

FUNGHI

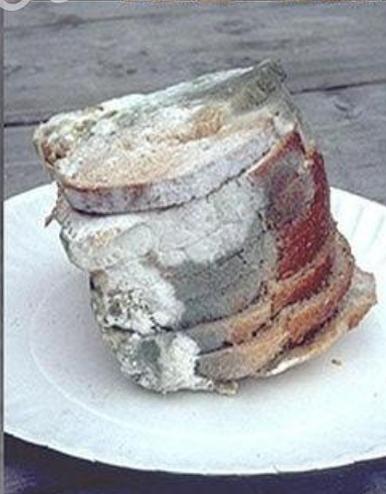
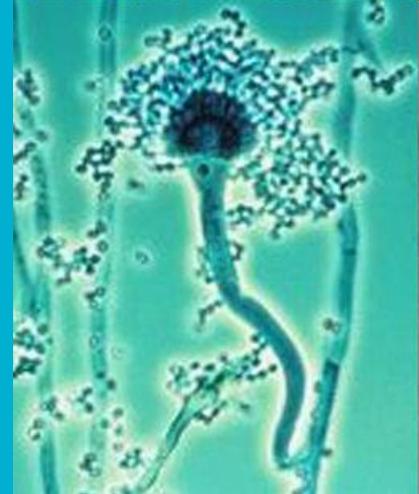


MORFOLOGIA, REPLICAZIONE, CLASSIFICAZIONE

FUNGHI

INDICE

1. [Descrizione](#). morfologia, metabolismo e ciclo riproduttivo
 2. [Classificazione](#)
 3. [Mixomiceti](#)
 4. [Microsporidi](#)
 5. [Chitridi](#)
 6. [Blastocladiomiceti](#)
 7. [Neocallimastigomiceti](#)
 8. [Glomeromiceti](#)
 9. [Ascomiceti](#)
 10. [Basidiomiceti](#)
 11. [I video](#)
 12. [Photo credits](#)
-



MORFOLOGIA, METABOLISMO E CICLO RIPRODUTTIVO

Procedendo nel senso delle lancette dell'orologio dall'angolo in alto a sinistra:

- 1) *Amanita muscaria*
(basidiomicete)
- 2) *Sarcoscypha coccinea*
(ascomicete)
- 3) Pane ammuffito
- 4) Chitride
- 5) *Aspergillus conidiophore*

DESCRIZIONE

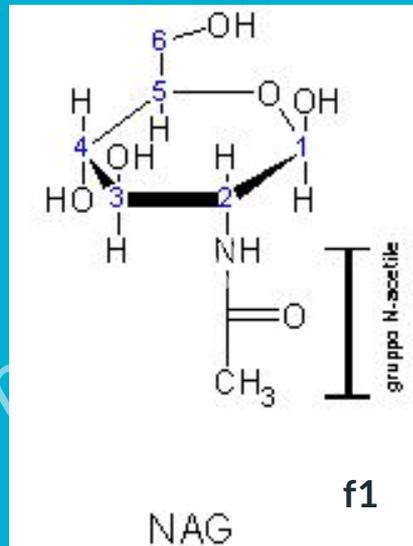
I funghi sono organismi uni- e pluricellulari, eucarioti ed eterotrofi.

Per lo più sono saprofiti e quindi vivono in ambienti ricchi di sostanze in decomposizione di cui si nutrono.

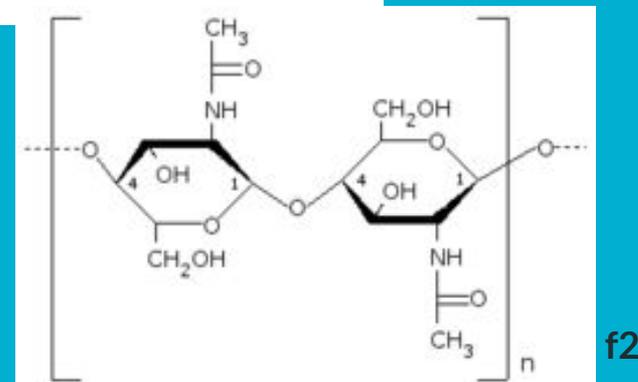
Inoltre non hanno tessuti differenziati e si riproducono attraverso spore.

DESCRIZIONE

Le loro cellule sono caratterizzate da una parete cellulare formata prevalentemente da β -glucani (sostanza non cellulosa quindi) e da chitina (polimero della N-acetil glucosammina la stessa unità che forma il peptidoglicano dei batteri)

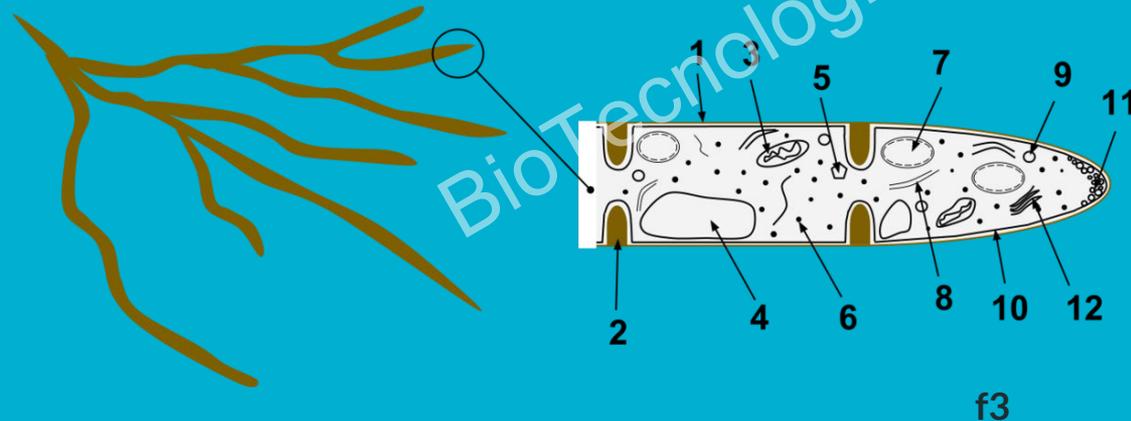


Di lato la formula della N-acetil glucosammina.
Di sotto la formula della chitina, che forma anche lo scheletro degli artropodi.



DESCRIZIONE

Le cellule, allungate, sono spesso inserite, una dietro l'altra, in una struttura filamentosa che prende il nome di **ifa**. Va ricordato però che esistono anche ife unicellulari.



1. Parete cellulare
2. Setto
3. Mitocondrio
4. Vacuolo
5. Cristallo di ergosterolo
6. Ribosoma
7. Nucleo
8. Reticolo endoplasmatico
9. Incluso lipidico
10. Membrana cellulare
11. Spitzenkörper
12. Apparato di Golgi

DESCRIZIONE

Nella slide precedente ho riportato l'immagine di una tipica cellula dei funghi che si associa ad altre per formare l'ifa. Le cellule sono separate da setti che possono essere completi o meno.

Nella didascalia dell'immagine ho citato l'**ergosterolo**.

Si tratta di un precursore della vitamina D₂ che sostituisce nella membrana cellulare dei funghi il colesterolo presente normalmente negli eucarioti.

DESCRIZIONE

Inoltre, sempre nell'immagine di riferimento della struttura cellulare, c'è un organulo chiamato **Spitzenkörper**

Questa struttura, sotto forma di vescicole, è presente nelle estremità delle ife durante la fase di germinazione e anche nelle successive fasi di accrescimento e morfogenesi delle ife.

DESCRIZIONE

Le ife si intrecciano a formare il corpo dei funghi (**micelio**).

A sinistra:
micelio visibile
ad occhio nudo

A destra micelio
al microscopio
in cui si possono
notare le ife
intrecciate.
L'area
corrisponde ad
 1 mm^2



f4

f5

DESCRIZIONE

In realtà si dovrebbe parlare di:

- ❖ micelio vegetativo che ha lo scopo di aderire al substrato e assorbire acqua e sostanze nutritive
- ❖ micelio riproduttivo che è formato da ife specializzate che portano gli elementi riproduttivi (spore)

DESCRIZIONE

—
A seconda dei funghi i due miceli costituiscono parti molto diverse.

Ad esempio nel Boletus aereus dell'immagine (Basidiomicete) il micelio riproduttivo è tutta la parte che vediamo sporgere dal terreno.



DESCRIZIONE

Mentre il micelio vegetativo si dirama nel suolo a diversi centimetri di profondità.

Particolari precauzioni quindi devono essere prese quando si raccolgono questi funghi per evitare di danneggiarli.

Non a caso ci vuole il patentino!



DESCRIZIONE

Vediamo ora la riproduzione.

Avviene per **spore** che possono essere molto diverse (sono un criterio di classificazione importante).

La riproduzione può essere:

- ❖ asessuata
- ❖ sessuata

BioTecnologie Sanitarie.it

DESCRIZIONE

Riproduzione asexuata

Le spore derivano da un processo di mitosi. Le modalità principali sono la gemmazione, la frammentazione delle ife ...

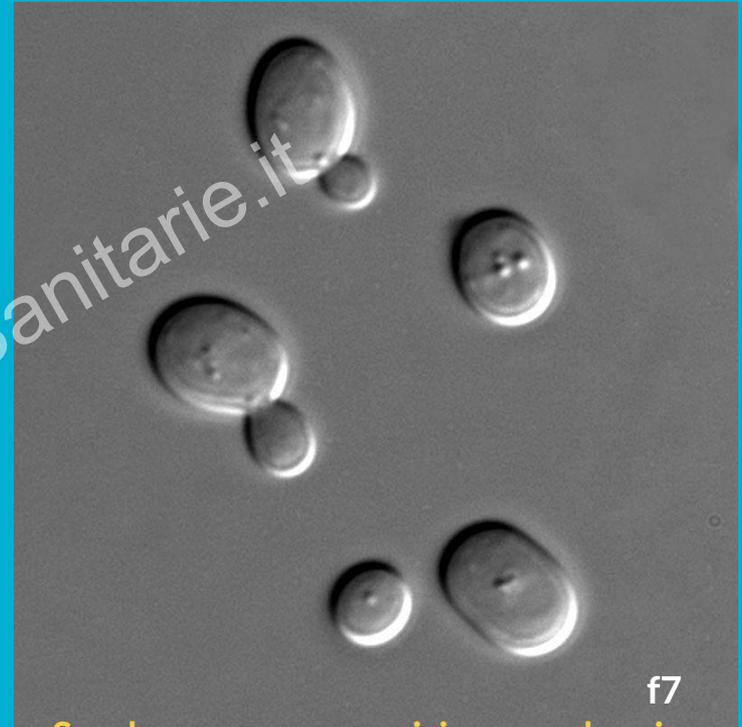
La gemmazione, tipica dei lieviti come *Saccharomyces cerevisiae* (foto nella diapositiva successiva), comporta:

- ❖ la duplicazione del nucleo (senza la formazione del fuso mitotico)
- ❖ la formazione di una protuberanza in cui si inserisce uno dei nuclei prodotti e il suo distacco

DESCRIZIONE

Riproduzione a sessuata

Ovviamente la gemmazione è diversa dalla scissione perché ciò che deriva dalla gemma si porta dietro una quantità di citoplasma minore come si può vedere nella foto.

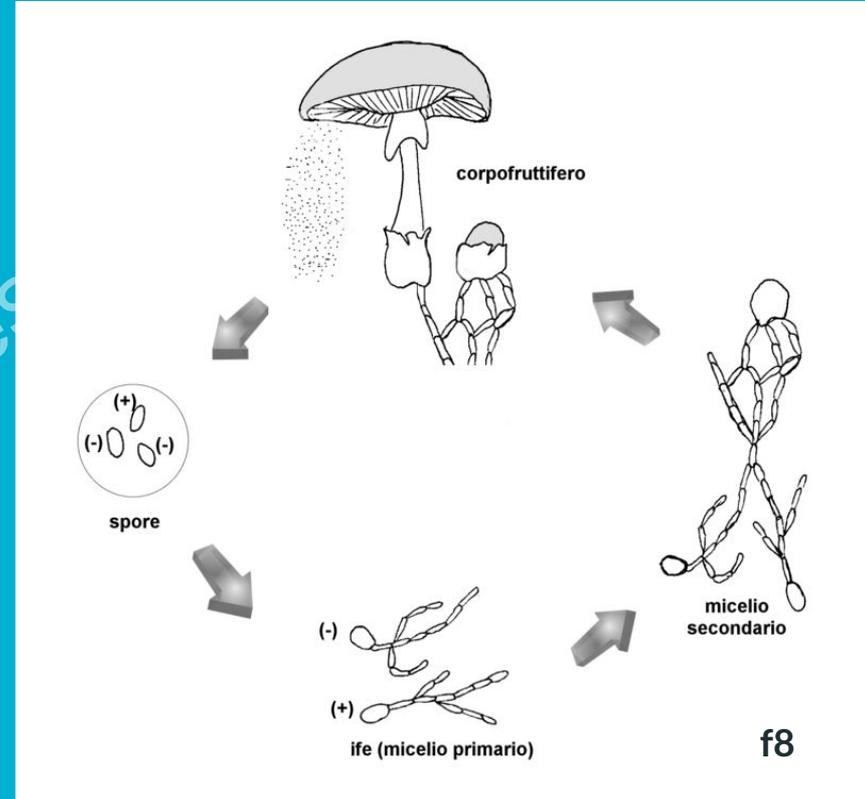


Saccharomyces cerevisiae con alcuni individui in gemmazione

DESCRIZIONE

Riproduzione sessuata

In questo caso le spore derivano da un processo di meiosi. Nei Basidiomiceti della figura le spore, aploidi, vengono poi diffuse grazie al vento, all'acqua, agli insetti, all'uomo. Cadute al suolo germinano, cioè emettono ife solo se trovano le condizioni ideali.

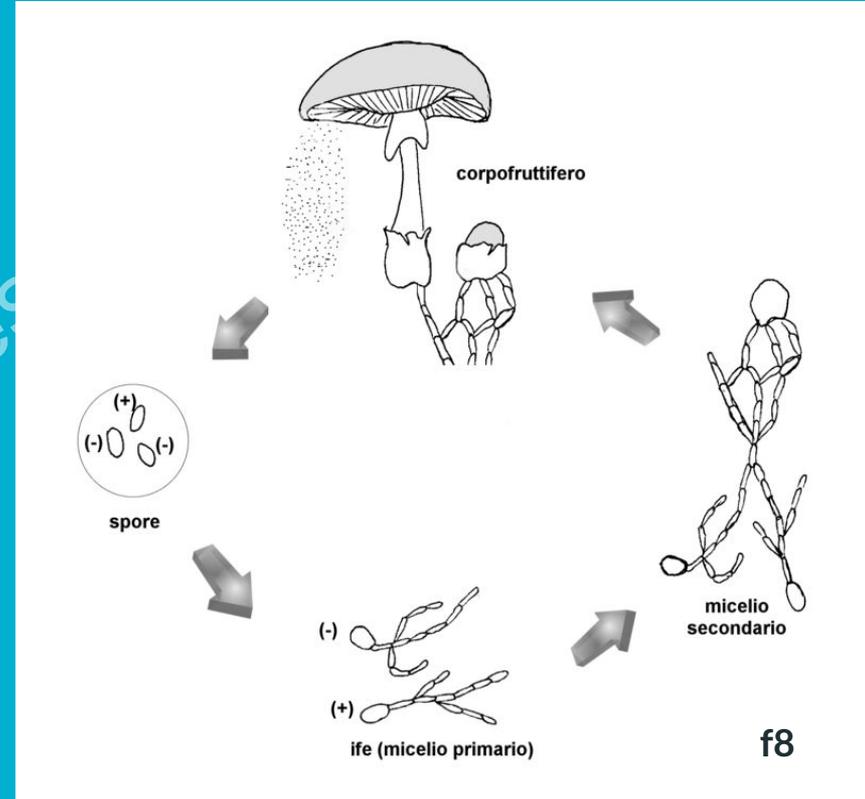


DESCRIZIONE

Riproduzione sessuata

L'accrescimento delle ife e quindi del micelio primario avviene grazie allo Spitzenkörper che abbiamo già citato.

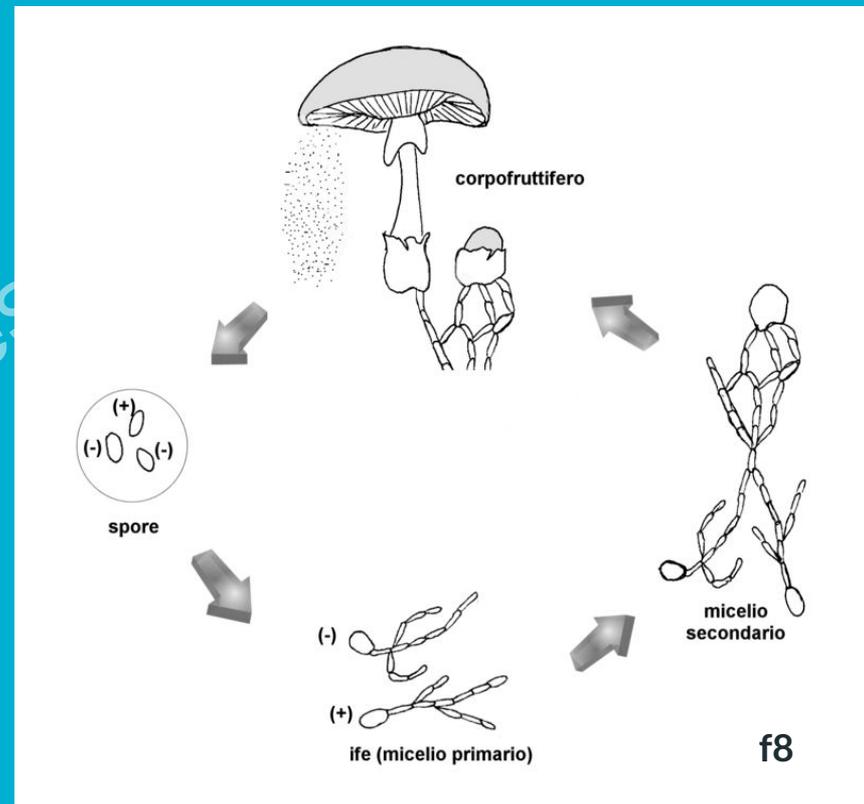
Le spore hanno opposta polarità sessuale (+ e -). Quindi originano due tipi di micelio primario.



DESCRIZIONE

Riproduzione sessuata

Per poter completare il ciclo vitale del fungo bisogna riorganizzare un individuo diploide e questo può avvenire solo quando due ife a polarità opposta si uniscono ricreando il micelio riproduttivo in cui si verificherà la formazione di spore aploidi per meiosi.



DESCRIZIONE

Riproduzione sessuata

Quanto abbiamo visto è tipico dei Basidiomiceti, i funghi che andiamo a cercare nei boschi.

Ma cosa avviene nei lieviti o nelle muffe (Ascomiceti) che ci interessano più da vicino in campo microscopico?

La differenza sostanziale sta nel fatto che quando si uniscono i due miceli primari non si verifica subito la fusione dei nuclei.

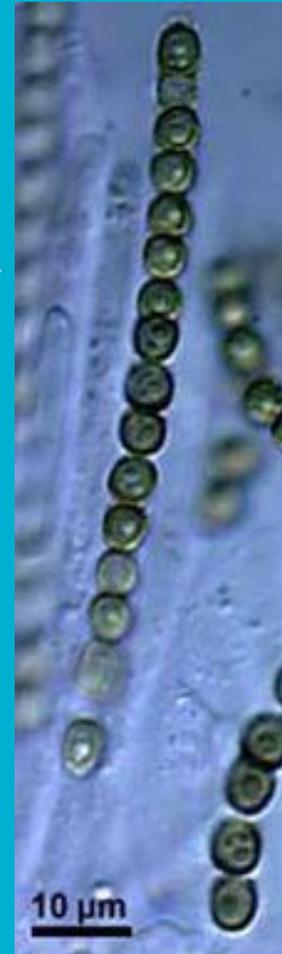
Quando si attua questa fusione subito dopo si ha la meiosi e la formazione delle ascospore.

DESCRIZIONE

Riproduzione sessuata

Le ascospore sono contenute negli aschi, delle cellule tubolari che sono una vera caratteristica degli Ascomyceti. Le ascospore potrebbero essere paragonate a piselli in un baccello (asco).

Nell'immagine le 8 ascospore nell'asco di *Hypocrea virens*.



DESCRIZIONE

Il fungo *Aspergillus* si riproduce essenzialmente grazie a spore asexuali dette conidi o conidiospore.



Aspergillus su un pomodoro a sinistra. Conidi di *Aspergillus* nel dettaglio a destra

DESCRIZIONE

Anche i funghi del genere *Penicillium* (Ascomiceti) si riproducono prevalentemente grazie a conidiospore. Questi conidi sono così caratteristici da essere un importante elemento di classificazione.

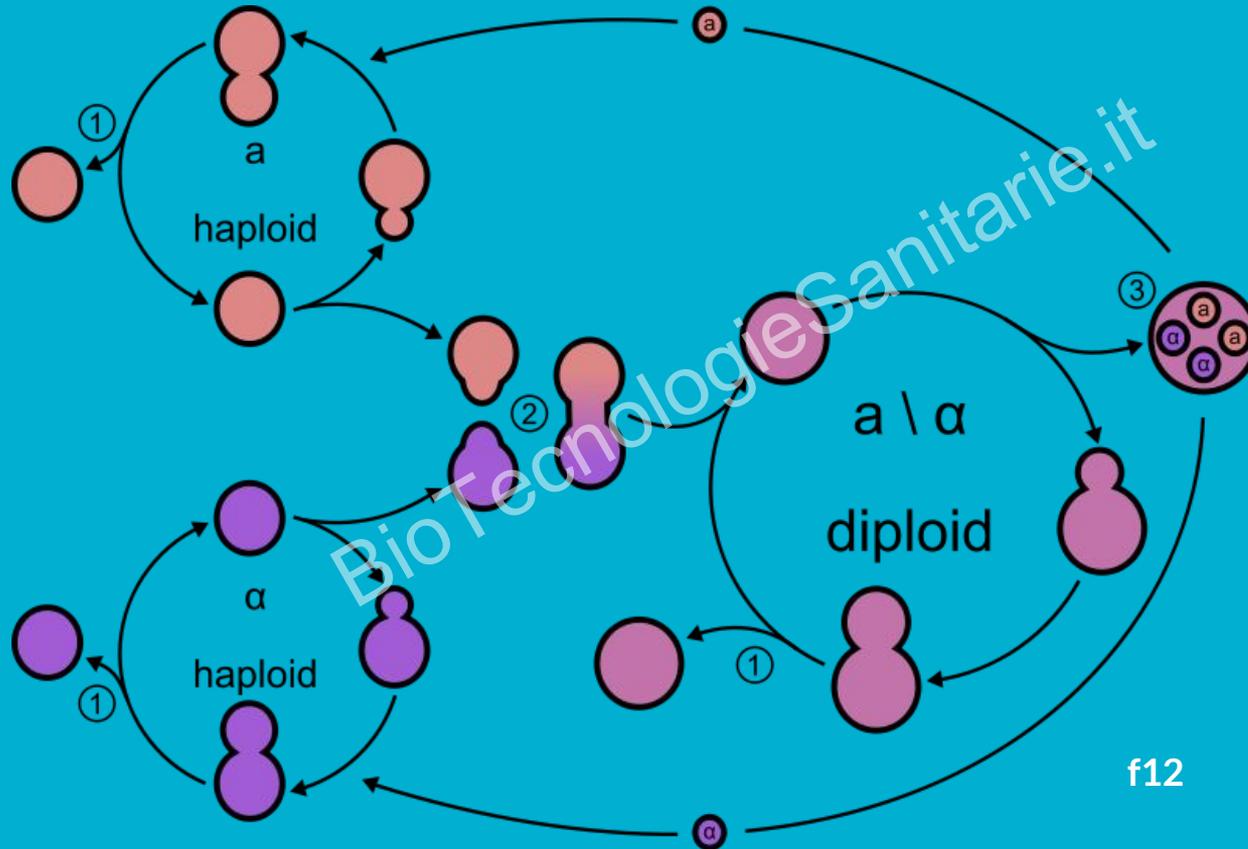


DESCRIZIONE

Per concludere l'argomento sulla riproduzione vediamo il ciclo vitale dei lieviti, funghi unicellulari che hanno molta importanza in ambito microbiologico e biotecnologico.

Essi presentano sia lo stadio aploide che quello diploide nella loro vita come abbiamo visto anche nei casi precedenti.

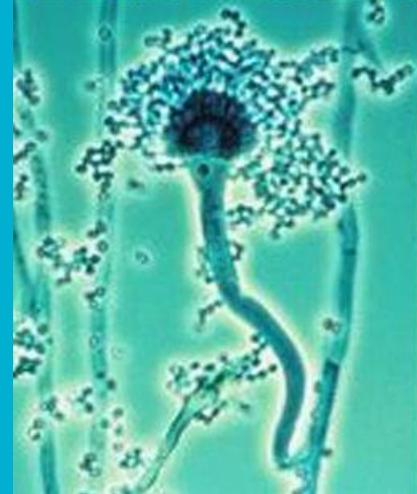
DESCRIZIONE



Le due forme aploidi si riproducono per gemmazione e solo in un certo momento si coniugano generando un individuo diploide. Questo, dopo qualche generazione che si riproduce per gemmazione, avvia la meiosi e la produzione di un asco a 4 spore.

DESCRIZIONE

Più dettagli sui funghi e sulla loro importanza per l'ambiente e gli esseri viventi verranno affrontati nelle diapositive successive legate alla classificazione in cui verranno esaminati anche i licheni e le micorrize che vedono i funghi protagonisti essenziali.



CLASSIFICAZIONE

Procedendo nel senso delle lancette dell'orologio dall'angolo in alto a sinistra:

- 1) *Amanita muscaria*
(basidiomicete)
- 2) *Sarcoscypha coccinea*
(ascomicete)
- 3) Pane ammuffito
- 4) Chitride
- 5) *Aspergillus conidiophore*

CLASSIFICAZIONE

Nel passato i funghi venivano suddivisi tra

Mixomiceti

e

Eumiceti



FICOMICETI

ASCOMICETI

BASIDIOMICETI

DEUTEROMICETI

BioTechnologieSanitarie.it

CLASSIFICAZIONE

Dal 2007 il regno dei funghi comprende:

Microsporidi

Chitridi

Blastocladiomiceti

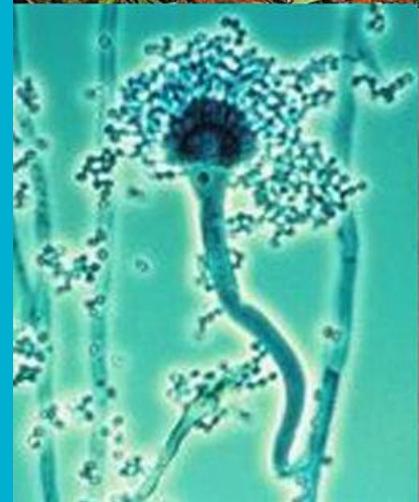
Neocallimastigomiceti

Glomeromiceti

Ascomiceti

Basidiomiceti

BioTecnologieSanitarie.it



MIXOMICETI

Procedendo nel senso delle lancette dell'orologio dall'angolo in alto a sinistra:

- 1) *Amanita muscaria*
(basidiomicete)
- 2) *Sarcoscypha coccinea*
(ascomicete)
- 3) Pane ammuffito
- 4) Chitride
- 5) *Aspergillus conidiophore*

MIXOMICETI

Prima di passare all'esame dei vari phyla diamo un'occhiata ai mixomiceti, a metà strada tra i protozoi e i funghi, appunto.

Sono detti anche funghi mucillaginosi.

Quando le risorse nutritive si riducono, sono in grado di trasformarsi in un'unica massa citoplasmatica non delimitata da pareti rigide che può arrivare a contenere anche 100.000 nuclei.

MIXOMICETI

—
Si nutrono di materiale organico in decomposizione (attraverso la fagocitosi): batteri, lieviti e particelle organiche.
Sono detti *mucilluginosi* perché formano ammassi di consistenza gelatinosa.



Fuligo septica
Fungo mucilluginoso noto anche come vomito di cane

MIXOMICETI

—
Vivono nel terreno umido dove si nutrono di foglie morte o su tronchi di alberi in putrefazione, dove è abbastanza facile osservarli in quanto risaltano per i colori caldi, quali rosso e giallo-arancio.



Trichia favoginea

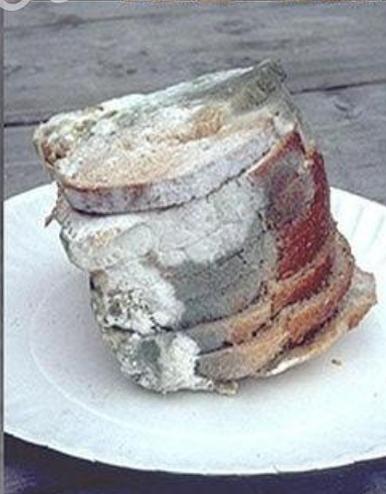
MIXOMICETI



Trichia varia



Ceratiomyxa fruticulosa



Procedendo nel senso delle lancette dell'orologio dall'angolo in alto a sinistra:

- 1) *Amanita muscaria*
(basidiomicete)
- 2) *Sarcoscypha coccinea*
(ascomicete)
- 3) Pane ammuffito
- 4) Chitride
- 5) *Aspergillus conidiophore*

1

BioTecnologieS...e.it MICROSPORIDI

MICROSPORIDI

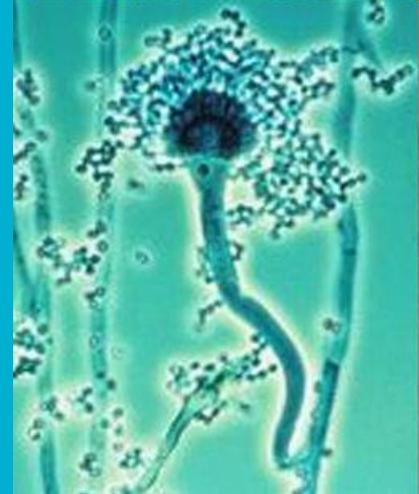
Parassiti unicellulari
formanti spore.

Infettano insetti, crostacei,
pesci e in qualche caso
mammiferi tra cui l'uomo.

Una volta erano inclusi nei
protisti.



Xenoma provocato da *Glugea stephani* in un pesce piatto



CHITRIDI

Procedendo nel senso delle lancette dell'orologio dall'angolo in alto a sinistra:

- 1) *Amanita muscaria* (basidiomicete)
- 2) *Sarcoscypha coccinea* (ascomicete)
- 3) Pane ammuffito
- 4) Chitride
- 5) *Aspergillus conidiophore*

CHITRIDI

—
Sono funghi primitivi.
Specie acquatiche formate spesso da una sola cellula o tallo filamentoso con ife non settate plurinucleate.
Alcune specie uccidono gli anfibii arrestando la respirazione attraverso la pelle perché sono in grado di decomporre la cheratina (chitridiomicosi).



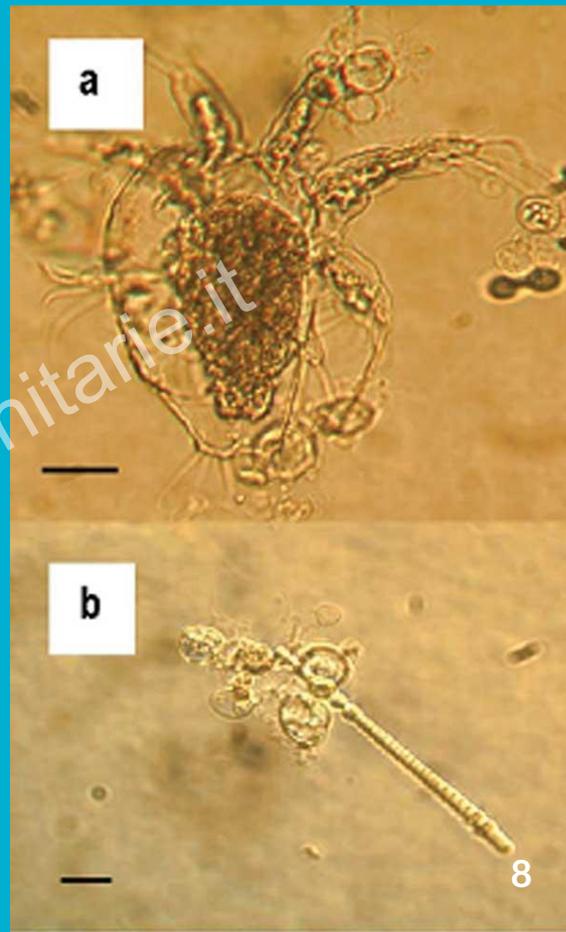
Anfibio colpito da chitridiosi

CHITRIDI

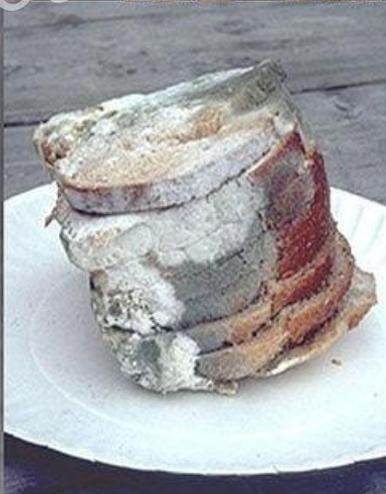
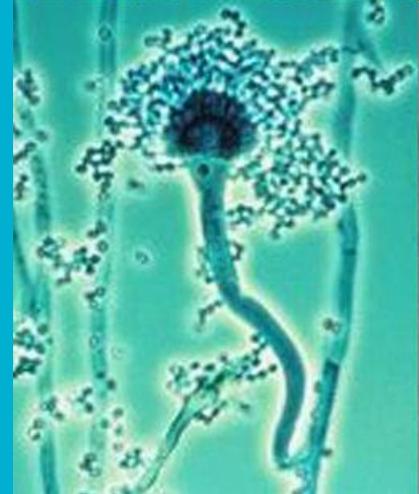
Sono quindi una delle cause della estinzione di numerose specie di anfibi.

Non sono solo gli anfibi ad essere colpiti però.

Di lato si vede un chitridio (corpi sferici trasparenti) che cresce su un artropode (a) e un'alga di acqua dolce (b).



Batrachochytrium dendrobatidis



BLASTOCLADIOMICETI

Procedendo nel senso delle lancette dell'orologio dall'angolo in alto a sinistra:

- 1) *Amanita muscaria*
(basidiomicete)
- 2) *Sarcoscypha coccinea*
(ascomicete)
- 3) Pane ammuffito
- 4) Chitride
- 5) *Aspergillus conidiophore*

BLASTOCLADIOMICETI

Questi funghi sono caratterizzati da un tallo sifonale, cioè privo di setti che delimitano le singole cellule.

Sono capaci di crescere su materiali refrattari come polline, cheratina, cellulosa e chitina.

Le specie più note sono parassiti (vermi, crostacei ...)



Blastocladiomicete parassitato a sua volta da un altro fungo



NEOCALLIMASTIGOMICETI

Procedendo nel senso delle lancette dell'orologio dall'angolo in alto a sinistra:

- 1) Amanita muscaria (basidiomicete)
- 2) Sarcoscypha coccinea (ascomicete)
- 3) Pane ammuffito
- 4) Chitride
- 5) Aspergillus conidiophore

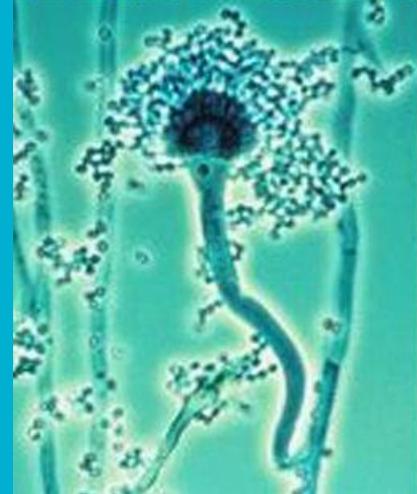
NEOCALLIMASTIGOMICETI

Funghi anaerobi rinvenuti nel rumine degli erbivori.

Fino a questa scoperta si pensava che i microbi all'interno di questo stomaco fossero solo batteri e protozoi. Giocano un ruolo essenziale nella digestione delle fibre negli erbivori.



Neocallimastigomicete



GLOMEROMICETI

Procedendo nel senso delle lancette dell'orologio dall'angolo in alto a sinistra:

- 1) *Amanita muscaria*
(basidiomicete)
- 2) *Sarcoscypha coccinea*
(ascomicete)
- 3) Pane ammuffito
- 4) Chitride
- 5) *Aspergillus conidiophore*

GLOMEROMICETI

Questi funghi formano micorrize con le radici di piante terrestri.

Una micorriza si forma quando il fungo penetra nelle cellule delle radici di piante vascolari e forma strutture specializzate chiamate **arbuscoli**.



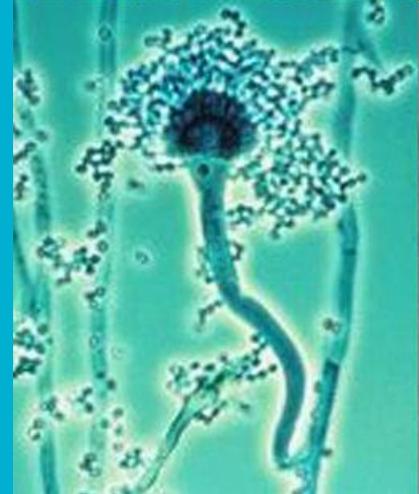
Gigaspora rosea negli stadi di associazione con *Lotus corniculatus*

GLOMEROMICETI

Si ha quindi uno scambio di sostanze nutritive importanti come fosforo, carbonio e acqua. La pianta fornisce carbonio sotto forma di esosi derivati dalla fotosintesi; a sua volta il fungo fornisce la pianta di fosforo.



Gigaspora margarita in associazione con
Lotus corniculatus



ASCOMICETI

Procedendo nel senso delle lancette dell'orologio dall'angolo in alto a sinistra:

- 1) *Amanita muscaria*
(basidiomicete)
- 2) *Sarcoscypha coccinea*
(ascomicete)
- 3) Pane ammuffito
- 4) Chitride
- 5) *Aspergillus conidiophore*

ASCOMICETI

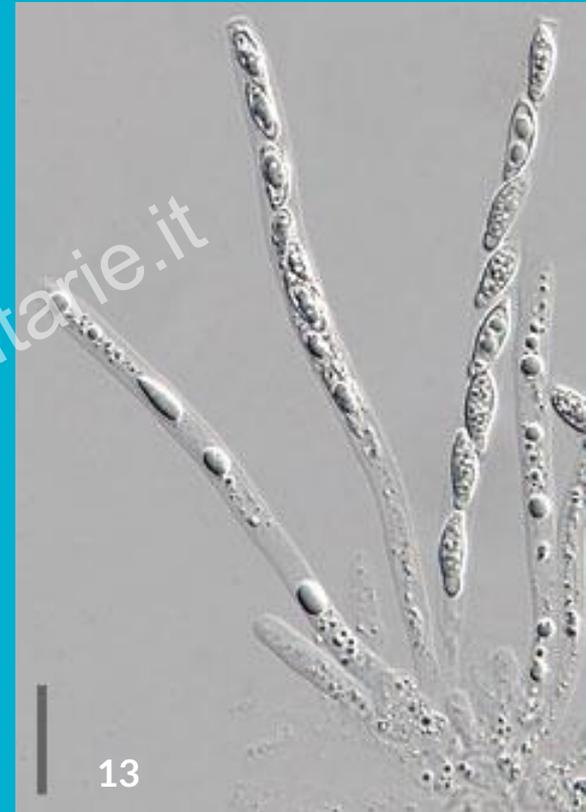
Il nome di questi funghi deriva dalla parola **asco**, una struttura sessuale microscopica in cui si formano spore immobili dette **ascospore**.



Asco di Saccharomyces cerevisiae contenente una tetrate di 4 spore

ASCOMICETI

Molti funghi di questo phylum sono formati da un intreccio di ife che se fossero unite una dopo l'altra arriverebbero a qualche chilometro.

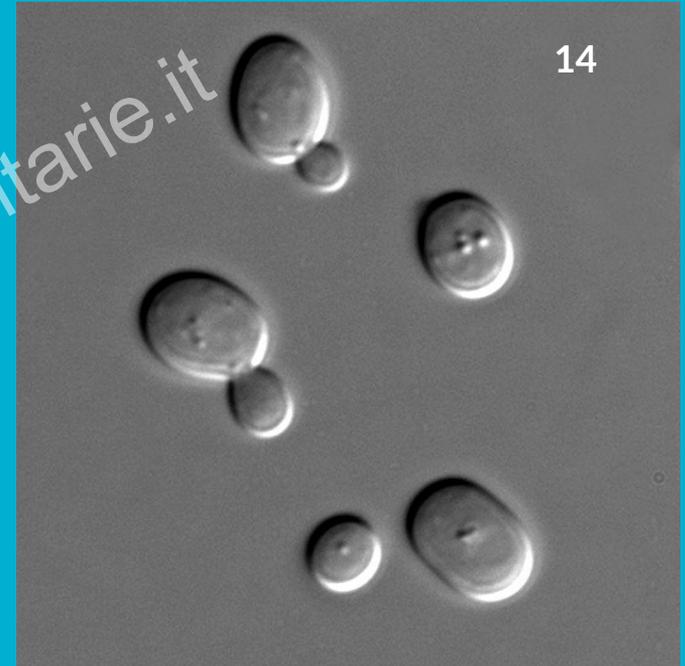


13

Hypomyces chrysospermus

ASCOMICETI

Ma ci sono anche forme unicellulari e quindi microscopiche e altre dotate di dimorfismo come il noto lievito di birra (*Saccharomyces cerevisiae*) che si può presentare come organismo unicellulare e pluricellulare



Saccharomyces cerevisiae

ASCOMICETI

Sono importanti decompositori in quanto demoliscono foglie, rami e ramoscelli, alberi caduti.

Aiutano così gli animali detritivori a recuperare il loro nutrimento essenziale.

Sono in grado di trasformare la cellulosa e la lignina, difficilmente utilizzabili, e quindi giocano un ruolo importante nel ciclo del carbonio e dell'azoto

ASCOMICETI

Formano i licheni che sono delle forme di simbiosi mutualistica tra alghe e funghi. I licheni non sono piante. Hanno rami senza foglie e strutture piatte come foglie.



Caloplaca marina

ASCOMICETI

I funghi traggono vantaggio dai prodotti della fotosintesi delle alghe mentre le alghe usufruiscono dell'ancoraggio alle superfici grazie alle ife fungine e della protezione delle ife stesse.



ASCOMICETI

—
Alcuni ascomiceti formano micorrize.

Altri hanno relazioni simbiotiche con gli animali. Tipico l'esempio della *Xylaria* trovata nei nidi delle formiche taglia-foglie.



17

Xylaria hypoxylon

ASCOMICETI

—
Gli ascomiceti comprendono molte forme che provocano gravi malattie nelle piante:

- cancro colorato del platano, causa della scomparsa dei platani secolari in Italia
- oidio della vite



Oidio o mal bianco su grappolo d'uva

ASCOMICETI

- muffe verdi, blu e marroni che attaccano gli alimenti (genere *Penicillium*)
- segale cornuta
- *Fusarium graminearum*
- *Aspergillus flavus*



Aspergillus flavus

ASCOMICETI

—

Gli ascomiceti comprendono molte forme che provocano malattie nell'uomo come le candidosi causate dal genere *Candida*



Candidosi orale

ASCOMICETI

Gli ascomiceti comprendono anche molte forme che lavorano positivamente per l'uomo:

- alcune muffe producono antibiotici
- *Tolytocladium niveum* è un ottimo immunosoppressore
- alcuni funghi possono essere alterati geneticamente per produrre insulina umana, ormoni della crescita o IPA che serve a dissolvere gli emboli
- la muffa rossa (*Neurospora crassa*) di cui si conosce il genoma è un importante modello in biologia

ASCOMICETI

- le spugnole e i tartufi sono edibili e molto buoni
- *Saccharomyces cerevisiae* è usato per produrre pane, birra e vino, durante i processi dei quali gli zuccheri come il glucosio o il saccarosio vengono fermentati per produrre alcool e biossido di carbonio.



Saccharomyces cerevisiae

ASCOMICETI

- in Asia l'Aspergillus oryzae viene aggiunto alla polpa di soia bagnata per fare la salsa di soia.



22

Aspergillus oryzae che cresce sul riso

ASCOMICETI

- Enzimi di *Penicillium camemberti* sono importanti nella produzione dei formaggi Camembert e Brie, mentre quelli del *Penicillium roqueforti* fanno lo stesso per Gorgonzola, Roquefort e Stilton.



Blue Stilton *Penicillium*

BASIDIOMICETI

I basidiomiceti sono tra i funghi più conosciuti al grande pubblico.

Comprendono specie commestibili e non.



Mycena pura

BASIDIOMICETI

Ma vi appartengono anche funghi patogeni dei cereali come l'*Ustilago maydis* che provoca il “carbone” del mais (in figura).



Ustilago maydis

25

I VIDEO

Per completare la spiegazione ecco due video in inglese che spiegano i concetti fondamentali relativi a struttura e fisiologia dei funghi

https://www.youtube.com/watch?v=OcuPKy_SIng

https://www.youtube.com/watch?v=dM_g_p4h6CM

PHOTO CREDITS

- f1** Di Gohn017 - Opera propria, Pubblico dominio,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3674602>
- f2** CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=260156>
- f3** By AHiggins12 - Own work - reference image - found here (retrieved May 2012), CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=19679700>
- f4** By The original uploader was Lex vB at Dutch Wikipedia - Originally from nl.wikipedia; description page is/was here., CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2499669>
- f5** By Bob Blaylock - Own work, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11194179>
- f6** Di Roberto Petruzzo - Latina, Italy - Own work, all rights released, Pubblico dominio,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1286334>
- f7** By Masur - Own work, Public Domain,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1069017>
- f8** Di M.violante 10:22, 24 May 2006 (UTC) - Opera propria, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=806481>
- f9** Di <http://nt.ars-grin.gov/sbmlweb/research/Publications/Hvirens/Ascus.cfm>, Pubblico dominio, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=579607>

PHOTO CREDITS

F10 BY MULTIMOTYL - OWN WORK, CC BY-SA 3.0,

[HTTPS://COMMONS.WIKIMEDIA.ORG/W/INDEX.PHP?CURID=8048768](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8048768)

F11 By Dr. Sahay - Own work, CC BY-SA 3.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=28383655>

f12 By pl.wiki: Masurcommons: Masurirc: [1] - Own work, Public Domain,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1652630>

BioTechnologieSanitarie.it

PHOTO CREDITS

- 1 "Fungi collage" by BorgQueen - Sources clockwise from top left: File:Amanita muscaria tyndrum.jpg, File:Scarlet elf cap cadnant dingle.jpg, File:Mouldy bread alt.jpg, File:Spizellomycete.jpg, File:Aspergillus.jpg. Licensed under CC BY-SA 2.5 via Commons https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fungi_collage.jpg#/media/File:Fungi_collage.jpg
- 2 By Siga - Own work, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2690264>
- 3 Von John Carl Jacobs (JCJacobs) - Trichia favoginea (58556), CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8039951>
- 4 By Lebrac - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3500531>
- 5 CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2168154>
- 6 "Glugea stephani" by © Hans Hillewaert /. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Glugea_stephani.jpg#/media/File:Glugea_stephani.jpg
- 7 di Photo credit: Forrest Brem - From Riders of a Modern-Day Ark. Gewin V. PLoS Biology Vol. 6, No. 1, e24 doi:10.1371/journal.pbio.0060024.. Con licenza CC BY 2.5 tramite Wikimedia Commons - <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chytridiomycosis.jpg#/media/File:Chytridiomycosis.jpg>

PHOTO CREDITS

8 By Johnson/Speare (publication does not specify) - Johnson ML, Speare R. Survival of Batrachochytrium dendrobatidis in water: quarantine and disease control implications. Emerg Infect Dis [serial online] 2003 Aug [date cited]. Available from: URL: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol9no8/03-0145.htm>, Public Domain,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5605819>

9 Par Rozella_allomycis.tiff: Timothy James derivative work: Toter Alter Mann (talk) — Rozella_allomycis.tiff, CC BY-SA 3.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8727738>

11 By Mike Guether - Own work, CC BY 3.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2775800>

12 Licensed under Public Domain via Commons -

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ascus.gif#/media/File:Ascus.gif>

13 Licensed under Public Domain via Commons -

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hypomyces_chrysospermus.jpg#/media/File:Hypomyces_chrysospermus.jpg

14 di Masur - Opera propria. Con licenza Pubblico dominio tramite Wikimedia Commons -

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:S_cerevisiae_under_DIC_microscopy.jpg#/media/File:S_cerevisiae_under_DIC_microscopy.jpg

15 by Rosser1954 Roger Griffith - Own work. Licensed under Public Domain via Commons -

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Caloplaca_marina.JPG#/media/File:Caloplaca_marina.JPG

PHOTO CREDITS

16 Public domain

17 By Francesco Ciabattini (Francesco Ciabattini) [GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>) or CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], via Wikimedia Commons

18 "Uncinula NecatorOnGrapes" di Maccheek at English Wikipedia. Con licenza CC BY-SA 3.0 tramite Wikimedia Commons -

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:UncinulaNecatorOnGrapes.jpg#/media/File:UncinulaNecatorOnGrapes.jpg>

19 by US Department of Health and Human Services. - US Department of Health and Human Services, Center for disease control [2]. Licensed under Public Domain via Commons -

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aspergillus.jpg#/media/File:Aspergillus.jpg>

20 di James Heilman, MD - Opera propria. Con licenza CC BY-SA 3.0 tramite Wikimedia Commons -

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Human_tongue_infected_with_oral_candidiasis.jpg#/media/File:Human_tongue_infected_with_oral_candidiasis.jpg

21 By Rising Damp (off for a wee bit) (Flickr: The Maker) [CC BY 2.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>)], via Wikimedia Commons

22 di Forrest O. - originally posted to Flickr as Aspergillus oryzae (麴). Con licenza CC BY-SA 2.0 tramite Wikimedia Commons -

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aspergillus_oryzae_\(%E9%BA%B9\).jpg#/media/File:Aspergillus_oryzae_\(%E9%BA%B9\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aspergillus_oryzae_(%E9%BA%B9).jpg#/media/File:Aspergillus_oryzae_(%E9%BA%B9).jpg)

PHOTO CREDITS

23 Licensed under CC BY-SA 3.0 via Commons -

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blue_Stilton_Penicillium.jpg#/media/File:Blue Stilton Penicillium.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blue_Stilton_Penicillium.jpg#/media/File:Blue_Stilton_Penicillium.jpg)

24 di Karelj - Opera propria. Con licenza Pubblico dominio tramite Wikimedia Commons -

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mycena_pura.jpg#/media/File:Mycena_pura.jpg

25 Boom10ful - Own work. Licensed under CC BY-SA 4.0 via Commons -

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Huitlacoche2.jpg#/media/File:Huitlacoche2.jpg>

BioTecnologieSanitarie.it