

Il **regno dei funghi**, detti anche miceti, comprende numerosi organismi unicellulari, eucarioti e pluricellulari. All'interno del suddetto regno, che comprende anche lieviti e muffe, troviamo organismi che non rappresentano un gruppo monofiletico, questo perchè molti membri non sono riconducibili alle caratteristiche morfologiche tipiche dei veri funghi. Infatti sono presenti anche i "funghi" affini a protozoi" e i "funghi affini ad alghe eteroconte".

I funghi vennero considerati per molto tempo facenti parti del regno vegetale, attualmente invece si ritiene che derivino da un antenato comune ai [metazoi](#), dai quali poi si sono separati.

### Caratteristiche generali dei funghi

Sono state riconosciute circa 75000 specie ma si pensa che siano in realtà tra le 800000 e le 1500000. Analizziamo ora le caratteristiche generali ponendo l'attenzione sul tallo, sulle strutture vegetative specializzate e sulle strutture riproduttive.

#### Il tallo

Rappresenta il corpo vegetativo, questo è generalmente filamentoso e composto da filamenti detti *ife*, che costituiscono il *micelio*. Distinguiamo inoltre talli di tipo *lievitoide*. Esistono anche dei funghi che invece possono passare da un tipo all'altro al variare delle condizioni ambientali, sono detti *funghi dimorfici*.

Le pareti che delimitano il tallo di un fungo sono molto sottili e presentano strutture stratificate e chimiche complesse, queste sono dotate di polimeri fibrillari all'interno e polimeri amorfi a costituire la matrice. Il componente principale è la *chitina*, un polimero di N-acetilglucosamina, organizzato in microfibre. Altri componenti sono gli *alfa-glucani* e i *chitosani*. Nei lieviti la chitina è scarsamente presente, prevalgono dunque i *mannani*. E' assente anche negli *oomiceti*, dove prevale un polimero cellulosa-simile organizzato non in fibre ma in una matrice amorfa, come nelle alghe (gli oomiceti sono i "funghi" affini ad alghe eteroconte).

Le cellule costituenti le ife possono essere multinucleate, dette *asettate* o *cenocitiche*, oppure *settate*. Negli **ascomiceti** e nella maggior parte dei funghi anamorfici il setto non è completo ma dotato di un *poro centrale* che consente la continuità citoplasmatica; sono presenti i [corpi di Woronin](#) che occludono i pori in caso di danneggiamento delle ife, ad isolare ogni cellula. Nei **basidiomiceti** il setto è detto *doliporo*, il cui poro centrale è piccolo abbastanza da impedire la migrazione degli organuli, le estremità del setto sono rigonfie e sovrastate da cappe emisferiche membranose, dette *parentesomi*.

### Peculiarità dei funghi

- *ergosterolo*, questo sostituisce il ruolo e le funzioni che il colesterolo esplica negli animali
- i nuclei dei funghi sono molto più piccoli di quelli vegetali ed animali
- i cromosomi spesso non condensano durante la mitosi
- i centrioli sono presenti solo nei gruppi con elementi flagellati
- le tubuline sono diverse da quelle animali e vegetali

### Strutture vegetative specializzate e strutture riproduttive

I funghi hanno una crescita esclusivamente apicale, nuove pareti vengono sintetizzate solo all'apice, dove sono presenti *vescicole di parete* che si fondono col plasmalemma apicale riversando il proprio contenuto all'esterno della parete nascente. Sotto l'apice, le ife tendono a ramificarsi andando ad occupare gli spazi liberi formando colonie. Più ife possono organizzarsi insieme a formare strutture più o meno complesse, come i *cordoni miceliari* e gli *sclerozi*, strutture di riserva e resistenza che si sviluppano col compattarsi delle ife e talvolta fusione (*anastomosi*).

In uno sclerozio maturo, le ife esterne sono rigonfie e ricche di melanina. Porzioni di micelio frammentati possono generare nuovi miceli se in condizioni favorevoli. I funghi però possono riprodursi sia per via asessuale che sessuale tramite la produzione di *spore*. Nei phyla *Oomycota*, *Chytridiomycota* e *Zygomycota* le spore asessuali sono *sporangiospore*, cioè prodotte all'interno di una struttura chiusa apicale, lo *sporangio*. Lo sporangio è delimitato dall'ifa sottostante da un setto, inizialmente è multinucleato ma, differenziandosi attraverso un processo detto *clivaggio*, si formano delle membrane, e i nuclei diventano spore.

Nei funghi *zoosporici* (*Oomycota*, *Chytridiomycota*, *Plasmodiophoromycota*, le sporangiospore sono mobili, dotate di flagelli e prive di pareti (*zoospore*); negli *Zygomycota* invece, non hanno flagelli, sono immobili e provvisti di parete. Nei phyla *Ascomycota* e *Basidiomycota* e nei funghi anamorfici le spore asessuali sono *conidi*, spore non prodotte, cioè, all'interno di un *conidiangio*, non flagellate e dotate di parete.

Una modalità di *conidiogenesi* vede un tratto ifale settarsi intensamente fino a frammentarsi in segmenti uninucleati conidici. Un'altra modalità coinvolge le cellule a fiala (*fialidi*) in una sorta di gemmazione: viene prodotto un primordio come rigonfiamento all'apice di un fialidio che poi matura in conidio quando delimitato da un setto. Il processo si ripete e i conidi aderiscono in lasse catene portate su

strutture erette (*conidiofori*). Questo aiuta la dispersione aerea che è tipica per i funghi.

Le spore sessuali invece, sono prodotte diversamente in ogni phylum. Il modo maggiormente complesso si riscontra in grandi *sporofori* di ascomiceti e basidiomiceti, che possono avere le ife specializzate in *generative*, *scheletrali* e *connette*.

### Meccanismi di variabilità genetica

Generalmente i nuclei dei funghi sono aploidi, condizione che può essere comunque complementata da sequenze presenti in altri nuclei; infatti i veri funghi sono considerati diploidi funzionali. La compresenza di nuclei geneticamente diversi è definita *eterocariosi*, mentre una colonia contenente solo nuclei geneticamente uguali è detta *omocariotica*.

La situazione omocariotica può essere ripristinata attraverso la produzione di spore uninucleate oppure con la formazione di un ramo in cui passa un solo tipo di nucleo che effettua mitosi. Molti funghi hanno riproduzione sessuale, ma quasi sempre non vengono prodotti gameti unicellulari discreti, piuttosto due ife possono fondersi, purché siano compatibili. Le ife non sono distinte in maschili o femminili ma possono essere geneticamente diverse, cioè di diverso *mating-type* (tipo di polarità sessuale) indicabile come + e -, possono fondersi solo due segni opposti.

Tuttavia, la *plasmogamia* non è seguita immediatamente dalla *cariogamia*, infatti in alcuni funghi essa è ritardata e possono venirsi a formare ife contenenti coppie dei due tipi nucleari (*dicarion*) che prolifereranno per mitosi sincrone. Queste ife potranno fondersi con altre ife dicariotiche ma alla fine ogni coppia si fonderà e daranno un nucleo zigotico diploide, che subirà meiosi. In altri funghi (*Aspergillus nidulans*) è presente un *ciclo parasessuale*, cioè due nuclei in un micelio possono fondersi a formare un nucleo diploide che avrà mitosi e, raramente, crossing-over mitotico. Nelle successive mitosi si può verificare una non-disgiunzione dei cromosomi, con formazione di nuclei *aneuploidi* che perderanno, nelle successive mitosi, altri cromosomi fino a ripristinare la condizione aploide. Se il ciclo parasessuale avviene sui nuclei che entreranno a far parte dei conidi, questi nuclei avranno un corredo genetico diverso dai nuclei originali e questo potrebbe essere l'unico meccanismo di ricombinazione genetica nei funghi anamorfici.

### Nutrizione

Tutti i funghi sono eterotrofi, possono assumere piccole molecole in soluzione assorbendole dalla parete, ma possono anche degradare esternamente molecole

più complesse tramite la secrezione di enzimi digestivi. Possono degradare anche sostanze di origine artificiale (*xenobiotici*), perciò sono i più grandi degradatori conosciuti. A seconda dello stato del carbonio che assorbono, i funghi si dividono in:

- **saprotofi**, si nutrono di materiale organico morto, decompongono la cellulosa e mineralizzano la lignina;
- **simbionti**, ricavano nutrimento da organismi viventi, stabilendo con loro interazioni di reciproco vantaggio, possono definirsi *mutualisti* o *patotisti*;
- **parassiti**, ricavano nutrimento da altri esseri viventi con vantaggio unilaterale e possono essere ulteriormente distinti in *biotrofi* (se entrano in contatto con le cellule ospiti senza ucciderle) e in *necrotrofi* (se uccidono e invadono le cellule ospiti utilizzando le risorse così liberate)

Oltre al carbonio, comunque, i funghi hanno bisogno anche di altri nutrienti (*macronutritivi*), con l'eccezione del calcio (che è, solo nei funghi, *micronutritivo*). Quasi tutti i funghi assimilano azoto in forma ammoniacale, altri possono assumere e ridurre nitrati e nitriti, mentre altri ancora non possono utilizzarlo in forma inorganica e richiedono aminoacidi.

### Metabolismo e fisiologia

I funghi si sono evoluti in maniera molto versatile e sono in grado di adattarsi a moltissime e diverse condizioni ambientali. Alcuni possono vivere sia in presenza sia in assenza di ossigeno, grazie al passaggio ad un *metabolismo fermentativo*. Inoltre, i funghi possono attuare un *metabolismo secondario* atto alla produzione di prodotti non essenziali per la crescita ma che possono fungere da sistemi di protezione contro agenti esterni.

- Leggi anche: [Fermentazione: Saccharomyces cerevisiae](#)

Spesso, la produzione di metaboliti secondari ha riscontri positivi per l'uomo, poiché possono avere grandi capacità farmacologiche (come le *penicilline*, prodotte da *Penicillium chrysogenum*), ma anche negative (come la mortale *Amanita phalloides*). Le cosiddette *micotossine*, prodotte da alcuni funghi, sono molto pericolose per l'uomo. Un esempio sono le *aflatossine*, prodotte da *Aspergillus flavus*, che sono le sostanze più cancerogene che si conoscano.

Essendo anche agenti di deterioramento, essi sono pericolosi anche per la capacità di tollerare condizioni ambientali estreme. Funghi *psicrofili* crescono a temperature pari o inferiori a 0°C e non oltre 20°C circa, mentre funghi *termofili* sopravvivono a temperature pari o superiori a 50°C, con un limite inferiore di circa 20°C e mai sopra

i 62-65°C. I funghi sono, inoltre, gli organismi più *xerofili* che esistano, possono sopravvivere in condizioni di estrema disidratazione. Questi funghi accrescono in substrati secchi come gelatine, marmellate, granaglie, frutta secca, carni e pesci salati, e producono nel citoplasma quantità elevate di *polioli* (*mannitolo*) i cui gruppi idrossile sostituiscono parte dell'acqua di idratazione necessaria.

### Funghi affini a protozoi

Seppur siano studiati dai micologi, l'unica loro affinità con essi è la produzione di spore dotate di parete, anche se con una composizione chimica diversa. Nei *Myxomycota* il tallo è formato da un protoplasma privo di parete multi nucleato (*plasmodio*) che può migrare sul substrato come un'ameba. Il plasmodio, che può fagocitare materiale particolato, si trasforma in strutture riproduttive se in condizioni favorevoli. Le spore germinano producendo *mixamebe* o *cellule flagellate*, e quando due di esse si fondono, si forma un nuovo plasmodio che diventa plurinucleato. Nei *Plasmodiophoromycota*, il tallo plasmodiale all'interno dell'ospite differenzia in *zoospore* con due flagelli lisci, che a fine ciclo diventano *spore di resistenza* (*resting spore*). I più importanti membri del gruppo sono *Plasmodiophora brassicae*, *Spongospora subterranea* e specie di *Polymyxa*, parassiti nelle radici di molte piante e vettori di importanti virus fitopatogeni.

### Funghi affini alle alghe eteroconte

Sono detti *pseudofunghi* perché differiscono per molti caratteri dai veri funghi e vengono classificati nel taxon *Stramenopili*, insieme alle alghe eteroconte. Questi caratteri sono:

- **strutturali**, presenza di flagelli piumosi e di dittiosomi
- **biochimici**, presenza di cellulosa, di steroli simili ai fitosteroli e di tubuline particolari
- **genetici**, hanno nuclei diploidi e sequenze simili a quelle delle alghe gialle e brune

In compenso, hanno perso la capacità di sintesi della clorofilla e hanno spore asessuali con flagelli piumosi (*zoospore*).

Il phylum *Oomycota* è il più numeroso e comprende specie acquatiche e terrestri, spesso saprotrofe o parassite o neurotrofiche. La riproduzione asessuale vede in genere la produzione delle zoospore per clivaggio negli sporangi ed il rigonfiamento dell'ifa con formazione di un *oogonio* con uno o più nuclei diploidi che subiscono meiosi e che vengono circondati da distinte regioni protoplasmatiche (*oosfere*).

L'*anteridio*, l'organo sessuale maschile, prende contatto con l'oogonio e si fonde con esso. I nuclei maschili dell'anteridio migrano nell'oogonio e fecondano le oosfere. Si formerà uno zigote diploide che maturerà in *oospora* a parete resistente.

## Veri funghi: Regno Fungi

### Phylum *Chytridiomycota*

È l'unico phylum con elementi flagellati, comprende poco più di 900 specie. I membri di questo phylum hanno un tallo unicellulare o costituito da un micelio cenocitico ramificato dicotomicamente. In entrambi i casi sono presenti rizoidi per ancorarsi al substrato e per assorbirne nutrienti. Alcune specie hanno cicli vitali con alternanza aploide-diploide. La riproduzione sessuale prevede la fusione dei gameti maschili e femminili mobili, anche se nelle specie più evolute l'unico mobile è il maschile. I membri dell'ordine delle *Neocallimastigales* sono gli unici funghi anaerobi obbligati noti. Alcuni di questi funghi sono saprotrofi d'acqua dolce o in terreni umidi, mentre altri sono parassiti di alghe, nematodi o altri funghi. Alcuni sono seri patogeni vegetali (*Synchytrium endobioticum*, agente della rogna nera della patata).

### Phylum *Glomeromycota*

Contiene circa 150 specie, sono tra i più abbondanti nei suoli. Stabiliscono infatti simbiosi mutualistiche con le radici dell'80% delle piante terrestri. La loro origine sembra essere molto antica (circa 460 milioni di anni fa) e sarebbe stata la simbiosi con questi funghi a consentire la colonizzazione delle terre emerse da parte dei vegetali.

### Phylum *Zygomycota*

Sono i tipici funghi terrestri, generalmente saprotrofi su residui vegetali e animali del suolo. Fungono da pionieri poiché vengono seguiti da specie in grado di sfruttare le sostanze più complesse non degradate. Alcuni hanno potenti capacità enzimatiche e possono demolire la chitina. Le spore asexuali sono sporigospore non flagellate, mentre quelle sessuali (*zigospore*) derivano dalla plasmogamia di ife specializzate. Invece, la riproduzione sessuale avviene quando due individui di mating-type diverso entrano in contatto. Se questo accade, ogni micelio produce brevi rami multi nucleati (*zigofori*) che si accrescono verso i rami dell'altro individuo fino ad entrare in contatto e a dissolvere le pareti ifali nel punto d'incontro, cui seguono plasmogamia e appaiamento e successiva fusione dei nuclei. Questo forma uno *zigosporangio*, con nuclei diploidi, che evolve in *zigospore*, fornita di una spessa

parete. All'arrivo di condizioni favorevoli, la zigospora germina e subisce meiosi, producendo uno sporangio in grado di rilasciare nuove spore aploidi.

### **Phylum Ascomycota**

E' il più ampio gruppo di *Fungi* con 33000 specie accomunate dalla presenza di aschi, da strutture sacciformi sede di cariogamia e meiosi e dalla formazione di meiospore (*ascospore*). Questi funghi sono, per il grande numero, molto variegati ed in grado di vivere in ambienti molto diversi. Il tallo è generalmente miceliare settato, ma può essere anche lievitoide. Gli sporofori in questo gruppo si chiamano *ascomi* e presentano una regione fertile contenente gli *aschi*, ed una regione sterile. La germinazione delle spore aploidi origina miceli settati che permettono il passaggio dei nuclei aploidi. A sessualmente, questo micelio può produrre conidi, mentre sessualmente avviene la plasmogamia tra due organi differenziati di due individui compatibili: l'*anteridio* (maschile) e l'*ascogonio* (femminile).

La cariogamia non segue immediatamente, perciò si formano dicarion che popoleranno le ife originanti dall'*ascogonio* (*ife ascogene*). Queste ife si ripiegheranno in una struttura ad uncino (*crozier*). A questo punto, i dicarion si divideranno per meiosi e il compartimento dove ciò avviene si trasforma in asco. I quattro nuclei venutisi a creare si dividono ancora per mitosi e si separano tra loro con la formazione di pareti, diventando *ascospore*. Possono esservi casi in cui ci sono più mitosi, perciò il numero di *ascospore* può essere molto superiore a 8. Le *ascospore* possono essere, infine, liberate in diversi modi: espulse attivamente tramite un poro all'apice dell'asco o anche con la semplice istruzione della parete stessa di esso.

Gli ascomi possono essere di diverse morfologie:

- il *cleistotecio* è globoso e privo di aperture, e gli aschi al suo interno sono disposti in modo disordinato;
- il *peritecio* è piriforme con un'apertura apicale, gli aschi sono disposti in un imenio;
- l'*apotecio* è aperto, spesso a coppa, con l'imenio nella parte concava, anche se alcuni possono essere leggermente diversi.

Negli ascomiceti lievitoidei la riproduzione asessuale avviene per gemmazione o fissione.



## Phylum *Basidiomycota*

Comprende circa 30000 specie accomunate dalla presenza del *basidio*, struttura simile sia morfologicamente che funzionalmente all'asco. Il tallo è miceliare con setto doliporo, ma esistono anche basidiomiceti lievitoidei. Una basidiospora produce un micelio settato aploide, detto *micelio primario*. All'incontro tra due miceli primari compatibili avviene la plasmogamia tra due ife normali (*somatogamia*). I nuclei compatibili si appaiano ed il micelio diventa *secondario*, questa fase (detta dicariotica) può persistere per anni, con la presenza di un dicarion in ogni compartimento ifale. A questo punto, regioni del micelio secondario differenziano in sporofori di morfologia varia.

La regione fertile del basidioma si organizza in zone tubulari o lamellate, tappezzate dell'imenio recante i basidi. Dopo la cariogamia e la meiosi, i quattro nuclei aploidi vengono portati all'esterno del basidio da propaggini. In questo gruppo sono molti i funghi d'interesse alimentare (come alcuni membri del genere *Boletus*, di cui fanno parte anche i funghi porcini, *Boletus edulis*, mentre altri dello stesso genere sono velenosi, *Boletus satanas*).

## Funghi anamorfici (Deuteromiceti)

Si riproducono per lo più con la produzione di conidi, quindi asessualmente. Sono affini ad ascomiceti e basidiomiceti e infatti, in coltura, possono produrre strutture sessuali tipiche di questi due gruppi. Si crea una connessione, quindi, tra l'*anamorfo* (*fase conidica*) ed il *teleomorfo* (*fase sessuale*), che significa che il deuteromicete rappresenta, la fase asessuale di un ascomicete o basidiomicete.

L'insieme delle due fasi è detto *olomorfo* e il fungo viene ordinato basandosi sul teleomorfo. Oltre alle strutture sessuali, l'ultrastruttura dei setti e sequenze del DNA riconducono a parentele con gli ascomiceti. I funghi anamorfici sono tra i più diffusi: *Penicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aureobasidium* sono comuni funghi saprotrofi del suolo, mentre altri sono entomopatogeni (*Beuveria*, *Metarhizium*) o micoparassiti (*Trichoderma*).

**Attenzione:** I nostri PDF a volte non contengono tutto il materiale presente nell'articolo originale o potrebbero non essere aggiornati.

Articolo completo: <https://www.biopills.net/articoli/ripassiamo-aiuto-studio/botanica/regno-dei-funghi/>