

I protisti

Introduzione

È sufficiente una piccola pozza di acqua per poter rintracciare alcuni Protisti, piccolissimi microrganismi; comunemente si possono trovare anche nella sottile pellicola di acqua che ricopre le particelle del terreno.

Numerose sono le specie parassite, alcune delle quali causano gravi malattie nell'uomo come la malaria, altri vivono in simbiosi con altri animali, per esempio all'interno dei loro intestini, in cui la loro azione facilita i processi digestivi.

Conoscere i protisti

Un po' di biologia

I protisti sono organismi microscopici in genere unicellulari, formati cioè da una sola cellula. A differenza delle monere, che non hanno un nucleo ben distinto, i protisti possiedono un vero e proprio nucleo e per questo sono detti eucarioti. Il materiale genetico (DNA) di questi ultimi si trova nel nucleo, avvolto da una membrana che lo separa dal citoplasma. I protisti costituiscono il regno con il maggior grado di variabilità; esso comprende, infatti, microrganismi dotati di forma, strutture e modi di vita molto differenti. Tutti i protisti sono capaci di riprodursi per via "asessuata", sono cioè in grado di duplicarsi senza scambio di materiale genetico. Questa è la forma più frequentemente utilizzata per aumentare il numero di individui. Possono comunque all'occorrenza attuare processi di ricombinazione del loro patrimonio genetico, riproducendosi cioè in modo "sessuato". Tutti i protisti hanno metabolismo aerobio, ossia hanno bisogno di ossigeno per vivere. Si distinguono due grossi gruppi: i protisti autotrofi e quelli eterotrofi.

Protisti autotrofi

Sono capaci di compiere la fotosintesi, e sono rappresentati principalmente da alghe unicellulari. Si distinguono in vari gruppi sistematici in base alla forma della cellula e al tipo di pigmento fotosintetico che utilizzano.

- **Crisofite o alghe d'oro:** si trovano sia in mare sia in acque dolci; le più comuni sono le diatomee, che possiedono un caratteristico guscio fatto di silice (SiO_2), formato da due parti incastrate tra di loro come una scatola e il suo coperchio. Il guscio possiede molti piccoli forellini attraverso cui si effettuano gli scambi tra la cellula e l'ambiente esterno. Le diatomee si trovano generalmente vicino ai fondali marini.
- **Dinoflagellati:** sono generalmente marini e possiedono anch'essi un guscio, costituito però da tante piastre di cellulosa. Hanno due flagelli (simili ad un ciglio ma più lungo) che consentono solo piccoli spostamenti. Sono tra i più importanti costituenti del fitoplancton marino.
- **Euglenidi:** abitano stagni e laghi.

Questi organismi hanno i cloroplasti (organelli cellulari che contengono la clorofilla, il pigmento che consente di compiere la fotosintesi) e sono quindi in grado di effettuare la fotosintesi; tuttavia in assenza di luce diventano eterotrofi, iniziano cioè a nutrirsi di sostanze organiche presenti nell'ambiente circostante. La loro cellula possiede due flagelli e una macchia oculare, cioè una concentrazione di pigmenti sensibili alla luce che consentono ai protisti di spostarsi verso la luce.

Protisti eterotrofi

Sono capaci di compiere la fotosintesi, e sono rappresentati principalmente da alghe unicellulari. Si distinguono in vari gruppi sistematici in base alla forma della cellula e al tipo di pigmento fotosintetico che utilizzano.

- **Crisofite o alghe d'oro:** si trovano sia in mare sia in acque dolci; le più comuni sono le diatomee (**vedi tabella "Utilizzi delle Diatomee"**), che possiedono un caratteristico guscio fatto di silice (SiO_2), formato da due parti

incastrate tra di loro come una scatola e il suo coperchio. Il guscio possiede molti piccoli forellini attraverso cui si effettuano gli scambi tra la cellula e l'ambiente esterno. Le diatomee si trovano generalmente vicino ai fondali marini.

- **Dinoflagellati:** sono generalmente marini e possiedono anch'essi un guscio, costituito però da tante piastre di cellulosa. Hanno due flagelli (simili ad un ciglio ma più lungo) che consentono solo piccoli spostamenti. Sono tra i più importanti costituenti del fitoplancton marino.
- **Euglenidi:** abitano stagni e laghi.

Questi organismi hanno i cloroplasti (organelli cellulari che contengono la clorofilla, il pigmento che consente di compiere la fotosintesi) e sono quindi in grado di effettuare la fotosintesi; tuttavia in assenza di luce diventano eterotrofi, iniziano cioè a nutrirsi di sostanze organiche presenti nell'ambiente circostante. La loro cellula possiede due flagelli e una macchia oculare, cioè una concentrazione di pigmenti sensibili alla luce che consentono ai protisti di spostarsi verso la luce.

Una lunga catena alimentare

Nonostante i protisti presentino dimensioni piuttosto ridotte (in genere da pochi micron a qualche millimetro), sono molto importanti per l'economia naturale, se si pensa al ruolo notevole dei protozoi capaci di fotosintesi nella catena di nutrimento degli organismi acquatici. Si nutrono prevalentemente di batteri ed assumono così un ruolo fondamentale nella catena alimentare, costituendo i produttori primari dai quali dipendono tutti gli altri organismi. Il numero di questi organismi appartenenti al plancton marino può essere enorme; la loro presenza è stata segnalata anche tra i 1000 e i 5000 metri di profondità. Tra questi organismi si trovano ad esempio le diatomee che possiedono, come già detto, un guscio siliceo. Questo, dopo la morte dell'organismo, può cadere e depositarsi sui fondali marini, originando, soprattutto nei mari più freddi, degli accumuli silicei chiamati "farina fossile", che viene utilizzata ad esempio per lucidare l'argento e per preparare dentifrici. Le diatomee costituiscono il nutrimento di molte forme di vita come piccoli crostacei, chiamati copepodi, che a loro volta sono fonte di cibo di banchi di aringhe. Tra il plancton troviamo anche altri protozoi come i radiolari, presenti in gran quantità nelle ere geologiche passate. Dopo la morte, i loro gusci si depositano sui fondali, originando una roccia compatta e dura, chiamata radiolarite, che insieme ai sedimenti silicei dovuti all'accumulo delle diatomee forma la "farina fossile".

La simbiosi

Esistono casi di simbiosi fra animali e protozoi, in particolare alghe monocellulari. Gli animali che presentano con maggior frequenza questo fenomeno sono i radiolari e i foraminiferi (fra i protozoi), i celenterati, gli ctenofori, i plattelminti e i molluschi (fra i metazoi). Nelle specie onnivore o erbivore, come ad esempio radiolari e foraminiferi, le alghe si adattano nell'interno della cellula dove sviluppano sistemi di resistenza all'azione di alcuni enzimi digestivi dell'ospite, in particolare alla cellulasi. Ad esempio, le zooclorelle, nonostante siano anche capaci di svolgere vita libera, si trovano costantemente nel turbellario *Convoluta* (simile ad un verme piatto) inserendosi al di sotto dell'epidermide. Esse riescono a penetrare nell'animale attraverso la capsula dell'uovo da cui sono attratte. La *Convoluta* non può vivere senza queste alghe perché ha bisogno dei lipidi che vengono prodotti dalle alghe stesse.

Zooxantelle

Un caso di simbiosi è quello fra il mollusco *Tridacna*, che vive sulle scogliere coralline della regione indopacifica, e le **zooxantelle**. Queste ultime vivono nel margine del mantello del mollusco che contiene "corpi ialini", cioè trasparenti, la cui funzione è quella di favorire la penetrazione della luce; attorno a questi corpi si affollano le zooxantelle per poter fare la fotosintesi. Le zooxantelle sono simbionti anche di celenterati e si trasmettono di generazione in generazione attraverso le uova. Nel mar Mediterraneo esse sono presenti soltanto in alcuni anemoni marini, ma nei mari tropicali vivono simbionti in moltissime specie di celenterati, soprattutto nei madreporari delle scogliere coralline. All'interno del

polipo delle madrepore, infatti, sono presenti queste alghe, che gli conferiscono una colorazione bruno-verdastra. Le alghe forniscono al polipo energia sotto forma di zuccheri e amminoacidi, producono ossigeno ed eliminano anidride carbonica (che potrebbe formare acido carbonico e danneggiare lo scheletro calcareo dei polipi). I polipi in cambio offrono protezione alle piccole alghe. Ogni centimetro quadrato di madrepora contiene circa un milione di alghe zooxantelle.

Gli antenati dei protisti

Le tracce fossili più antiche delle prime cellule eucariote risalgono a circa 1 miliardo e mezzo di anni fa. Due miliardi di anni prima erano comparsi i procarioti, ed erano stati gli unici abitanti della Terra fino ad allora: in questo periodo di tempo i batteri avevano avuto la possibilità di diversificarsi in due differenti linee evolutive. Da una di queste si originarono i primi eucarioti, cioè i protisti, dopo che si diffusero i batteri capaci di compiere la fotosintesi (**cianobatteri**), che arricchirono l'atmosfera di ossigeno. Poiché tutti i protisti hanno un metabolismo aerobio, non si sarebbero potuti sviluppare prima di allora. Si ipotizza che alcuni batteri avessero iniziato a formare associazioni simbiotiche con differenti batteri, alcuni dei quali si sarebbero poi, in seguito all'evoluzione, trasformati in organelli cellulari (es. mitocondri e cloroplasti).

I protisti e l'uomo

I protisti portatori di malattie

I protisti sono diffusi in tutti gli ambienti, ovunque si trovi dell'acqua anche in minima quantità. Esistono specie marine e di acqua dolce che vivono sia sospese nell'acqua, sia sui fondali marini. È sufficiente una piccola pozza di acqua per poter rintracciare questi microrganismi; comunemente si possono trovare anche nella sottile pellicola di acqua che ricopre le particelle del terreno. Infine sono numerose le specie parassite, alcune delle quali causano gravi malattie nell'uomo. Tra le malattie più importanti per l'uomo:

- la malattia del sonno provocata dai tripanosomi, come ad esempio *Tripanosoma gambiense*, trasmessa all'uomo da alcune specie di mosca tse-tse
- la **toxoplasmosi**, malattia che colpisce quasi il 50% della popolazione umana; di per sé innocua, diventa pericolosa se colpisce una donna durante la gravidanza, poiché viene trasmessa al bambino procurandogli malformazioni
- la **malattia**, trasmessa all'uomo dalla zanzara Anofele parassitata dal *Plasmodium*. Questa malattia nel mondo causa ancora circa 3 milioni di morti all'anno, di cui un milione solo tra i bambini africani.

La ciguatera

L'intossicazione da Ciguatera è provocata da pesci che si nutrono di piante o piccoli pesci, che, a loro volta, hanno accumulato una tossina (la ciguatossina) da dinoflagellati come il *Gambierdiscus toxicus*. Più grande è il pesce, maggiore la quantità di tossina accumulata. I sintomi, che solitamente iniziano da 15 a 30 minuti dopo aver mangiato il pesce contaminato, includono dolore addominale, nausea, vomito, diarrea, intorpidimento della lingua e della faringe, dolore ai denti, difficoltà a camminare ed altri ancora. Una peculiarità della Ciguatera è l'inversione della percezione di temperatura: una birra fredda scotta, una doccia calda fa venire i brividi di freddo. Inoltre, bere acqua naturale può dare la sensazione di bere acqua gassata o un senso di scossa elettrica in bocca. Le vittime possono presentare condizioni assai gravi, fino allo shock, già dopo pochi minuti dall'intossicazione. La Ciguatera è piuttosto comune nei Caraibi e nelle aree tropicali dell'Oceano Indo-Pacifico, e raramente mortale. Si stima che nel mondo ci siano circa 50.000 casi all'anno. La Ciguatera non può essere prevenuta con analisi del pesce o sul paziente, e non esiste un trattamento standard. Sfortunatamente, molti dei sintomi più fastidiosi, anche se non pericolosi, possono persistere anche per settimane e mesi. Il trattamento è essenzialmente sintomatico e non esiste alcun antidoto conosciuto.

Tutela delle acque

Un lago rosso fuoco

Il lago di Tovel nel Trentino è noto in tutto il mondo per l'eccezionale fenomeno dell' "arrossamento delle sue acque" che si verificava fino a non molto tempo fa nelle sue acque. Durante le ore più calde di alcune giornate estive, ampie porzioni della superficie lacustre assumevano un'intensa colorazione rossa, dando vita ad uno scenario incredibile. La spettacolare colorazione era dovuta alla forte concentrazione raggiunta da un'alga unicellulare appartenente ai dinoflagellati, il *Glenodinium sanguineum* (chiamato anche *Woloszynskya coronata*). Questa alga, lunga appena 1/50 di mm, in particolari condizioni di stress accumula speciali pigmenti, chiamati carotenoidi, che la fanno apparire completamente rossa. Il 1964 è l'ultimo anno in cui il fenomeno dell'arrossamento si è presentato con la consueta intensità; da allora l'alga, pur rimanendo presente nel lago, non ha più raggiunto la concentrazione necessaria ad "infuocare" le acque. Dal 2001 la Provincia Autonoma di Trento finanzia un progetto di ricerca per poter interpretare i fattori responsabili del mancato arrossamento delle acque del Lago di Tovel.

Il progetto non ha lo scopo di ripristinare le condizioni che nel passato portavano alla fioritura dell'alga. Si intende solamente acquisire tutte le informazioni e conoscenze riguardanti la peculiarità del lago di Tovel, e ciò per consentire agli amministratori locali di effettuare le migliori scelte circa il futuro destino del lago. Il lago di Tovel, infatti, si trova in un'incantevole località, che è meta di turisti ed escursionisti come molti dei laghi alpini, è una preziosa riserva idrica per l'agricoltura delle vallate trentine, una riserva di acqua potabile; per non parlare del valore aggiunto costituito dal fenomeno dell'arrossamento delle sue acque.

L'uomo tinge il mare di rosso

In condizioni favorevoli, i dinoflagellati possono moltiplicarsi rapidamente e formare grandi agglomerati. Le maree rosse sono le più rilevanti manifestazioni della massiccia presenza di dinoflagellati. Nel 1986 un aumento della popolazione di dinoflagellati del tipo *Gymnodium* brevi ha provocato una significativa marea rossa lungo le coste del Golfo del Texas. Essa era estesa per 500 Km lungo le coste e provocò la morte di più di 22 milioni di pesci nel giro di 2 mesi. La raccolta di molluschi fu proibita per 3/4 della costa del Golfo del Texas a sud di Galveston, provocando la perdita di ostriche per un ammontare di 1.4 milioni di dollari. I molluschi bivalvi, infatti, sono organismi filtratori che si nutrono di plancton e che, pur accumulando le tossine presenti in questi dinoflagellati, subiscono solo in parte gli effetti nocivi. Tuttavia, in ogni singolo mollusco, in particolari circostanze, si possono concentrare quantità di tossine letali anche per l'uomo.

Nello stesso anno, centinaia di delfini tursiopi morirono lungo le coste del New Jersey e del Maryland, quando la marea rossa si spostò dalla costa occidentale della Florida verso est, dopo essere sopravvissuta ad un inverno piuttosto mite.

In Italia, fenomeni di proliferazione algale si verificarono nel 1975 nella zona costiera a sud della foce del Po. Tra il 1975 e il 1976, le alghe provocarono un'alta mortalità di fauna bentonica (che vive cioè a contatto con i fondali marini) e di pesci. Si ritiene che l'antropizzazione (cioè il popolamento) delle aree costiere, e in particolare il progressivo aumento dell'immissione in mare di acque di scarico urbane, industriali, agricole e zootecniche abbiano favorito lo sviluppo di queste alghe tossiche.

I microrganismi depurano l'acqua

Le acque reflue, prima di essere scaricate in fiumi e laghi, devono essere depurate. Tra i vari sistemi utilizzati a questo scopo vi è quello della depurazione a fanghi attivi. Questo processo utilizza il principio di autodepurazione delle acque, in cui i microrganismi (batteri, protozoi e metazoi) impiegano le sostanze organiche presenti trasformandole e quindi eliminandole dall'acqua stessa. Il processo aerobico è il più utilizzato: viene cioè fornito dell'ossigeno per consentire i processi biologici in cui le sostanze organiche sono ossidate. Al termine di questa reazione, oltre ad avere la

depurazione, si ha anche la produzione di materiale biologico in fiocchi chiamato “fango attivo”. Questo è costituito da componenti organiche ed inorganiche e da differenti specie di microrganismi (soprattutto batteri).

I protozoi ciliati svolgono un ruolo molto importante nel processo di depurazione. Infatti nelle vasche di ossidazione, cioè dove avviene la depurazione, si ha una competizione per il cibo: i batteri sono il cibo dei piccoli predatori (protozoi ciliati) i quali a loro volta sono mangiati da organismi più grandi (protozoi carnivori o metazoi); i batteri quindi hanno bisogno di nutrienti costituiti dalla sostanza organica presente nelle acque reflue. La presenza nel fango attivo di protozoi ciliati conferma quindi l'esistenza di batteri; se vi sono all'incirca 10 milioni di individui per litro significa che l'impianto di depurazione funziona bene. Mediante lo studio dei protozoi ciliati, utilizzati come bioindicatori, è così possibile valutare se qualcosa non funziona nell'impianto (bassa concentrazione di ossigeno, troppe sostanze organiche, eccessiva estrazione di fanghi) e adottare interventi correttivi.

Fitodepurazione

Negli ultimi decenni si è affermata una “soluzione biotecnologia” in grado di rimuovere gli inquinanti dalle acque: la fitodepurazione che si basa sulla capacità di autodepurazione dell'ambiente acquatico attraverso processi fisici, chimici e biologici ad opera di organismi vegetali e batterici. Le piante interessate sono macro e microfite che vengono appositamente selezionate in base ad alcune caratteristiche come la capacità di adattamento all'ambiente da decontaminare e la crescita rapida con formazione di biomassa; comunque le specie utilizzate per la fitodepurazione sono piante acquatiche o igrofile, ovvero capaci di vivere in ambienti umidi. In particolare a seconda del tipo di sistema di fitodepurazione che si vuole costruire vengono utilizzati diversi tipi di macrofite galleggianti, sommerse ed emergenti singolarmente o in associazione.

La depurazione delle acque avviene grazie all'attività congiunta delle macrofite e di alcuni microrganismi ad esse associati: le alghe si nutrono di una parte degli inquinanti presenti e favoriscono lo sviluppo dei batteri in grado di trasformare le sostanze nocive metabolizzandole. Le tipologie impiantistiche dei sistemi di fitodepurazione dipendono dalla direzione di scorrimento dell'acqua. I sistemi a flusso superficiale sono formati da vasche o canali che hanno una profondità dai 40 ai 60 cm, e ricreano un ambiente simile agli stagni coperti da idrofite galleggianti. Invece i sistemi a flusso sub-superficiale, le acque correnti non sono in contatto con l'atmosfera e nelle vasche viene inserito un supporto inerte sul quale si sviluppano le radici delle macrofite.

L'acqua scorre sotto il supporto inerte e per favorire il movimento la vasca, profonda 70-80 cm, è in pendenza. I sistemi di fitodepurazione rappresentano un'alternativa di trattamento delle acque reflue per le comunità rurali di piccole dimensioni e per gli scarichi stagionali come per esempio quelli dei campeggi, degli alberghi e dei villaggi turistici o per il trattamento degli scarichi industriali, dei percolati provenienti dalle discariche e delle acque di dilavamento di strade e autostrade. I costi di realizzazione sono molto variabili, ma comunque non superiori a quelli degli impianti di depurazione convenzionale, mentre i costi di gestione sono assai modesti dato che i consumi energetici possono essere addirittura inesistenti.