

Utilizzo delle zeoliti (chabasite) naturali nella stabulazione degli animali non convenzionali e nella cura di alcune patologie indotte dalla detenzione in cattività

Di Ianni F. ¹, Pelizzone I. ², Passaglia E. ³, Bertocchi M. ⁴, Parmigiani E. ⁵, Superchi P. ⁶, Fiori C. ⁷

¹ DVM, PhD, Prof. A.C., Accr. FNOVI, Dipartimento Scienze Medico Veterinarie, Università degli studi di Parma

² DVM, Prof. A.C., Accr. FNOVI, Dipartimento Scienze Medico Veterinarie, Università degli studi di Parma

³ Professore, Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

⁴ DVM, Dipartimento Scienze Medico Veterinarie, Università degli studi di Parma

⁵ Professore Ordinario, Dipartimento Scienze Medico Veterinarie, Università degli studi di Parma

⁶ Professore Ordinario, Dipartimento Scienze Medico Veterinarie, Università degli studi di Parma

⁷ Responsabile chabasite70 Ditta Verdi s.p.a RE

*Autore corrispondente. E-mail: francesco.diianni@unipr.it Indirizzo: Dipartimento di Scienze Medico Veterinarie, Strada del Taglio 10, 43100 Parma

SUMMARY

Use of natural zeolites (chabasite) in captive bred unconventional animals management and for the treatment of some common diseases

Management problems are very frequent in unconventional animals and the correct approach to these situations is very different from common companion animals. Stabulation and environmental conditions are very important to minimize stress in this animals. Frequently this class of animals present nutritional deficiencies and some reproductive diseases. So the use of innovative materials in captive bred unconventional animals is fundamental to improve animal welfare.

KEY WORDS

Chabasite, Reptiles, Birds, Management, Diseases

INTRODUZIONE

La medicina degli animali non convenzionali è ormai da molti anni al centro dell'attenzione del mondo scientifico. Non a caso la FNOVI ha usato questa branca della Medicina Veterinaria per intraprendere un importantissimo progetto riguardante i tanto attesi accreditamenti per gli esperti di questa materia così complessa e ricca di sfaccettature. Il mondo dei non convenzionali riguarda infatti migliaia di specie, non necessariamente esotiche che il medico Veterinario trova sempre più spesso nella propria sala d'attesa. E' proprio questa complessità ad aver spinto il legislatore ad identificare persone esperte in modo da garantire l'assistenza agli animali ma anche ai colleghi che occupati nella già complicata attività professionale degli animali considerati convenzionali necessitano di punti di riferimento solidi e competenti. Questa rapida espansione ha indotto i Medici Veterinari ad ampliare la propria conoscenza rivolgendosi a farmaci e materiali già noti per la cura degli animali tradizionalmente detenuti in cattività, ma non ancora testati sulle specie meno diffuse nel passato.

Le innumerevoli applicazioni delle zeoliti in campo Medico e Zootecnico ci hanno indotto a utilizzare questi materiali naturali ed innovativi nella stabulazione dei nostri nuovi animali da compagnia. Le zeoliti ed in particolare la chabasite estratta sul territorio nazionale viene impiegata in ambito Zootecnico per la stabulazione di tutti gli animali da reddito e per l'integrazione

alimentare. A livello ambientale è stata dimostrata la capacità di questo minerale di rilasciare acqua nell'ambiente quando riscaldato, favorendo il mantenimento di un adeguato grado di umidità. La chabasite inoltre è anche in grado di sequestrare gli ioni ammonio dalle deiezioni annullando quasi completamente gli odori e le esalazioni ammoniacali tipiche degli allevamenti intensivi. L'impiego come integratore nella razione ha dato infine benefici dimostrati nell'uomo e in alcuni allevamenti Zootecnici. Questi fattori ci hanno indotto a valutare la Chabasite sia come integratore alimentare che come substrato per diversi tipi di animali esotici da compagnia.

CARATTERISTICHE DELLE ZEOLITI E LORO IMPIEGHI

Le zeoliti sono una famiglia di minerali costituita da 52 specie chimicamente definibili "allumino-silicati idrati di elementi alcalini e/o alcalino-terrosi (Na, K, Ca)" e, strutturalmente, appartenenti ai tetrasilicati come i minerali della silice, i feldspati ed i feldspatoidi. ⁽³⁻¹⁷⁻³¹⁾ L'impalcatura tetraedrica delle zeoliti è molto "aperta" e, come tale, contiene ampie cavità comunicanti tra loro e con l'esterno dei cristalli tramite finestre e canali di dimensioni molecolari. Il volume degli spazi vuoti (cavità + canali) rappresenta dal 20 al 50% dell'intero cristallo e le finestre e canali hanno diametro libero di grandezza molecolare (~ 2 - 8 Å).

MATERIALE UTILIZZATO NELLO STUDIO

Definizione: SILICATO DI POTASSIO, SODIO E CALCIO

Roccia vulcanica ad elevata capacità di scambio cationico e di assorbimento d'acqua in virtù del prevalente contenuto in minerali "tetrasilicatici" chabasite e phillipsite e della tessitura litologica

Composizione mineralogica quali- quantitativa (in % con deviazioni standard tra

parentesi) determinata ai Raggi X con metodo Rietveld-RIR (Gualtieri, 2000): **Chabasite 68%;**

Phillipsite 5%; Sanidino 4%; Augite 4%; Illite, mica 2; vetro vulcanico 17%.

Contenuto in chabasite + phillipsite: 73%

Composizione chimica (in % con deviazioni standard tra parentesi) determinata mediante

Fluorescenza X e perdita per calcinazione

SiO₂ 52.0 MgO 2.0

Al₂O₃ 17.0 CaO 5.7

TiO₂ 0.5 Na₂O 0.6

Fe₂O₃ 3.6 K₂O 6.1

P₂O₅ 0.3 H₂O* 12.0

MnO 0.2 Tot. 100.0

* H₂O strutturale persa al di sopra di 120°C

Elementi pesanti: Quantità (ppm) ceduta per eluizione secondo la procedura IRSA-CNR (1985):

Pb 9; As 5; Cd 2; Zn 20; Cu tr.

Formula chimica della chabasite: (Na_{0.14} K_{1.03} Ca_{1.00} Mg_{0.17}) [Al_{3.46} Si_{8.53} O₂₄] x 9.7 H₂O

Proprietà fisiche e tecnologiche:

Capacità di Scambio cationico: 2.2 ± 0.1 meq/g con spiccata selettività nei riguardi di cationi a

bassa energia di solvatazione (NH₄, K, Pb, Ba)

Ritenzione idrica: 30-40% (p/p) a seconda della granulometria

Densità apparente : 0.70 g/cm³ - 0.90 g/cm³ a seconda della granulometria

Disidratazione (processo endotermico) - **reidratazione** (processo esotermico) **reversibile**

all'infinito e quindi potenzialità di attenuare i picchi positivi e negativi del grado di umidità e della temperatura ambientale

Il prodotto viene sterilizzato in forno a 200°C per 20 minuti, frantumato e quindi setacciato secondo granulometrie standard

Sulla base di periodici e sistematici controlli, si garantisce che le possibili variazioni composizionali

La formula chimica generale è (Na, K)_a (Ca)_b [Al_(a+2b) Si_{n-(a+2b)} O_{2n}]_c · mH₂O, dove tra parentesi quadre è rappresentato il contenuto dell'impalcatura tetraedrica (Si + Al), tra parentesi tonde il contenuto in cationi "compensatori" della carica negativa dell'impalcatura dovuta alla sostituzione di Si⁴⁺ con Al³⁺ al centro dei tetraedri, fuori parentesi il contenuto in H₂O strutturale. I cationi "compensatori" (Na, K, Ca), debolmente legati all'impalcatura tetraedrica, possono essere facilmente sostituiti da altri cationi comportanti la stessa carica elettrostatica ("scambio cationico") e le molecole di H₂O, debolmente legate ai cationi "compensatori", possono essere perse per riscaldamento al di sotto di 250-300°C e riassorbite in seguito a successivo raffreddamento.

In virtù della loro cristallografia, le zeoliti possiedono quindi le seguenti peculiarità chimico-fisiche: capacità di scambio cationico (CSC) elevata (2 - 5 meq/g) e spiccatamente selettiva per cationi a basso potenziale ionico (NH₄, K, Pb, Ba, Cs, Sr), disidratazione reversibile, adsorbimento molecolare selettivo (setacciamento molecolare), comportamento catalitico. Oltre che in cristalli macro- e microscopici presenti in fratture e cavità di rocce magmatiche effusive (soprattutto basalti) di cui costituiscono parte subordinata (5 -10%) e quindi di puro interesse museologico e scientifico, le zeoliti si presentano in

cristalli submicroscopici (1 - 20 μm) uniformemente distribuiti all'interno di rocce piroclastiche (tufi, ignimbriti) diagenizzate di cui costituiscono parte rilevante (20- 40%) o preponderante (50-70%).

In sostituzione dei nomi impropri ("zeoliti sedimentarie") o generici ("zeoliti naturali", "rocce ricche in zeolite", "tufi ricchi in zeolite") normalmente utilizzati in letteratura, è stato recentemente introdotto il termine "zeolite" per definire in modo scientificamente corretto rocce piroclastiche (tufi, ignimbriti) diagenizzate a prevalente (> 50%) contenuto in zeolite e subordinate quantità di altre fasi silicatiche (quarzo, feldspato, pirosseno, mica) e vetro vulcanico. ⁽¹⁵⁾

Le zeoliti possiedono: capacità di scambio cationico elevata (1.3 - 2.3 meq/g) e selettiva per NH₄ e K, disidratazione reversibile, criptoporosità strutturale, elevata ritenzione idrica (20% - 30% p/p), resistenza meccanica, permeabilità, bassa densità (0.8 - 1.1).

Capacità di scambio cationico, disidratazione reversibile, porosità strutturale dipendono dal tipo e dalla concentrazione (%) di zeolite presente nella roccia, le altre proprietà (ritenzione idrica, densità) dalla natura della roccia di appartenenza (tufo, ignimbrite).

Le specie zeolitiche più comuni nelle "zeoliti" sono: clinoptilolite presente in quantità variabile (40-60%) nei tufi "acidi" diagenizzati diffusi in molte nazioni europee (Slovenia, Cecoslovacchia, Ungheria, Romania, Bulgaria, Grecia) ed extraeuropee (Turchia, ex-Russia, USA, Cuba, Giappone, Cina, Australia); chabasite e phillipsite soprattutto presenti in quantità variabile (30-70%) nelle ignimbriti "basiche" alcalino-potassiche diffuse in alcune regioni Italiane.

A parità di contenuto zeolitico (60 -70%) nella roccia di appartenenza, poiché chabasite e phillipsite sono specie zeolitiche con CSC di 3.4 - 3.5 meq/g e si rinvencono in ignimbriti a tessitura micro- e macroporosa mentre la clinoptilolite è una specie zeolitica con CSC di 2.2 - 2.4 meq/g e si rinviene in tufi compatti, le zeoliti a chabasite e a phillipsite diffuse in Italia mostrano valori di CSC (2.0 - 2.2 meq/g) e di ritenzione idrica (38 - 45 % p/p) nettamente superiori e valori di densità (0.7 - 0.8) inferiori a quelli delle zeoliti a clinoptilolite (CSC 1.3 - 1.5 meq/g; ritenzione idrica 20 -25%; densità 0.9 1.0) molto diffuse all'estero.

In particolare, la zeolite ampiamente diffusa nell'Italia centrale (Lazio, Toscana) per l'elevato e pressoché costante contenuto in chabasite (65 ± 5%) presenta i massimi valori sinora noti in letteratura di CSC (2.1 - 2.2 meq/g) e di ritenzione idrica (40 - 45% p/p) ed i minimi valori di densità (0.74 - 0.75).

Le peculiarità tecnologiche delle zeoliti sono alla base del consolidato e crescente loro utilizzo in differenti settori (nutrizione animale, depurazione acque reflue civili, industriali e zootecniche, agricoltura e floricoltura) come evidenziato negli specifici lavori di revisione. ⁽¹⁻²⁻⁴⁻⁵⁻¹⁵⁻²¹⁻²⁴⁻²⁵⁻²⁶⁻²⁸⁻³⁰⁻³²⁻³⁵⁾

UTILIZZO DELLE ZEOLITI IN AMBITO ZOTECNICO

La regolare aggiunta di zeolite ai tradizionali mangimi zootecnici (2/3% p/p) comporta diversi vantaggi ⁽²⁰⁻²⁵⁻²⁷⁻³²⁾:

- riduzione del contenuto in N-ammoniacale dei liquami
- riduzione del contenuto in NH₃ e degli odori sgradevoli negli allevamenti e nelle aree limitrofe
- feci meno maleodoranti e di maggiore consistenza
- diminuzione delle malattie intestinali e respiratorie, con conseguente riduzione delle spese per medicinali e del tasso di mortalità
- lieve ma significativo miglioramento dell'indice di conversione (FEV= aumento in peso/cibo ingerito esclusa zeolite) dei mangimi

- riduzione dell'assorbimento da parte degli animali di aflatoxine e micotossine, elementi pesanti (Pb) e radiogenici (Cs, Sr) eventualmente presenti nei mangimi

Inoltre si può ottenere un'ulteriore drastica riduzione del contenuto in NH_4 dei liquami e degli odori sgradevoli attraverso spargimento di zeolite nelle lettiere e nei grigliati.

L'impiego di zeolite sottoposta a trattamento termico a 150-180 °C nel processo industriale di lavorazione (frantumazione e vagliatura) è di grande importanza sia dal punto di vista igienico-sanitario (sterilità batteriologica) sia di efficienza (incremento della capacità di assorbimento di aflatoxine e micotossine). Sono state realizzate varie ricerche sull'utilizzo di zeolititi nella nutrizione di diverse specie animali (suini, bovini, avicoli, ovicaprini, conigli e visoni) e dei relativi effetti positivi.

Suini

In una sperimentazione del 1974 condotta su 4000 suini presso Keai farm (Iwate Pref., Giappone), i soggetti alimentati con mangime addizionato con 6% di zeolite hanno mostrato una drastica riduzione dei casi di malattia (in particolare ulcera gastrica, pneumonia e dilatazione cardiaca) e di mortalità (2.6% contro 4% nei soggetti alimentati senza aggiunta di zeolite)⁽³⁴⁾. Inoltre suini alimentati con mangimi contenenti dal 3 al 5% di zeolite hanno mostrato un significativo aumento dell'indice di conversione e una riduzione dei casi di diarrea⁽⁶⁻³⁷⁾. La regolare aggiunta (2-3%) ai mangimi tradizionali di zeolite e chabazite (< 2 mm) ha poi determinato la riduzione dell'emissione di cattivi odori in tre allevamenti del Frignano (Modena)⁽²⁹⁾.

Bovini

Per quanto riguarda i bovini, è stata condotta una sperimentazione *in vivo* su 20 vitelloni Limousine di cui 10 alimentati con la dieta tradizionale (Controllo) e 10 con la dieta tradizionale addizionata con 2.5% di zeolite a phillipsite. Rispetto a quelli del Controllo, i capi alimentati con dieta contenente zeolite hanno dimostrato una significativa riduzione della concentrazione di NH_4 nel succo ruminale a pressoché invariato pH ed un significativo aumento del contenuto in ammonio sierico⁽⁷⁾. Inoltre, in una sperimentazione *in vivo* condotta su 36 vacche da latte presso l'Azienda Agricola F.lli Politi (Tribiano, Paulo) è emerso che rispetto ai soggetti alimentati con dieta tradizionale (Controllo), i capi alimentati con dieta tradizionale addizionata di 200 g capo/giorno di zeolite a clinoptilolite hanno prodotto latte significativamente più povero in urea e più ricco di grassi, mentre non sono state riscontrate differenze significative nella produzione giornaliera di latte e del suo contenuto in proteine, lattosio e cellule somatiche⁽³⁹⁾.

Avicoli

In una sperimentazione *in vivo* della durata di 4 settimane effettuata presso 2 allevamenti, non sono state rilevate significative differenze nei parametri considerati (peso medio, indice di conversione e tasso di mortalità) tra 20100 polli broiler (di cui 6000 maschi e 14100 femmine) alimentati con mangime tradizionale (Controllo) e 31400 polli (di cui 6400 maschi e 25000 femmine) alimentati con mangime contenente 2% di zeolite a clinoptilolite⁽³⁶⁾. Inoltre in una sperimentazione *in vivo* condotta su un limitato numero (6-15) di broiler femmine di età compresa tra 20 e 49 giorni alimentati con mangime tradizionale (Controllo), mangime con 0.5% di zeolite a clinoptilolite naturale o trattata termicamente, non sono state riscontrate differenze significative nel peso degli animali⁽³³⁾.

Conigli

Per quanto concerne i conigli, è stata condotta una sperimentazione *in vivo* della durata di 21 giorni su animali alimentati con mangime tradizionale a differente contenuto (20 e 40%) in *alfaalfa* (Controllo) e su animali alimentati con mangime tradizionale a differente contenuto in *alfaalfa* + 3% di zeolite a clinoptilolite (Tesi). I risultati ottenuti mostrano che la presenza di

zeolite ha determinato un evidente incremento dell'aumento in peso ed una drastica riduzione della mortalità⁽¹⁸⁾.

Pesci

In una sperimentazione in vivo condotta su trote arcobaleno è stato evidenziato che rispetto agli esemplari alimentati con dieta tradizionale (Controllo), le trote con dieta addizionata con 2.5% (Tesi 1) e 5% (Tesi 2) di zeolite a clinoptilolite mostrano un maggiore aumento in peso giornaliero ed un migliore indice di conversione (minore rapporto cibo ingerito/aumento in peso)⁽²²⁾.

ASSORBIMENTO DI AFLA- E MICOTOSSINE

In base alla dimostrata tossicità ed alla diffusa presenza nei mangimi, aflatoxine e micotossine (metaboliti di muffe e funghi il cui sviluppo in cereali e farine è favorito dall'umidità e dal calore) sono universalmente considerate la causa di gravi danni fisiologici (dimagrimento, anoressia, depressione, diarrea, lesioni emorragiche, patologie renali e del midollo osseo) negli animali d'allevamento con conseguente drastica riduzione del peso corporeo, della produttività ed aumento del tasso di mortalità. La crescente richiesta di metodi idonei alla prevenzione o alla riduzione dei loro effetti dannosi è motivo di numerose ricerche in vivo effettuate allo scopo di valutare la possibilità di impiegare come additivi nei mangimi le zeolititi e soprattutto fillosilicati (generalmente citati come HSCAS, acronimo di hydrated sodium-calcium aluminosilicate). Grazie alla loro capacità di assorbimento possono infatti trattenere le aflatoxine e micotossine, impedendone o riducendone l'assimilazione da parte degli animali.

Le sperimentazioni effettuate impiegando zeolititi con specifiche caratteristiche mineralogiche (contenuto qualitativo in zeolite e fasi associate) e chimico-fisiche (capacità di scambio cationico e frazione granulometrica) sono molto limitate e riguardano esclusivamente l'aggiunta di zeolite a clinoptilolite in mangimi per polli broiler. I risultati ottenuti appaiono complessivamente incoerenti e spesso contraddittori. Animali alimentati con mangime contaminato da aflatoxina B1 (0.5 µg per kg di peso vivo) ed addizionato con 0.5% di zeolite, al termine della sperimentazione (49 giorni) non mostrano un peso corporeo medio significativamente diverso da quello di animali alimentati con dieta tradizionale non contaminata (Controllo).⁽³³⁾ È stato inoltre valutato l'effetto dell'aggiunta (0.5%) di tre zeolititi a clinoptilolite e di una a mordenite nel mangime contaminato con 3.5 mg di aflatoxina per kg di cibo. I risultati evidenziano che una delle zeolititi a clinoptilolite ha determinato una riduzione del 29% e la zeolite a mordenite del 40% della perdita in peso corporeo. Le altre due zeolititi a clinoptilolite, invece, non hanno dimostrato alcuna protezione contro l'intossicazione.⁽²⁰⁾

STABILIZZAZIONE DI RETTILI E UCCELLI

Nei terrari con ambientazione tropicale l'esigenza di mantenere tassi di umidità elevata spesso porta alla formazione di pericolose muffe dovute al ristagno dell'acqua. Queste muffe associate alle proliferazioni batteriche indotte dalle deiezioni provocano, a contatto con l'animale, molteplici problemi sanitari quali: infezioni, ulcere infette, impianti micotici, prolapsi, mute incomplete, congiuntiviti e malattie respiratorie. Le zeolititi sono in grado di diminuire notevolmente questi problemi favorendo il mantenimento di tassi di umidità elevata senza un eccessivo ristagno di acqua. Al contrario nei terrari ad ambientazione deserticola ricerchiamo un clima secco e asciutto ove l'animale possa asciugarsi e disidratare le proprie mucose

in modo da debellare tutti i microrganismi presenti sulla pelle. Il fondo a base di chabasite svolge in questo caso azione igroscopica sequestrando tutta l'umidità ambientale durante le ore fredde e rilasciando questa scarsissima quantità di acqua nell'aria durante le ore più calde.

La chabasite è stata utilizzata come fondo per alcune migliaia di animali detenuti in centri d'allevamento in Nord Italia e in particolare sono stati stabulati per un tempo massimo di 90 giorni più di 2000 uccelli di varie specie e 150 rettili tra cui 50 ofidi, 50 cheloni, 30 sauri della famiglia degli agamidi e 20 sauri della famiglia dei chamaleonidi.

Negli uccelli la zeolite viene utilizzata sia come fondo della gabbia sia in vaschette apposite per i bagni di sabbia. Tutti gli esemplari sembrano gradire il nuovo materiale aumentando il tempo passato sul fondo della gabbia e ingerendo spontaneamente la chabasite. Durante tutto il periodo di prova nessun esemplare ha manifestato sintomi gastroenterici attribuibili ad un'eccessiva ingestione di fondo.

Nei rettili le prime valutazioni hanno portato a osservare come soprattutto negli ofidi i problemi legati alle mute siano diminuiti in modo drastico grazie al substrato (Figg.1-2). Durante il periodo di prova infatti tutti gli esemplari valutati hanno eseguito la totalità delle mute in maniera corretta (100%).

Gli stessi esemplari, in precedenza allevati su truciolo di faggio o su torba da vivaio, avevano mute incomplete rispettivamente nel 30% e 20% dei casi.



Fig.1. Utilizzo di chabasite come substrato nell'allevamento di un *Boa constrictor imperator*. Da notare come per tale scopo sia consigliabile utilizzare una granulometria grossolana depolverizzata



Fig.2. Esempio di muta eseguita correttamente in ofidi di piccola taglia allevati su chabasite



Fig.3. Utilizzo di chabasite come substrato nell'allevamento di un *Pogona vitticeps*. Da notare come per tale scopo sia consigliabile utilizzare una granulometria grossolana depolverizzata

Per quanto riguarda i camaleonti non si sono riscontrate particolari differenze rispetto al passato ma comunque non è stato registrato alcun effetto collaterale. Nei sauri deserticoli i risultati sono stati buoni soprattutto per la diminuzione di atteggiamenti stereotipati come i tentativi di fuga dal terrario, cessati nel 90% dei casi (Fig. 3). Non si sono verificate patologie di nessun tipo e gli animali hanno ingerito spontaneamente piccole quantità di materiale senza mostrare effetti collaterali. I risultati più evidenti sono stati la totale scomparsa dei cattivi odori e la compattazione del materiale fecale. La presenza di feci molli presente in 3 animali si è risolta nel 100% dei casi. Questi risultati sono da considerarsi preliminari ma sicuramente incoraggianti.

INTEGRAZIONE DI CALCIO E MISURAZIONE INCREMENTO DELLA CALCEMIA NELLE TESTUGGINI

In questa fase della ricerca sono state eseguite misurazioni sulla calcemia in rettili appartenenti al genere testudo isolando 24 animali da un gruppo di 43 animali provenienti da un centro di recupero di animali selvatici. Gli animali in evidente stato di disidratazione e malnutrizione sono stati ricoverati presso il Dipartimento di Scienze Medico Veterinarie di Parma per essere stabulati in ambiente a temperatura e umidità controllate, all'interno dello stabulario per rettili appositamente costituito presso il Dipartimento. La struttura consta di 3 box in muratura con 2 lampade ad irraggiamento solare da 100 watt ognuno e da due lampade ad infrarossi che permettono di regolare la temperatura ambientale fino ad un massimo di 40 °C. Alla visita clinica si è stabilito che nessuno degli esemplari era in grado di superare i mesi invernali all'aperto. Si è quindi deciso di ricoverarli. Su tutti gli animali sono stati eseguiti prelievi ematici per stabilire lo stato generale di salute e tra i parametri presi in considerazione è stata misurata anche la calcemia. In particolare è stata eseguita la misurazione del calcio ionizzato, del calcio totale e del fosforo. Come è noto la regolazione della calcemia dei rettili è un meccanismo rapido ed efficace che permette in tempi brevissimi di regolare eventuali livelli di ipocalcemia tramite la sottrazione di ioni calcio dall'apparato scheletrico.⁽⁹⁻¹²⁻¹³⁾ Alcuni studi hanno inoltre permesso di dimostrare come negli esemplari femminili la calcemia sia generalmente più elevata che nei maschi.⁽¹⁰⁻¹¹⁾ Inoltre, in studi effettuati recentemente su rettili del genere testudo, si è riscontrato un

	Ca++ media e deviazione standard prima del trattamento	Ca++ media e deviazione standard post trattamento	Ca tot media e deviazione standard prima del trattamento	Ca tot media e deviazione standard post trattamento
GRUPPO F	1,4675° ±0,57	1,578°±0,52	10,8375°° ±2,29	15,36417°°±2,7
GRUPPO M	1,578333*±0,29	1,635*±0,36	11,37**±1,56	15,27**±3,11

Tab. 1. Effetti della somministrazione della chabasite come integratore alimentare alla dose di 300 mg die per trenta giorni

°/° Il confronto fra le medie non è risultato significativo

°°/°° Il confronto tra le medie risulta significativo in entrambi i gruppi ($t < 0,01$)

aumento significativo del calcio totale con una variazione minima del calcio ionizzato. (10-14-16)

Lo scopo del nostro lavoro è stato quello di valutare l'aumento del calcio ionizzato e del calcio totale in un gruppo omogeneo di animali per valutare l'effetto del rilascio di ioni Ca++ da parte della chabasite utilizzata come integratore alimentare. Per fare ciò è stata somministrata chabasite alla dose di 300 mg die per 30 giorni nel cibo. A distanza di trenta giorni dal ricovero sono stati eseguiti prelievi ematici per valutare le condizioni generali degli animali ricoverati e per misurare i livelli di calcio ionizzato e calcio totale. Gli esami hanno dimostrato un incremento considerevole del calcio totale e una differenza non significativa del calcio ionico in accordo con la letteratura internazionale. Questo dimostrerebbe in maniera preliminare la capacità della chabasite di cedere ioni calcio e la caratteristica dei rettili di mantenere costante la quantità di calcio libero rispetto a quello totale che possiede evidentemente un meccanismo di regolazione più lento.

EFFETTO IGROSCOPICO ED UTILIZZO NEL RIPOSIZIONAMENTO DEI PROLASSI NELLE VARIE SPECIE DI RETTILI

Il prollasso del pene o della cloaca nei rettili rappresenta una delle principali patologie dell'apparato riproduttivo (Fig. 4).⁽⁹⁻²³⁾ Questo disordine riguarda sia il maschio che la femmina ed è dovuto a sollecitazioni degli organi riproduttivi per una attività sessuale cruenta ma anche a problemi infettivi o infiammatori. Nel maschio il prollasso del pene può essere dovuto ad un eccessivo numero di femmine e quindi ad attività sessuale frenetica così come nella femmina può essere dovuto ad un eccessivo numero di maschi e quindi a ripetuti accoppiamenti. Anche le patologie infettive e le parassitose sono spesso causa di prollassi. La terapia d'elezione per questi problemi prevede il riposizionamento manuale dell'organo prollassato nella sua sede fisiologica dopo averne ridotto l'edema. Le sostanze utilizzate per ridurre il volume di questi organi devono essere igroscopiche (in grado di assorbire rapidamente le molecole di acqua dell'ambiente circostante) e la più utilizzata è lo zucchero.⁽⁹⁻²³⁻³⁸⁾

La polvere di chabasite possiede capacità igroscopiche molto accentuate in quanto la conformazione dei minerali permette di richiamare acqua dai tessuti e di non rilasciarla a meno che non venga surriscaldata.

La zeolite quindi oltre a favorire il riposizionamento dell'organo continua a svolgere la sua azione all'interno della cloaca riducendo la flogosi e creando un ambiente pulito e asciutto (Figg. 5-6).

Un punto di sutura metallico o una sutura a borsa di tabacco vengono consigliate al fine di evitare eventuali recidive (Fig. 7).



Fig.4. Particolare di un prollasso del pene in una Testudo hermanni hermanni



Fig.5. Applicazione di polvere extrafine di chabasite sull'organo prollassato per ridurre l'edema



Fig.6. Riposizionamento dell'organo prollassato dopo riduzione dell'edema



Fig.7. Utilizzo di 2 punti metallici sulla cloaca al fine di prevenire recidive

CONCLUSIONI

Sebbene i dati siano ancora preliminari è possibile comunque intravedere nelle zeoliti, ed in particolare nella chabasite, possibili molteplici utilizzi anche nella medicina dei rettili e degli uccelli.

Le caratteristiche di questo materiale infatti possono essere

molto utili in campo veterinario soprattutto per il mantenimento della corretta umidità nei terrari e per la capacità di rilascio cationico.

Nelle prove eseguite tale minerale è stato utilizzato in maniera costante su numerosi animali e nessuno di questi ha manifestato alcuna reazione avversa né di natura cutanea né gastrointestinale se ingerito. A tale proposito va ricordato come la chabasite possa essere prodotta in diverse granulometrie dalle più grossolane da noi utilizzate come substrato per i terrari a quelle extrafini utilizzate come integratori per rettili e polverizzate sul cibo. Nell'impiego come substrato è comunque consigliabile utilizzare il minerale solo se depolverizzato al fine di evitare eventuali problemi di irritazione congiuntivale.⁽⁸⁻²³⁾

Le granulometrie più fini potrebbero essere utilizzate come integratori per rettili sfruttando le proprietà di scambio cationico del minerale e in particolare modo la capacità di cedere ioni calcio e di innalzare la calcemia dei soggetti trattati.

Anche la proprietà igroscopica della chabasite potrebbe essere sfruttata in ambito medico utilizzando questo materiale come antiedemigeno nei prolassi o in tutte quelle situazioni che necessitano di una sostanza in grado di assorbire acqua.

In conclusione possiamo affermare che, anche se vi è la necessità di studi scientifici più approfonditi, la chabasite e più in generale le zeoliti possono diventare molto utili nell'allevamento e nella cura di rettili e uccelli detenuti in cattività così come già lo sono per gli altri animali.

BIBLIOGRAFIA

- Allen E.R., Ming D.W.: Recent progress in the use of natural zeolites in agronomy and horticulture. In: Natural Zeolites '93. Occurrence, Properties, Use, Int.Comm. Natural Zeolites, Brockport, New York, 1995.
- Andrews R.D., Neumann M.R., Nyenhuis J.: Review of swine waste management options using natural zeolites. Zeolite '93. 4th International Conference on the Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites. 1993, Abstract Volume, 36-37.
- Arnbruster T., Gunter M.E.: Crystal structures of natural zeolites. In: Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Applications. Reviews in Mineralogy & Geochemistry, Volume 45, Mineralogical Society of America, Washington, 2001.
- Barbarick K.A., Pirela H.J.: Agronomic and Horticultural uses of zeolites: a review. In: Zeo-Agriculture. Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture, Westview Press, Boulder, Colorado, 1984.
- Bartko P., Seidel H., Kovac G.: Use of clinoptilolite-rich tuffs from Slovakia in animal production: a review. In: Natural Zeolites '93. Occurrence, Properties, Use, International Committee on Natural Zeolites, Brockport, New York, 1995.
- Bartko P., Vrzgula L., Kovac G., Blazovsky J., Prosbova M., Reichel P., Paulikova I.: Clinical and laboratory studies of zeolite in swine. Research Report, VSV Kosice, August 1983, 152.
- Bergero D., Rumello G., Tarantola M., Bassano B.: Utilizzo di una zeolite a phillipsite (Tufo giallo napoletano) nell'alimentazione del vitellone. Large Animals Review, 1996, 2 (3), 29-32.
- Calvert I.: Nutritional problems. In: BSAVA Manual of Reptiles. 2nd edn., BSAVA, Cheltenham, 2004.
- Campbell T.W.: Clinical pathology of reptiles. In: Reptile Medicine and Surgery. 2nd edn., Saunders, St Louis, Missouri, 2006.
- Clarke N.B.: Influence of oestrogens upon serum calcium, phosphate and protein concentrations of fresh water turtles. Comparative Biochemistry and Physiology, 1967, 20, 823-834.
- Dessauer H.C.: Blood chemistry of reptiles. In: Biology of the Reptilia. vol 3, Academic Press, San Diego, California, 1970.
- Divers, S. J.: Reptilian renal and reproductive disease diagnostics. In: Laboratory Medicine. Avian and Exotic Pets, W. B. Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania, 2000.
- Eatwell K.: Effects of storage and sample type on ionized calcium, sodium and potassium levels in captive tortoises, *Testudo spp.* Journal of Herpetological Medicine and Surgery, 2007, 17, 84-91.
- Eatwell K.: Variations in the concentration of ionised calcium in the plasma of captive tortoises (*Testudo species*). Veterinary Record, 2009, 165, 82-84.
- Galli E, Passaglia E.: Natural zeolites in environmental engineering. Zeolites in Chemical Engineering, Verlag ProcessEng Engineering GmbH, 2011. 392-416.
- Gibbons, P.M.: Comparative vertebrate calcium metabolism and regulation. Proceedings of the Association of Reptilian and Amphibian Veterinarians, Orlando, Florida, 2001. 267-276
- Gottardi G., Galli E.: Natural zeolites. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1985.
- Grobner M.A., Harris D.J., Cheeke P.R., Patton N.M.: Effect of dietary buffers and zeolite on growth and mortality of weaning rabbits. Proceedings, American Society of Animal Science, Western Section, 1982, 33, 340-343.
- Harvey R.B., Kubena L.F., Elossalde M.H., Phillips T.D.: Efficacy of zeolitic ore compounds on the toxicity of aflatoxin to growing broiler chickens. Avian Dis., 1993, 37, 67-73.
- Harvey R.B., Kubena L.F., Phillips T.D.: Dietary inclusion of zeolitic ores and aluminosilicates to modify the toxicity of aflatoxin to livestock and poultry: a review. Zeolite '93. 4th International Conference on the Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites. Abstract Volume, 1993,

- 118-120.
21. Kallò D.: Application of natural zeolites in water and wastewater treatment. In: *Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Applications. Reviews in Mineralogy & Geochemistry. Volume 45, The Mineralogical Society of America, Washington, 2001.*
 22. Lanari D., D'Agaro E., Turri C.: Ass. Scient. Produzione Animale. Atti Convegno "Parliamo di ... Acquacoltura", Fossano, 1994. 263-270.
 23. McArthur S.: Problem solving approach to common diseases of terrestrial and semi-aquatic chelonians. In: *Medicine and Surgery of Turtles and Tortoises*, Blackwell Publishing, Oxford, 2004.
 24. Ming D.W., Allen E.R.: Use of natural zeolites in agronomy, horticulture, and environmental soil remediation. In: *Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Applications. Reviews in Mineralogy & Geochemistry. Volume 45, The Mineralogical Society of America, Washington, 2001.*
 25. Mumpton F.A.: Natural zeolites: a new industrial mineral commodity. In: *Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Use*, Pergamon Press, Oxford, 1978.
 26. Mumpton F.A.: The role of natural zeolites in agriculture and aquaculture. In: *Zeo-Agriculture. Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture*, Westview Press, Boulder, Colorado, Usa, 1984.
 27. Passaglia E.: In mangiatoia c'è spazio per le zeoliti. *Informatore Zootecnico*, 2004, 18, 108-112.
 28. Passaglia E.: Le zeoliti e le loro applicazioni. *Fertilizzanti*, 2008, anno X (2), 7-9.
 29. Passaglia E., Marchi E.: Zeolite di qualità nel mangime per ridurre gli odori molesti. *L'informatore Agrario*, 2001, LVII (21), 61-64.
 30. Passaglia E., Marchi E.: Dalle zeoliti nuove risorse per zootecnia e agricoltura. *Terra e Vita*, 2002, 17, 77-79.
 31. Passaglia E., Sheppard R.A.: The crystal chemistry of zeolites. In: *Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Applications. Reviews in Mineralogy & Geochemistry, Volume 45, Mineralogical Society of America, Washington, 2001.*
 32. Pond W.G.: Zeolites in animal nutrition and health: a review. In: *Natural Zeolites '93. Occurrence, Properties, Use. International Committee on Natural Zeolites, Brockport, New York, 1995.*
 33. Skalická M., Makoova Z., Korenekova B.: The influence of aflatoxin B1 on activity of alkaline phosphatase and body weight of broiler chicks. *Trace Elements and Electrolytes*, 2000, 17, 142-146.
 34. Torii K.: Utilization of natural zeolites in Japan. In: *Natural Zeolites. Occurrence, Properties, Use*, Pergamon Press, Oxford, 1978.
 35. Tsitsishvili G.V., Andronikashvili T.G., Kirov G.N., Filizova L.D.: *Natural Zeolites*. Ellis Horwood Limited, Chichester, England, 1992.
 36. Vest L., Shutze J.: Influence of feeding zeolites to poultry under field conditions. In: *Zeo-Agriculture. Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture*, Westview Press, Boulder, Colorado, USA, 1984.
 37. Vrzgula L., Bartko P.: Effects of clinoptilolite on weight gain and some physiological parameters of swine. In: *Zeo-Agriculture. Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture*, Westview Press, Boulder, Colorado, USA, 1984.
 38. Wilkinson R.: Clinical pathology. In: *Medicine and Surgery of Turtles and Tortoises*, Blackwell Publishing, Oxford, 2004.
 39. Zannotti M., Malagutti L., D'Ardes V., Sciaraffia F.: Funzione della zeolite nella dieta delle lattifere. *Professione Allevatore*, 1997, Supplemento Settembre, 71-77.