

Порівняльна оцінка продуктивної дії різних товарних форм лізин-протеїнових добавок на показники росту свиней різного віку дозволила встановити особливості застосування ліпроту СГ-4, що були більш суттєві у перші періоди постембріонального розвитку. У подальшому його ефективність порівняно з маркою СГ-9 зменшувалася. Напевно, це обумовлено тим, що балансування раціонів за лізином необхідне для усіх вікових груп свиней, а протеїнове живлення найбільш впливає у періоди інтенсивного росту м'язової тканини.

УДК 549.67:66.074.7

## **ЦЕОЛИТИ ЯК ДЖЕРЕЛО МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В КОРМАХ ТВАРИН**

**О.Г.ГАФІАТУЛЛІНА – к.х.н., доцент, Херсонський ДАУ**

Цілеспрямована інтенсифікація та раціоналізація тваринництва орієнтується на розробку нових технологій з використанням нетрадиційних речовин та мінералів, а вимагання подачі до кількості та якості кормів зростає.

Дослідами вітчизняних та зарубіжних вчених встановлено, що при доданні цеоліта в корма сільськогосподарським тваринам в їх організмі прискорюються ферментні реакції та покращується травлення. Розглядаючи хімічні та сорбційні властивості цеолітів з точки зору їх використання в тваринництві, в роботі досліджувалась можливість використання їх як джерело мінеральних речовин при годівлі тварин та як субстрату для сорбції неорганічних речовин.

Відомо, що в хімічному відношенні цеоліти або молекулярні сита є алюмосилікатами, які мають кристалічну каркасну будову. Ці каркаси мають відкриту структуру, яка має вільний простір та канали. Це є велика матриця аніонів кисню, де катіони алюмінію та кремнію ефективно екрановані від взаємодії з адсорбатами оточуючих їх аніонами кисню, формуючих тетраедри. Така структура має ефективний заряд, еквівалентний кількості тетраедрів оксиду алюмінію на одиницю комірки. Цей негативний заряд нейтралізується позитивним зарядом катіонів натрію, які легко зміщуються іонами, які мають заряд +1, +2 або +3. Масова частка каналів складає 25-50% від всього об'єму породи, а їх розміри коливаються в інтервалі 0,2-0,75нм. Постільки розміри більшості неорганічних іонів не перебільшують 0,4-0,6 нм, цеоліти здатні бути сорбентами іонів та молекул. В порожнині цеоліту міститься поглинута вода (її розміри

0,24нм) та катіони лужних та лужноземельних металів ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ). Адсорбована вода при підігріванні легко видаляється, а кристалічна решітка при цьому не руйнується. Такі моделі молекулярних сит можна використовувати для адсорбції або іонного обміну.

Серед мінеральних елементів, які відносяться до числа біологічних активних речовин, важливу роль мають мікроелементи. Вони являють складову частину молекул ферментів та активізують функції ферментів, а також здатні до включення в молекулярну структуру вітамінів, гормонів та інших біологічно активних сполук, що вмістяться в кормах тварин.

В якості лабораторної моделі синтезували морденіт із гелей, приблизно відповідаючих тому по співпаданню компонентів ( $Na_2O$ ;  $Al_2O_3$ ;  $SiO_2 \approx 1:1:10$ ) при температурі  $290^\circ C$ , при рН маточного розчину 9, реакція проходила протягом 2-х діб. Така композиція проявляє себе як кислотостійка та термостабільна порода. З 16-ти мікроелементів позитивної дії обрали  $Zn^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ . Вони входять до складу молекули ферментів, наприклад, лужну фосфатну ( $Mn^{2+}$ ), каталазу та пероксидазу ( $Fe^{3+}$ ), тирозиназу ( $Cu^{2+}$ ), карбоксипептидазу ( $Zn^{2+}$ ). Обмін катіону натрію на цеолітах здійснювали обробкою пористих кристалів розчинами 0,1 моль/л хлоридів відповідних солей  $Zn^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Co^{3+}$  при температурі  $100^\circ C$ . Розміри катіонів цілком зіставимі з розмірами вхідних вікон адсорційних порожнин цеоліту – носія, що й стало основою для вибору саме отих мікроелементів.

Катіон  $Co^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$

Атомний радіус, нм 0,08 0,09 0,079 0,098 0,10

Кількість наявності контролювали за допомогою відомих методик на ФЕК Наслідки поглинання зразків цеолітів знаходяться у таблиці 1. Вміст металів дослідного ряду подано в мг/кг сорбенту.

Таблиця 1 – Вміст металів в зразках цеолітів

№ досліду	Катіони				
	$Zn^{2+}$	$Mn^{2+}$	$Fe^{3+}$	$Cu^{2+}$	$Co^{2+}$
2	49,5	130,1	2100	6,03	18,0
4	52,8	128,4	2112	6,48	18,3
6	48,4	130,0	2108	7,31	18,28
8	53,9	131,1	2103	6,24	18,10
10	50,2	124,3	2100	6,32	18,0
12	51,3	128,6	2100	6,24	18,08
Середнє	51,02	128,75	2103,83	6,44	18,13

Перераховуючи їх на масову частку від загального вмісту всіх елементів, одержимо дані, які приведені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Загальний вміст елементів в складі цеоліту.

$\omega(x)$ , %	Елемент							
	Na	Al	Si	Zn	Mn	Fe	Cu	Co
	5,06	10	80	0,1	0,2	4,6	0,01	0,03

Відомо, що оптимальна добова норма мікроелементів в кормі тварини на одиницю йоду в мг на мг елементу така: заліза – 100, міді – 12, цинку – 80, кобальту – 1, марганцю – 80. Можливо передбачити, що обрані умови катіонного обміну дозволяють ввести необхідну кількість мікроелементів до цеоліту. Якщо мікроелементні композиції додавати до кормової суміші тваринам, вони мають забезпечити необхідний мінімум потрібних елементів. Порівнявши кислотне середовище екстракційної витяжки та кислотність шлунково-кишкового тракту тварини, було визначено вміст аналізованих елементів у розчині 1 моль/л хлороводневої кислоти (табл.3).

Таблиця 3 – Вміст катіонів в кислотній витяжці.

Водневий розчин кислоти $C(HCl)=1$ моль/л	Me, мг/кг носія				
	$Zn^{2+}$	$Mn^{2+}$	$Fe^{3+}$	$Cu^{2+}$	$Co^{2+}$
	20,8	90,3	450,3	1,8	3,6

Аналіз екстракційних витяжок показує, що перехід катіонів – металів Zn, Mn, Fe, Cu, Co в екстракційне середовище достатнє для забезпечення організму необхідними мікроелементами.

В хімічному стані підвищення адсорбційного обміну катіона натрію на катіони металів – мікроелементів можливе ускладнення у зв'язку з особливостями структури носія. Відомо, що він ( $Na^+$ ) зміщує основи та бокові канали цеоліту, які не зв'язані проміж собою. Перебуваючи в головних каналах, він частково блокує адсорбційні центри.