



E questo è il pianeta dei microbi

Invadono ogni angolo della Terra e qualunque organismo: senza i loro processi tutto resterebbe bloccato e inerte. La metagenomica inizia a indagarli. Si aprono opportunità straordinarie, dalla medicina al controllo del clima

KENNETH TIMMIS
HELMHOLTZ CENTER FOR INFECTION
RESEARCH - BRAUNSCHWEIG

La biodiversità è la varietà degli organismi presenti nella biosfera: l'estensione delle forme di vita riflette lo stato di salute di ogni habitat e la capacità di regolare i processi necessari alla sua sopravvivenza. Ma la biodiversità garantisce anche grandi opportunità per lo sviluppo di prodotti biotech.

I microbi - ho spiegato ieri al Festival della Scienza di Genova - sono state le prime forme di vita a moltiplicarsi sulla Terra e a co-evolversi con condizioni, via via diverse, negli ultimi 3,5 miliardi di anni. Hanno così creato una varietà metabolica che supera largamente tutte le altre manifestazioni

Chi è Timmis Microbiologo

RUOLO: È DIRETTORE DEL LABORATORIO DI MICROBIOLOGIA AMBIENTALE DEL «HELMHOLTZ CENTER FOR INFECTION RESEARCH» - BRAUNSCHWEIG (GERMANIA)
RICERCHE: MICROORGANISMI

della biodiversità combinate insieme, sviluppando la capacità di vivere al meglio in ambienti che da un punto di vista fisico-chimico sono impossibili per piante e animali (temperature sopra i 100°C o sotto lo 0, in presenza di composti tossici e poi nelle rocce, nel carbone, nel petrolio e così via). Sono loro a definire l'estensione della stessa biosfera.

Non solo si trovano ovunque ed eccedono per quantità animali e piante: la Terra è, di fatto, un pianeta «microbico». Eseguono processi bio-geo-chimici vitali per il suo funzionamento, a partire dal «trattamento» degli elementi della vita, come carbonio, azoto, ossigeno, zolfo e fosforo: senza il «riciclo» dei microbi tutto resterebbe bloccato, in forme minerali o gassose. E non basta. Coprono ogni superficie, compresa quella degli organismi superiori, dei quali formano una seconda pelle. I microbi nel corpo e sul corpo eccedono il numero delle nostre cellule di 10 volte e costituiscono il 10% del nostro peso.

Sebbene gli umani appartengano a un'unica specie e tutte le cellule dell'organismo siano geneticamente identiche, i nostri partners sono molto diversi tra loro e rappresentano più di mille specie (non siamo mai soli!). Sebbene alcuni tipi provochino molte malattie, la maggioranza non solo non danneggia gli organismi che colonizza, ma contribuisce alla loro esistenza: aiuta a digerire il cibo, genera le vitamine-chiave, blocca gli agenti patogeni... Il fatto che siamo totalmente dipendenti dai nostri amici diventa evidente non appena alteriamo l'equilibrio ecologico nel corpo durante le terapie antibiotiche.

Ma di recente la nostra percezione dell'universo dei microbi è cambiata: solo quando si è iniziato a sviluppare un approccio indipendente dalle col-

L'ALBERO DELLA VITA
13 domini

- Bacteria (in blu): cianobatteri, batteri gram-positivi, flavobatteri
- Archaea (in verde): archeobatteri alofili, Methanosarcina, Thermoproteus
- Eukarya (in rosso): microsporidi, muffe, piante, funghi e animali

LA «FABBRICA» DI TUTTO
Le funzioni dei microbi:

- Rendono l'aria respirabile
- Ci mantengono sani (anche se a volte ci fanno ammalare)
- Ci permettono di digerire i cibi
- Rendono possibile l'azione dei farmaci
- Neutralizzano sostanze chimiche pericolose
- Proteggono e fanno crescere le piante

LA METAGENOMICA
L'analisi genomica (quella del DNA in un organismo) è applicata a intere comunità di microbi, bypassando la necessità di isolare e coltivare individualmente le specie microbiche

Si spalancano straordinarie applicazioni:

- Medicina
- Energia
- Agricoltura
- Climatologia

QUANTI SONO
100 mila
I microrganismi che affollano ogni centimetro quadrato della pelle del corpo umano
100 quadrilioni
Le cellule batteriche ospitate dai 10 quadrilioni di cellule dell'organismo umano
100 trilioni di tonnellate
La quantità che, secondo alcuni calcoli, si nasconde nel sottosuolo (potrebbero ricoprire il Pianeta con uno strato spesso 15 metri)

Lo sapevi che?

Un'indagine mondiale

È appena nato il Consorzio internazionale del microbioma umano (International Human Microbiome Consortium, IHMC): l'iniziativa riunisce la migliore ricerca mondiale per studiare i genomi di tutti i microrganismi che vivono dentro o sul nostro corpo. Nonostante la loro massiccia presenza, queste creature restano in larga parte sconosciute e, quindi, il loro impatto su sviluppo, fisiologia, immunità e alimentazione umana è pressoché ignorato. L'IHMC metterà a disposizione della comunità scientifica i risultati degli studi più recenti e avanzati.

ture di laboratorio, è diventato chiaro che la stragrande maggioranza dei microbi (forse il 99%) non può essere fatta crescere artificialmente. E non solo. Per la prima volta si è concretizzata la possibilità di costruire un nuovo «albero della vita», un ritratto della biodiversità in termini filogenetici ed evolutivisti. Questo albero ha rivelato che gli organismi superiori - piante e

La loro varietà è ancora da scoprire: è un tesoro di conoscenze da cui dipende l'umanità

animali - compongono una frazione minima della biodiversità. Così, diventa anche chiaro che quasi tutti i microbi devono ancora essere scoperti e studiati e, di conseguenza, si devono analizzare le loro funzioni e applicazioni.

Questa varietà è il più grande tesoro immaginabile di co-

noscenze per le scienze della vita e anche per tutte le applicazioni in medicina, agricoltura, alimentazione e industria, per non parlare del settore energetico. Si tratta di possibilità che, tuttavia, si basano su due elementi-chiave: la possibilità di indagare tutti i microbi che sfuggono alle colture e la dimostrazione che la diversità abbia effettive e molteplici applicazioni.

Oggi, comunque, la genomica e le «biblioteche genomiche» rappresentano un potente - e rivoluzionario - mezzo per indagare la varietà del Dna degli organismi. Così, l'obiettivo di catturare e analizzare la varietà dei microbi ha aperto la porta alla «metagenomica», vale a dire alla creazione, alla sequenziazione e allo studio delle «biblioteche metagenomiche» presenti in un ambiente. Se si calcola che un grammo di terra può contenere fino a 10 mila specie microbiche, queste «biblioteche» devono raggiungere ordini di

grandezza enormi.

E' un campo agli inizi, ma che cosa rivela? Lo studio di una proteina tratta dalla «biblioteca» di un campione prelevato da un «lago» salino, a 3 chilometri di profondità nel Mediterraneo, ha portato alla luce un nuovo enzima: è in grado di modificare struttura e attività in relazione ai cambiamenti che avvengono in questo habitat estremo, a comin-

Colonizzare anche gli ambienti estremi producendo proteine a volte «impossibili»

ciare dalla pressione (è 400 volte quella registrata in superficie), dall'ossigeno (che lì non esiste) e dal sale (la concentrazione è 40 volte quella del mare). Questo enzima dimostra un'attività catalitica intensa, interessante per l'industria chimica: così, rappresenta sia un'importante sco-

perta biologica sia una potenziale applicazione biotech.

Ma ancora più interessanti sono le ricerche sulle proteine di una «biblioteca genomica» del batterio *Ferroplasma acidiphilum*, che vive in ambienti molto acidi e contaminati da metalli pesanti. Questi organismi producono un piccolo numero di proteine che contengono, a loro volta, metalli. Ancora più sorprendente è che quasi le loro proteine contengano ferro e che siano attive solo con specifiche condizioni acide: si sono osservati legami chimici mai visti in altri organismi. E anche questi promettono vaste applicazioni.

E' chiaro, quindi, che, sebbene agli albori, l'esplorazione della diversità genetica dei microbi apra straordinarie opportunità. Nel caso delle proteine del *Ferroplasma* un nuovo tipo di ferro: dato che si tratta di realtà inedite per la biologia, queste interazioni rivelano anche aspetti inattesi dell'evoluzione della vita.