pm 0,17$  мг/кг, причому в цеоліті В метали перебувають у малорухомій формі і їх вміст становить  $4,2 \pm 0,33$  та  $0,009 \pm 0,001$  мг/кг відповідно.

Встановлено, що за вмістом вилучені із цеоліту Сокириницького родовища макро- і мікроелементи знаходяться у такій послідовності: Fe > Mg > Mn > Zn > Cu > Pb > Cd, а елементи, еліміновані із цеолітовмісного базальтового туфу родовища „Полицьке II” Рівненської області, формують наступний регресійний ряд – Mg > Fe > Mn > Zn > Cu > Pb > Cd.

Кількісні показники вилучення металів Іп і бн розчинами соляної кислоти вказують на значний вміст рухомих форм металів-біотиків, що передбачає можливість використання цеоліту А і цеоліту В як джерела цих макро- та мікроелементів. Одночасно виявлено, що кількість металів-токсикантів, які перебувають у рухомій формі, набагато нижча від гранично допустимої концентрації (ГДК) цих металів у навколишньому природному середовищі. За даними В.А. Копілевича та ін. (2004), ГДК плумбуму у ґрунті становить не більше 20 мг/кг, а кадмію – не більше 8 мг/кг [19]. Отже, кількість рухомих форм плумбуму, що вилучається Іп розчином НСІ із цеоліту А, у 5,88 разів, а із цеоліту В – у 4,76 разів є відповідно нижчою від ГДК. Вміст рухомих

форм кадмію у цеоліті А у 400 разів нижчий, а малорухомих у цеоліті – у 888 разів від ГДК цього металу-токсиканта.

### **3. ВПЛИВ ДОБАВОК ПРИРОДНИХ МІНЕРАЛІВ ВІТЧИЗНЯНИХ РОДОВИЩ НА ПОКАЗНИКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ПОПУЛЯЦІЇ КАЛІФОРНІЙСЬКИХ ЧЕРВ'ЯКІВ**

Для вивчення ефективності використання цеоліту Сокириницького родовища (А) та цеолитовмісного базальтового туфу родовища „Полищке-П” (В) при оптимізації мінерального складу живильного середовища вермікультури проведено науково-господарський дослід за схемою (табл. 2).

Досліди проводились у віварії Науково-дослідного інституту екології та біотехнології у тваринництві Білоцерківського державного аграрного університету. Ложа формували за кількістю черв'яків, їхньою масою, площею лож і масою субстрату (ферментований послід птиці протягом 15 міс. і подрібнена солома озимої пшениці). Дослідному передував підготовчий період, упродовж якого ложа вирівнювали за масою і кількістю черв'яків.

Таблиця 2 – Схема постановки дослідження щодо вивчення впливу цеолітів вітчизняних родовищ (А і В) на продуктивність вермікультури

Групи-ложа	Частка досліджуваного фактора у живильному середовищі
Контрольне	ОС (основний субстрат)
Дослідні: I	ОС з 1,5 % цеоліту А
II	ОС з 3,0 % цеоліту А
III	ОС з 4,5 % цеоліту А
IV	ОС з 6,0 % цеоліту А
V	ОС з 1,5 % цеоліту В
VI	ОС з 3,0 % цеоліту В
VII	ОС з 4,5 % цеоліту В
VIII	ОС з 6,0 % цеоліту В

## 7. ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. З метою підвищення інтенсивності росту і розвитку гібрида червоних каліфорнійських черв'яків, збільшення їх біомаси, ефективності функціонування біоконверсійного комплексу пропонується вдосконалення біотехнології вермікультивування шляхом введення до живильного середовища природного цеоліту Сокирницького родовища Закарпатської області у дозі 3,0%, або цеолітовмісного базальтового туфу родовища "Полицьке-П" Рівненської області у дозі 4,5 % від маси субстрату.

2. Включення цеоліту Сокирницького родовища Закарпатської області до складу живильного середовища вермікультури дає можливість одержати додатковий прибуток від реалізацій черв'яків на суму 15,2 грн на одне ложе.

3. Додавання цеолітовмісного базальтового туфу родовища „Полицьке-П” Рівненської області у кількості 4,5% від маси субстрату сприяє інтенсифікації біотехнології вермікультивування і дозволяє отримати додатковий прибуток на одне ложе у сумі 73,9 грн.

## ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Біологічні особливості вермікультури.....	3
2. Модельні дослідження з визначення вмісту рухомих та малорухомих форм металів у природних цеолітах вітчизняних родовищ .....	5
3. Вплив добавок природних мінералів вітчизняних родовищ на показники життєдіяльності популяції каліфорнійських черв'яків.....	7
4. Біохімічні показники вермікультури.....	8
5. Визначення мінерального складу біомаси черв'яків і біогумусу.....	10
6. Економічна ефективність використання цеолітів у вермікультуванні.....	11
7. Пропозиції виробництву.....	13
Література.....	14