



Selfie
di **NOI** **64**

I.T.T. "B. CHIMIRRI"
(CATANZARO)

LA SCIENZA VISTA DALL'ALTO



PROPRIETÀ LETTERARIA RISERVATA

Megamiti S.r.l.s. - Gemma Edizioni

www.gemmaedizioni.it

ISBN: 978-88-31318-31-0

Grafica di Denise Sarrecchia

Tutor di classe

professori

Rossella Biamonte

Michelangelo Lepore

Antonella Pugliese

Divina Rotella

Referente PCTO d'Istituto

Prof.ssa Maria Francesca Mazzei

Si ringraziano i docenti delle classi.

TUTOR:

Editor: Giulia Siena

Grafica: Denise Sarrecchia

Marketing: Samantha Marsella

Tutti i diritti riservati

© Megamiti S.r.l.s. – Gemma Edizioni – Anno 2021

Viale Fabrateria Vetus, sub 3, 03023 Ceccano FR

Tel. 0775 1886700 - 0775 1886701

info@gemmaedizioni.it - www.gemmaedizioni.it

PREFAZIONE

Roberto Caroleo, Dirigente scolastico

Il saggio “*La scienza vista dall’alto*”, attesta ancora una volta quanto gli studenti siano sempre più attori protagonisti del processo di insegnamento-apprendimento.

È questo il caso degli alunni delle classi quinte dell’indirizzo *Biotechnologie sanitarie* dell’Istituto Tecnico Tecnologico “B. Chimirri”, che non potevano concludere in modo migliore il loro percorso formativo.

Una straordinaria esperienza di scrittura che dimostra come le nuove generazioni siano attente e sensibili ai temi attuali della scienza e che richiama alle responsabilità sempre più stringenti della scuola, per la promozione delle competenze e del successo formativo di ciascun allievo. Il lavoro prodotto, pone bene in evidenza come l’utilizzo di metodologie didattiche innovative, contribuisce fortemente a valorizzare le potenzialità cognitive del discente che impara facendo, in sinergia con il gruppo classe, con i docenti e gli operatori scolastici, attivando altresì processi significativi di inclusione e partecipazione attiva.

In tale prospettiva, i *Percorsi per le Competenze Trasversali e l’Orientamento* possono trasformarsi in una straordinaria risorsa per la scuola di oggi, quando cioè non si traducono in una semplice trasmissione del sapere, bensì svolgono un ruolo fondamentale per attivare una rinnovata prassi educativa.

Al riguardo, nel PCTO svolto dagli allievi del Nostro Istituto, si è operato affinché ogni studente potesse vivere un’esperienza didattica e formativa nuova e stimolante per svolgere un compito complesso: la redazione di articoli a carattere scientifico, che fossero il risultato di un’attenta e scrupolosa attività di

ricerca su testi argomentativi, da rielaborare e ri-codificare in modo originale.

Un obiettivo da svolgere in piccoli gruppi-classe e altresì in DAD (a causa della pandemia che ha costretto gli alunni ad operare da remoto), non facile da realizzare, che ha messo a dura prova gli allievi di fronte a difficoltà oggettive; tuttavia, gli stessi hanno superato in modo brillante gli ostacoli, grazie all'impegno profuso da ognuno e alla collaborazione tra pari, ponendo in essere percorsi educativi pluridisciplinari anche di tipo cognitivo e meta-cognitivo: in breve, tutti quegli aspetti oggi definiti "*soft skills*" ovvero competenze trasversali che si rivelano di fondamentale importanza per integrarsi nei diversi contesti lavorativi in una società sempre più complessa.

"La scienza dall'alto", dunque, un testo degli studenti per gli studenti, con spunti di riflessione per una didattica innovativa e al passo coi tempi.

BIOLOGIA E MICROBIOLOGIA

IL REGNO DEI MICRORGANISMI

Gruppo di MICROBIOLOGIA 5L: Thomas Brescia, Leonardo Crisafi, Marica Fabiani, Marta Montemurro

Un microrganismo è un organismo vivente di dimensioni non visibili ad occhio nudo (inferiore a 0,1 mm); i microrganismi sono esseri essenzialmente unicellulari appartenenti ai regni dei protisti, monere e funghi; virus e viroidi sono anche considerati microrganismi, poiché contengono DNA o RNA. L'esistenza di microrganismi è stata, quindi, accertata scientificamente solo con l'avvento del microscopio anche se il sospetto dell'esistenza di qualche forma di vita invisibile era supportato dall'infinita varietà di malattie e infezioni che queste coinvolgono in tutti gli esseri viventi: dal batterio all'uomo.

Dalla nascita della microbiologia - la scienza che coinvolge i microrganismi - sono state sviluppate molte complesse tecniche di caratterizzazione per studiare le proprietà dei microrganismi presenti in un dato substrato. I microrganismi possono essere trovati quasi ovunque nella tassonomia e funzioni importanti sono svolte da una singola cellula o da più cellule (non dai tessuti). *Monera* (batteri e cianobatteri) e *Archea* sono entrambi microscopici (da 0,2 μm a 300 μm), mentre solo alcuni eucarioti sono microscopici (protozoi e funghi). Alcuni organismi sono microscopici in un ciclo di vita e macroscopici in altri cicli di vita. Ad esempio, il fungo *Boletus edulis*, o *Boletus edulis*, si è trasformato da una forma di vita unicellulare microscopica (spore, pochi micron) a una forma di vita multicellulare macroscopica (corpo commestibile, carpa, lunga 30 cm). Gli organismi unicellulari sono generalmente aploidi, tranne durante la replicazione (nei batteri, nella schizofrenia o nella fissione binaria; nei funghi, può riprodursi sessualmente o asessualmente). I microbi hanno ottenuto un grande successo nella fermentazione, nei prodotti lattiero-caseari, nei prodotti da forno, nei combustibili, nei cibi cotti, nella biotecnologia, nella ricerca biochimica, nella genetica e persino nelle industrie belliche (armi biologiche). Anche i

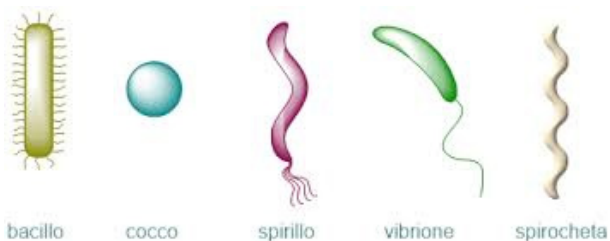
microorganismi svolgono un ruolo importante nell'ecosistema: come decompositori, convertono la materia organica morta, saprofiti, in materia inorganica, molto utile per la sopravvivenza delle piante. Sono fondamentali, inoltre, poiché simbiosi di organismi superiori o inferiori.



I microorganismi si suddividono in quattro gruppi.

I batteri

I batteri sono microbi, organismi molto piccoli, di circa un millesimo di millimetro che, anche se non visibili ad occhio nudo, sono presenti nel nostro corpo. Alcuni di loro vivono negli ambienti più difficili, come i fondali marini o i ghiacciai. I batteri sono procarioti, solitamente unicellulari e il loro ordine di grandezza è micrometri, ovvero circa un milionesimo di metro. Solitamente oscillano tra 0,2 e 10 μm



La forma dei batteri varia in relazione al tipo di batterio considerato:

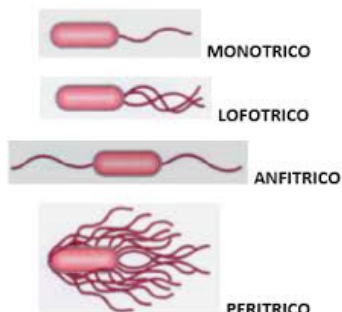
- cocco: sferica
- bacillo: a bastoncello
- vibrioni: a virgola (presentano una curvatura)
- spirilli: a spirale (forma ad elica cilindrica a passo ampio)
- spirocheta: a cavatappi (sinusoidi a passo molto breve)

La riproduzione dei batteri è solitamente asessuata, infatti avviene tramite divisione semplice o divisione binaria; ogni batterio, cellula madre, si divide in due unità, producendo due cellule figlie identiche all'originale. In questo processo si possono formare aggregati batterici dai quali si producono colonie composte da cellule di diverso numero e ubicazione. La riproduzione batterica avviene in due fasi differenti: aumento delle dimensioni del batterio e scissione della cellula madre in due cellule figlie. La crescita della popolazione batterica segue un andamento caratteristico che permette di suddividerla in quattro fasi:

1. periodo di incubazione in cui i batteri sintetizzano le sostanze necessarie per preparare la divisione e la quantità non aumenterà; la sua durata varia da specie a specie ed è correlata alle condizioni ambientali.
2. crescita esponenziale, il momento in cui il numero di batteri raddoppia in un lasso di tempo circoscritto (10-60 minuti), ovvero la crescita logaritmica.
3. stadio fisso in cui i nutrienti sono scarsi e il numero di nuove cellule è uguale al numero di batteri morti.
4. morte che avviene quando il forte calo dei nutrienti provoca la morte di più batteri rispetto alle cellule che sono ancora in grado di riprodursi.



Alcuni batteri sono fissi, quindi incapaci di compiere un movimento autonomo; altri, invece, sono dotati di una mobilità più o meno spiccata. Questi ultimi possiedono sottili peli vibratili, denominati flagelli e a seconda del numero e della posizione di questi flagelli, i batteri si dividono in:



- simbiotici: colonizzano un determinato organismo apportandogli un certo vantaggio (come la flora batterica intestinale);
- commensali: non arrecano né danni né vantaggi;
- patogeni: danneggiano l'organismo producendo tossine lesive per la salute.

Tuttavia, in numero eccessivo molti batteri commensali possono diventare batteri patogeni o colonizzare in tessuti diversi da quelli in cui normalmente esistono (ad esempio, molti batteri intestinali sono la causa di cistite e vaginite).

Oltre alla base della forma, la classificazione dei batteri può anche essere effettuata mediante la colorazione GRAM, una procedura di laboratorio per alcuni semplici trattamenti dei batteri.

Quei pigmenti che reagiscono positivamente e sono colorati di viola scuro sono classificati come GRAM + (GRAM positivi), e viceversa. Quelli che non sono colorati (viola chiaro) sono chiamati GRAM- (gram negativi). La parete gram-positiva è composta per il 90% da peptidoglicano, disposto in più strati e associato a molecole di acido citrico. L'acido coccoico è un polimero di glicerolo o ribitolo legato da un gruppo fosfato, amminoacidi come la D-alanina legati ad esso e zuccheri come il glucosio. A seconda del loro posizionamento, possono essere suddivisi in: acido peptidico murale, che si lega al peptidogli-

cano, e acido lipolitico, che attraversa lo strato di peptidoglicano e si lega ai lipidi di membrana.

Al microscopio elettronico, in alcuni batteri Gram-positivi, c'è uno spazio libero tra la membrana plasmatica e la parete. In questo spazio chiamato periplasma, si pensa che le proteine di membrana eseguano la digestione prima che le molecole nutritive entrino nella cellula.

La forma di Gram + è micobatteri e la sua particolarità è che contiene specifici composti lipidici legati ai peptidoglicani attraverso i carboidrati a livello di parete, chiamati acido micolico, acidi grassi a catena lunga ramificati.

La parete gram-negativa appare al microscopio elettronico multistrato. La membrana esterna è composta da un doppio strato lipidico e da proteine, ma ha anche molecole specifiche. Il lipopolisaccaride come endotossina è formato dalle seguenti sostanze: una struttura lipidica chiamata lipide A, un nucleo polisaccaridico centrale e catene laterali.

Queste molecole LPS hanno le seguenti funzioni:

- creano cariche superficiali negative;
- favoriscono l'adesione a superfici;
- costituiscono una barriera per l'ingresso di sostanze tossiche per le cellule, come antibiotici e sali biliari.

La membrana esterna è ancorata al peptidoglicano attraverso delle lipoproteine. Essa possiede delle porine, proteine che permettono l'ingresso di alcune molecole quali aminoacidi, disaccaridi, nucleotidi, peptidi e vitamine.

Virus

Essendo costituiti da una struttura acellulare chiamata virione, i virus sono tra le più semplici forme microbiche; il virione è composto dal genoma virale e da un rivestimento proteico circondato, in alcuni virus, da un ulteriore involucro esterno lipogliproteico. Hanno diametri compresi tra 20 e 300 nm e sono privi di attività metabolica. I virioni si trovano nell'ambiente come particelle inerti, incapaci di riprodursi. Quando invece, riescono a penetrare in cellule ospiti perdono la struttura di virione, liberano l'acido nucleico e diventano attivi, sfruttando i processi biochimici cellulari per repli-

carsi e produrre nuovi virioni che, usciti dalla cellula infetta, possono ripercorrere il ciclo vitale.

I virus sono **parassiti intracellulari obbligati**, ossia in grado di crescere e riprodursi e quindi in grado di infettare qualsiasi tipo di organismo provocando epidemie importanti. Tra queste possiamo ricordare la “Spagnola”, la grande epidemia influenzale che tra il 1917 e il 1918, si stima, fece decine di milioni di morti.

Architettura del virus

Il virione è costituito da un unico tipo di acido nucleico che può essere il DNA o RNA, circondato dall'involucro proteico chiamato **capside**. Il capsid è composto, a sua volta, da singole proteine ripiegate, dette **protomeri**, che possono associarsi, in numeri di cinque o sei, e formare una struttura morfologica chiamata **capsomero**. L'insieme del capsid e del genoma si chiama **nucleocapsid**. Il virione può contenere, oltre all'acido nucleico, anche altri componenti, soprattutto proteine con funzione enzimatica. All'esterno del nucleocapsid, i virioni di diversi virus hanno uno strato membranoso indicato con l'espressione **pericapsid**. Spesso tale involucro presenta delle protuberanze, a composizione proteica, che sporgono verso l'esterno e facilitano l'adesione delle particelle virali alle cellule ospiti.

I virus che sono dotati di pericapsid sono indicati come **virus rivestiti**, mentre quelli privi del rivestimento esterno sono distinti con l'espressione di **virus nudi**.

Capsid

Esistono tre modelli generali di riferimento per descrivere la struttura del capsid:

1. capsidi elicoidali dall'aspetto filamentoso, di bastoncini rigidi o flessibili disposti secondo le spire di un'elica per cui l'acido nucleico può trovarsi nello spazio cavo interno oppure disporsi secondo l'andamento dell'elica in un alloggiamento definito dai protomeri. L'esempio tipo di capsid elicoidale è rappresentato dal virus del mosaico del tabacco (TMV);

2. capsidi poliedrici di forma sferica: un esempio di capsidi poliedrici è rappresentato dagli *Herpesvirus*, un gruppo di virus molto diffusi che comprende il virus della febbre sulle labbra (HHV1) e quello della varicella (HHV3).
3. capsidi complessi non hanno un'unica tipologia: l'acido nucleico è contenuto nella testa, mentre la coda assolve compiti di adesione all'ospite e d'inserimento in esso del genoma virale. L'esempio tipo di virione complesso è rappresentato dal fago T2, un virus che infetta *Escherichia coli*. In esso la testa, a morfologia icosaedrica, è collegata alla coda attraverso il collo. La coda, formata da una struttura tubolare cava, avvolta da una guaina elicoidale di rivestimento, termina in una piastra basale dotata di caratteristiche spine e fibre.

Un altro modello di struttura complessa è quello dei *Poxvirus* che comprendono il virus del vaiolo. In questo caso il virione è composto da un nucleoide centrale, a forma di disco, all'esterno del quale ci sono dei corpi laterali e un rivestimento complessivo a struttura tubolare.

Pericapside

L'involucro membranoso è un rivestimento accessorio che può avvolgere nucleocapsidi elicoidali o poliedrici. Il doppio strato fosfolipidico del pericapside è di origine cellulare, mentre le proteine presenti in esso sono di origine virale. Spesso si tratta di glicoproteine che oltre a legarsi a specifici recettori cellulari, possono avere funzione antigenica ed enzimatica. In generale, il pericapside aiuta il virus a entrare nella cellula ospite ma li rende anche meno resistenti di quelli nudi alle condizioni ambientali per la maggiore suscettibilità ai solventi che sciolgono i lipidi, agli antibiotici che agiscono sulla membrana, alla temperatura e al PH.

Il pericapside è diffuso tra i virus animali. Un esempio di virus rivestito è quello influenzale che possiede due tipi distinti di spine superficiali:

- la glicoproteina emoagglutinina HA che interviene nell'attacco del virus alla cellula ospite;
- la glicoproteina neuromidasi NA che facilita il rilascio dei nuovi virioni della cellula infettata.

Il genoma

Il genoma presente nei virioni può essere a DNA o RNA, anche se alcuni virus, quali i *retrovirus*, nel corso dell'infezione cellulare possono passare dallo stadio a RNA a quello a DNA. Rispetto agli acidi nucleici cellulari, quelli virali possono essere a doppia o singola elica, lineari o circolari, interi o segmentati.

Il DNA virale può essere a doppia elica indicata con l'abbreviazione ds, o singola elica o ss.

Anche RNA virale può essere a singola elica (ssRNA) o doppia elica (dsRNA).

L'RNA a singolo filamento è ulteriormente distinto in due sottogruppi:

- RNA a polarità positiva che funziona da RNA messaggero;
- RNA a polarità negativa che non è in grado di legarsi ai ribosomi. In diversi virus l'RNA + è dotato del cappuccio all'estremità 5' e della coda poliadenilica all'estremità 3', come gli RNA messaggeri eucariotici.

I virus batterici contengono DNA a doppia elica, quelli vegetali RNA a singolo filamento.

Le modalità di riproduzione dei fagi: il ciclo litico e il ciclo lisogeno

La riproduzione dei virus avviene all'interno di cellule ospiti sensibili, in cui le particelle virali riescono a penetrare. Le informazioni sulle caratteristiche costitutive delle proteine virali dipendono dal genoma virale mentre l'energia e le materie prime occorrenti sono forniti dalle cellule infettate. Al termine della riproduzione le particelle virali escono dalla cellula infettata e possono provocare la morte per lisi in seguito alla rottura della membrana plasmatica. Per queste conseguenze il ciclo riproduttivo dei virus è spesso indicato con l'espressione ciclo litico.

Adsorbimento: ingresso di un virus in una cellula è subordinato all'interazione reciproca e adattativa dei due sottosistemi, il virus da una parte e la cellula ospite dall'altra. I recettori cellulari che i virioni utilizzano per aderire all'ospite hanno altre funzioni. Ad esempio,

nel caso delle cellule animali, possono essere recettori per i neurotrasmettitori o immunoglobuline usate nella difesa immunitaria e, per i batteri, proteine dei flagelli. La specificità dei legami tra i componenti virali recettori cellulari spiega lo spettro di specie biologiche che un virus può infettare e l'instaurarsi dell'infezioni sono in particolari organi o tessuti.

Penetrazione: adesione dei virus ai recettori superficiali delle cellule ospite e inducano una serie di modificazioni che hanno come effetto l'ingresso dei virus nelle cellule. L'entrata nelle cellule bersaglio dell'acido nucleico è tipica dei batteriofagi a struttura complessa che lasciano all'esterno della superficie batterica il capsido vuoto. L'entrata del DNA virale può essere agevolata dalla presenza di proteine che abbiano un'attività litica a livello della piastra basale dei faggi. I virus animali utilizzano due diversi meccanismi per superare la membrana plasmatica per poter entrare nell'ospite. Nell'endocitosi il virione viene inglobato in un vacuolo fagocitico e trasportato all'interno.

Nella fusione, tipica dei virus rivestiti, l'involucro membranoso che avvolge la particella virale si fonde alla membrana plasmatica dell'ospite e aspetta trasferendo all'interno della cellula l'intero nucleo capsido.

Sintesi dei componenti virali: una volta che il genoma è libero, all'interno della cellula ospite, avvengono dei processi che servono per poter andare a creare i vari componenti del virus. Tali processi si svolgono secondo una sequenza definita che inizia tramite l'espressione dei geni virali precoci. I geni precoci contengono le informazioni per la sintesi di:

- proteine regolatrici che servono per attivare i geni della replicazione;
- polimerasi virali che intervengono nella duplicazione degli acidi nucleici;
- molecole che interagiscono con i processi cellulari in modo da evitare i sistemi di difesa e metterli al servizio dei virus;

Assemblaggio: al termine della sintesi di più copie del genoma virale avviene la cosiddetta fase di assemblaggio durante la quale i singoli pezzi vengono uniti per comporre le particelle virali complete.

Uno dei meccanismi di auto assemblaggio meglio conosciuti è quello dei virus del mosaico del tabacco i cui protomeri si dispongono per poter andare a formare due dischi circolari dotati di un foro centrale; successivamente questa struttura si va a legare al RNA virale.

Rilascio della particella virale: per la maggior parte dei virus nudi, il rilascio avviene a seguito della lisi cellulare. Uno degli esempi più conosciuto dei virus liberali per lisi cellulare è quello dei batteriofagi di escherichia coli della serie T. Questi virus contengono i geni che servono per la sintesi di due proteine, una di queste proteine ha la funzione di danneggiare la membrana plasmatica, mentre l'altra proteina ha la funzione di andare a rompere i legami glicosidici NAG-NAM del peptidoglicano.

I virus rivestiti presentano un processo di rilascio chiamato gemmazione. In questo caso i nucleocapsidi che si sono appena formati si avvicinano alla superficie interna della membrana plasmatica; in alcuni casi il rilascio del virione avviene grazie all'azione di specifici enzimi, come la glicoproteina NA dei virus influenzali. Lisogenia è stata la prima forma di permanenza dei virus all'interno delle cellule ospiti: riguarda il sistema fago-cellula batterica. Il genoma virale integrato viene chiamato profago e viene replicato come un qualsiasi gene batterico e viene trasmesso alle progenie con la divisione cellulare. I batteri che vanno ad ospitare il profago sono detti lisogeni, mentre l'espressione fago temperato indica un virus in grado di andare ad originare un ciclo lisogeno.

Funghi

I funghi sono organismi chemioeterotrofi privi di clorofilla e non fotosintetici, adatti ad ambienti ricchi di sostanze organiche come il suolo, gli alimenti, i frutti degli alberi. Sono un raggruppamento piuttosto compatto; per distinguerli si usano i termini di **micromiceti** per lieviti e muffe e **macromiceti** per i funghi a cappello.

I funghi posseggono una parete rigida contenente i chitina, glucani, glicoproteine e raramente cellulosa. La chitina è un polimero formato dalla lunga catene di N-acetilglucosamina, mentre i glucani sono polimeri del glucosio. Nella membrana cellulare è presente

l'ergosterolo che sostituisce il colesterolo delle cellule animali. La maggior parte dei funghi ha un tallo filamentoso chiamato **micelio** formato da un intreccio di ife che possono allungarsi espandendo una massa citoplasmatica continua e multinucleata che determina strutture dette **cenocitiche**.

La parte del micelio con funzioni di nutrizione sostegno è detto 'micelio vegetativo'. Le ife che formano le cellule riproduttive si accrescono al di sopra della superficie del substrato andando a formare il cosiddetto **micelio aereo**. Alcuni funghi, soprattutto patogeni, sono dimorfi in quanto possono assumere, a seconda dei fattori nutrizionali e delle condizioni ambientali di temperatura, una struttura unicellulare o filamentosa andando ad originare catenelle di cellule che non si staccano dalla cellula madre (pseudoife). Dal punto di vista metabolico, i funghi sono organismi chemioorganotrofi che nella maggior parte dei casi vivono in presenza di ossigeno e si procurano energia attraverso la respirazione. I funghi si riproducono asessualmente e sessualmente; in molte specie due tipi di produzione sono entrambi presenti nel ciclo vitale. La riproduzione asessuale dei funghi può avvenire secondo una delle seguenti modalità : produzione di spore, frammentazione del micelio, gemmazione e scissione binaria.

Protozoi

I protozoi costituiscono il gruppo di microrganismi eucarioti. Essi sono organismi unicellulari chemioeterotrofi che assumono il cibo per ingestione; possono anche originare colonie o vivere in simbiosi con un'ampia gamma di ospiti. La loro cellula, oltre a contenere i tipici organuli degli eucarioti, possiede anche un certo grado di differenziamento con strutture uniche morfologicamente e funzionalmente distinte. Non posseggono una vera e propria parete cellulare: nei ciliati la membrana è pluristratificata e forma una pellicola che funge da supporto alle ciglia. Diverse specie sono dotate di gusci o scheletri caratterizzati chimicamente dalla presenza di silice, carbonato di calcio, proteine simili alla chitina, di forma variabile e spesso trasparenti. Il movimento avviene secondo tre modalità differenti: la creazione di flussi pro-

toplasmatici; emissioni di pseudopodi; presenza di ciglia flagelli. Per mezzo del movimento i protozoi si procurano il cibo e sfuggono ai predatori. Alcuni protozoi, in particolare i parassiti, non hanno strutture di movimento; probabilmente perché, trovando nell'ospite un ambiente ricco di nutrienti, non sono costretti a muoversi alla ricerca di cibo. Le molecole vengono assorbite attraverso la diffusione e il trasporto attivo oppure per fagocitosi. I procarioti ameboidi, ad esempio, utilizzano gli pseudopodi per catturare le particelle di cibo che vengono inglobate in un **vacuolo alimentare** con cui si fonde un lisosoma contenente gli enzimi digestivi che degradano le particelle in piccole molecole. I protozoi flagellati e ciliati utilizzano le appendici filiformi per creare correnti d'acqua che favoriscono l'approvvigionamento del cibo. Spesso, in questi microrganismi, esiste una struttura specializzata per la fagocitosi chiamata **citostoma** che funziona ad apertura boccale. Il cibo ingerito attraverso il citostoma passa in un'inflessione del citoplasma detta **citofaringe** e giunge in un vacuolo digestivo. Anche l'eliminazione dei materiali di rifiuto può avvenire attraverso orifizi specializzati della superficie cellulare chiamati citopige. La maggior parte dei protozoi ha metabolismo aerobico; alcuni, però, sono anaerobi obbligati o aereotolleranti per cui possono vivere nell'intestino degli animali o in sedimenti anaerobici. Essi si riproducono mediante riproduzione sessuata basata sulla mitosi avviene per fissione binaria o gemmazione. Alcuni protozoi, invece, come i plasmodi della malaria, fanno una divisione multipla, detta schizogonia, per cui si formano più nuclei prima della cessione del citoplasma e la separazione delle numerose cellule figlie. Altri si riproducono mediante la riproduzione sessuata che si realizza per coniugazione.

SARS-CoV-2

Nel mese di dicembre 2019, nella città di Wuhan, in Cina, si sono riscontrati i primi casi di pazienti che mostravano sintomi di una "polmonite di causa sconosciuta"; si è pensato che tutto ciò fosse collegato alla vendita di vari animali, tra cui i pipistrelli (potrebbero essere la causa della trasmissione del virus all'uomo). Il cep-