

BIOMINERALI, LE PIETRE DELLA VITA (DiS 2011)

D2 io colleziono minerali; la critica che spesso mi fanno è: "cosa c'è di interessante in un sasso?" o, nel migliore dei casi, "i minerali sono privi di vita". Ai primi dico che

D3 anche questi sono semplicemente dei sassi. Alla seconda invece riservo una risposta un po' più strutturata, che è appunto l'argomento di questa relazione.

D4 In effetti, la definizione di minerale sembra dar loro ragione. Infatti *un minerale (...) è un corpo omogeneo, generalmente inorganico*. Ma facciamo un altro passo.

D5 Pensiamo a una sostanza diffusissima sulle nostre tavole, il sale da cucina, Halite o salgemma, NaCl, un minerale tanto quanto la calcite o il diamante.

D6 Oppure al salnitro, un additivo alimentare usato nella conservazione di salumi. In natura si presenta come una lanugine bianca che si forma in ambienti umidi.

D7 Soffermiamoci ora sul concetto dei sali minerali, ovvero elementi chimici che assumiamo con l'alimentazione e che sono fondamentali per il nostro organismo.

D8 Questi elementi costituiscono circa il 4% del peso corporeo, una percentuale apparentemente minima, ma fondamentale (basta confrontare con le vitamine).

D9 Tra gli esempi ho sottolineato, il Ca e P per il processo di ossificazione.

D10 Un'altra cosa da rilevare è la composizione media del corpo umano: in questa tabella si leggono le quantità di elementi presenti in un ragazzo di 50 kg;

D11 ma davvero significativo è che i primi 20 elementi, in ordine di abbondanza, che compongono la crosta terrestre si ritrovano anche nel corpo umano, non esattamente nello stesso ordine, ma con una buona corrispondenza (in particolare O, Ca, F, P).

D12 Fatte queste premesse è più facile capire il concetto di biomineralizzazione, ovvero quell'insieme di processi biologici, anche molto diversi tra loro, mediante i quali gli organismi viventi inducono la deposizione di fasi minerali (biominerali).

D13 la biomineralizzazione è di 2 tipi: quella biologicamente indotta, in cui il minerale si forma per l'interazione tra ioni prodotti dall'attività biologica e quelli presenti nell'ambiente, i biominerali sono indistinguibili dai corrispondenti inorganici e

D14 la biomineralizzazione biologicamente controllata, in cui il minerale si accresce su una matrice organica sotto il diretto controllo dell'attività cellulare e assume una forma adatta all'uso, anche con superfici curve (quindi è subito distinguibile).

D15 a fronte di 3600 minerali "inorganici", esistono circa un'ottantina di biominerali.

D16 Da un punto di vista chimico si possono riunire in alcuni grandi gruppi: carbonati e fosfati di calcio, solfati, solfuri, ossalati e silice (opale). Oltre 55 phyla fra Batteri, Protozoi, Funghi, Piante, Animali formano biominerali. Vediamo alcuni esempi.

D17 iniziamo con un caso di biomineralizzazione indotta, quello dei batteri solfatoriduttori. Questi microrganismi "respirano" grazie alla riduzione dei solfati;

D18 in questo modo immettono nell'ambiente ioni solfuro che possono legarsi agli ioni ferro, formando pirite.

D19 Con meccanismi analoghi si formano tutta una serie di altri minerali.

D20 passiamo ora alla biomineralizzazione controllata. I batteri magnetotattici si muovono lungo le linee del campo geomagnetico sfruttando le proprietà magnetiche di alcuni minerali ovvero magnetite e greigite che si producono nella cellula; allineando i microcristalli (magnetosomi), li usano come l'ago di una bussola;

D21 i cristalli devono avere caratteristiche ben definite, riguardo dimensioni (tra 35 e 120 nm) e forma (abito cubo-ottaedrico o prismatico).

D22 Altro caso, i coccoli, formazioni di calcite (1-10 μm) di forma circolare, molto elaborata. Assemblandosi formano le coccosfere, esoscheletro di alghe unicellulari. Queste alghe

possono raggiungere concentrazioni enormi, fino a 10^6 cellule per ml d'acqua, perciò sono i componenti principali dei sedimenti di mare profondo.

D23 caso analogo, ma dello zooplancton, è quello dei radiolari. Questi microrganismi hanno scheletri di SiO_2 amorfa (opale), tondeggianti e stellati, anche elaborati;

D24 dall'accumulo dei resti silicei si forma la selce, utilizzata dall'uomo per costruire strumenti; un biominerale fondamentale per noi, anche se non siamo noi a produrlo!

D25 altro esempio, il guscio di madreperla delle conchiglie, ossia aragonite CaCO_3 ,

D26 deve il suo aspetto alla disposizione di placchette di aragonite, i pochi micron, tenute assieme da sostanza organica (conchiolina).

D27 e arriviamo ai biominerali che più ci “appartengono” per così dire. Questa è un'immagine al microscopio di una sezione di tessuto osseo umano;

D28 questo materiale è composto per il 30% da sostanza organica e per ben il 70% da sostanza inorganica, una forma di idrossiapatite ricca in carbonato detta dahllite. Il minerale trova posto negli spazi (40x5nm) tra le molecole di collagene.

D29 e qui vediamo la differenza tra i cristalli di apatite dell'osso, a sin, e un cristallo modello di apatite inorganica a dx.

D30 discorso analogo vale anche per i denti, in cui sia lo smalto, sia la dentina, sono composti da microcristalli di apatite allungati a formare una struttura intrecciata.

D31 Accanto a biominerali con funzioni positive, vi sono manifestazioni patologiche: Urato monosodico monoidrato e fosfati: Gotta; Struvite e ossalati di calcio whewellite e weddellite (oltre 20 composti): Calcoli renali; Calcite, brushite e apatite: Calcoli pancreatici; Magnetite: patologie neurodegenerative (Alzheimer, Parkinson).

D32 il concetto di biominerale ha numerosissime applicazioni, in ambiti anche molto diversi. Ad es. i materiali biomimetici, materiali artificiali ispirati a quelli naturali, usati in medicina o nelle nuove tecnologie. L'1% di sostanza organica dà alla madreperla una resistenza alla frattura 3.000 volte superiore a quella dell'aragonite.

D33 noi vediamo due esempi che hanno applicazioni teoriche: i coccoliti fossili, grazie alla loro abbondanza e diffusione, a partire dal Giurassico, sono usati per datare e correlare i sedimenti e nello studio dei cambiamenti climatici e oceanografici.

D34 Le principali applicazioni in archeometria (“misurazione del passato”) sono basate sugli elementi in tracce e sui rapporti isotopici. Per esempio, la concentrazione di Sr, Zn, Ba, Cu.. e il rapporto isotopico di C in ossa e denti danno indicazioni per la ricostruzione di paleodiete. Il valore del rapporto $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ nelle ossa può essere utilizzato per ricostruzioni paleoclimatiche. Il rapporto isotopico di Sr nelle ossa riflette la provenienza del cibo al tempo della morte, nei denti al tempo della nascita; quindi eventuali differenze tra i due rapporti riscontrate nello stesso individuo indicano migrazioni.

D35 Il terzo esempio ci porta lontano: questo è il meteorite marziano contenente un “batterio” fossile; in realtà, se non si tratta di una contaminazione terrestre, questa è una catena di magnetosomi. È probabile che eventuali resti o tracce di vita extraterrestre che dovessimo trovare su altri corpi celesti, sarebbero proprio in forma di biominerali, che hanno maggiori possibilità di conservarsi rispetto alla sostanza organica.

D35 con la bibliografia mi avvio alla conclusione della mia presentazione, ma vi lascio con una piccola polemica. Qualcuno di recente ha affermato che con la cultura non si mangia. Certamente noi del GDS non ci mangiamo, visto che facciamo tutto solo per passione; ma la verità è che

D36 SENZA CULTURA SI MUORE! GRAZIE