

Micologia

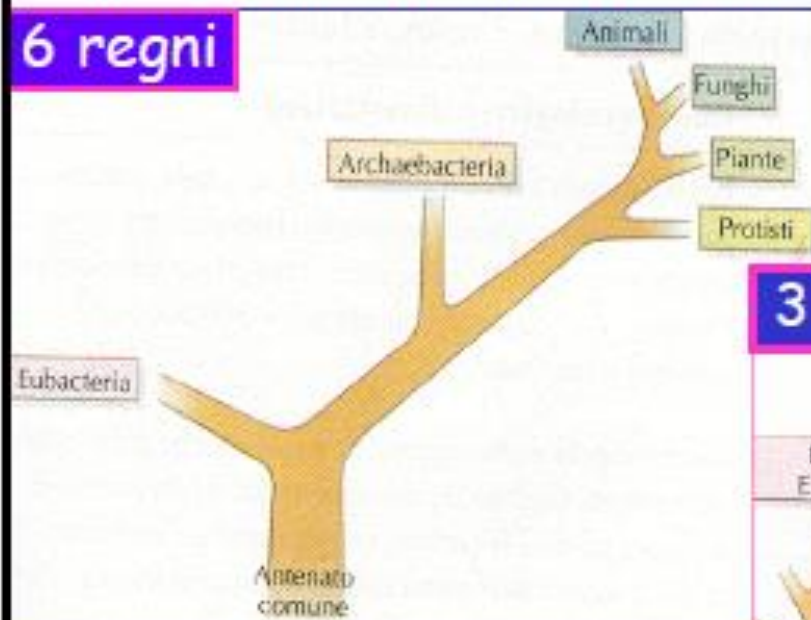
Scienza che studia i miceti
(sinonimo funghi)

Micete: deriva dal greco "mukes"
Fungo: deriva dal latino "fungus"

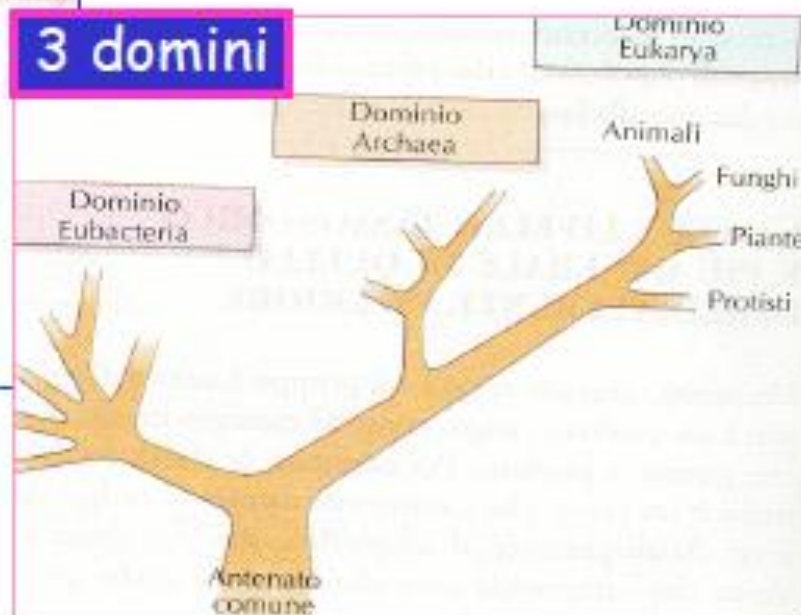
Miceti (= funghi)

Inizialmente classificati nel Regno delle piante furono successivamente inseriti in un regno proprio (regno dei funghi)

6 regni



3 domini



MICETI

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

EUCARIOTI: membrana nucleare, organelli citoplasmatici

Non contengono **clorofilla**

AEROBI OBBLIGATI O ANAEROBI FACOLTATIVI

CHEMIOSINTETICI: fonte di energia reazioni chimiche,

ALCUNE SPECIE POSSONO CREARE UN DANNO
ALL'UOMO, ANIMALI O PIANTE → **MICOSI**

Generalità sui miceti (= funghi)

- Circa 100.000 specie descritte (oltre 10^6 ancora da classificare)
- Circa 150 specie patogene per l'uomo e animali

• Micromiceti: lieviti, muffe, ruggini

• Macromiceti: funghi eduli, funghi velenosi



Caratteristiche principali dei funghi

- ➔ Eucarioti
- ➔ Unicellulari (lieviti)
- ➔ Pluricellulari (funghi miceliali)
- ➔ Immobili Solo zoospore e alcuni gameti hanno i flagelli
- ➔ Aerobi obbligati o facoltativi
- ➔ Eterotrofi (osmotrofici) Composti enzimatici per scomporre nutrienti e assorbirli
- ➔ Tollerano: alte pressioni osmotiche
ampie variazioni di pH (pH 2 - pH 8)
e di temperatura (-5°C / +60°C)

Habitat

Distribuzione ubiquitaria: suolo, acqua

- ➔ **Strati superficiali del suolo ricco di materiale organico in decomposizione**
- ➔ **La maggior parte dei funghi si ritrovano nelle regioni equatoriali, tropicali e subtropicali**
- ➔ **Funghi cosmopoliti**
- ➔ **Funghi non cosmopoliti**

Esempi di miceti (patogeni) non cosmopoliti

Coccidioides immitis

Penicillium marneffei

Histoplasma capsulatum

Regioni desertiche USA. Causa [coccidioidomicosi](#) (Valley Fever)

Agente eziologico [istoplasmosi](#).
Manifestazione polmonare.
Frequente in AIDS

Dimorfico, causa infezione sistemica letale (penicillosi)



Lievito capsulato,
causa criptococcosi

Cryptococcus neoformans var gattii



ETEROTROFI

```
graph TD; ETEROTROFI --> SAPROFITI; ETEROTROFI --> SIMBIONTI; ETEROTROFI --> COMMENSALI; ETEROTROFI --> PARASSITI;
```

SAPROFITI

Vivono su materiale organico morto o in decomposizione

SIMBIONTI

Vivono insieme ad altri organismi e traggono mutuo vantaggio

COMMENSALI

Traggono beneficio dall'organismo con cui vivono in stretto contatto

PARASSITI

Vivono sopra o all'interno di un ospite danneggiandolo

Simbiosi mutualistica: micorriza



Simbiosi parassitaria



Danni a colture di pomodoro causate da *Fusarium*



Lesioni cutanee causate da dermatofiti

SIMBIOSI PARASSITARIA



Dermatite seborroica, pitiriasi versicolor

Candida albicans Infezioni orali e genitali

Malassezia furfur

Trichophyton rubrum

Piede dell'atleta



Saprofita

Dal greco *sapros* "marcio" e *phyton* "pianta", si indicano quegli organismi che si nutrono di materia organica morta o in decomposizione

Eterotrofi, incapaci di sintetizzare materia organica partendo da composti inorganici.

Fondamentali nelle catene alimentari degli ecosistemi in quanto *decompositori* ("smontare" le sostanze organiche in elementi inorganici o comunque meno complessi, (acqua, sali minerali, anidride carbonica))

Partecipando alla formazione dell'humus. Alcuni generi tra i funghi saprofiti sono: Agaricus, Coprinus, Macrolepiota, Lepista.

Saprofita

Terricoli: vivono esclusivamente a spese dell'humus;

Lignicoli: vivono su rami, tronchi, ceppi morti e perfino su legno lavorato;

CinERICOLI: vivono su resti di legno o altro materiale carbonizzato;

Coprofilo: vivono su escrementi animali e sul letame;

Necrofilo: vivono su animali morti.

Il fungo rappresenta un primo attacco, verso la sua totale disgregazione e trasformazione in humus, al materiale organico accumulato sul terreno, grazie anche all'aiuto di alcuni batteri e di altre componenti.

I miceti costituiscono un regno a se, anche se appartengono al regno dei vegetali. Hanno un ruolo ecologico importantissimo.

TABELLA 33-2

Prodotti industriali ottenuti attraverso l'attività dei funghi

Organismi	Prodotti
Vitamine	
<i>Eremothecium ashbyi</i>	Riboflavina
Cibi e bevande	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Vino, birra, sake, lievito di birra
<i>Penicillium</i> spp.	Formaggi vari
<i>Saccharomyces rouxii</i>	Salsa di soia
<i>Saccharomyces carlsbergensis</i>	Birra Lager
Acidi organici e solventi	
<i>Aspergillus niger</i>	Acido citrico e acido gluconico
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Etanolo dal glucosio
Proteine	
<i>Saccharomyces lipolytica</i>	Proteine microbiche dagli alcani del petrolio
<i>Candida utilis</i>	Proteine microbiche dai rifiuti di polpa di carta
Farmaceutici	
<i>Penicillium chrysogenum</i>	Penicilline
<i>Cephalosporium acremonium</i>	Cefalosporine
<i>Rhizopus nigricans</i>	Trasformazione degli steroidi

EFFETTI DANNOSI

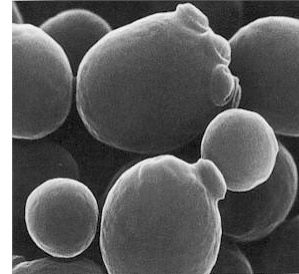
- ❑ parassiti di colture agrarie
- ❑ dannosi per derrate alimentari
- ❑ agenti di malattie (micosi)

Le **MICOSI** diventano sempre più frequenti, non tanto per le mutazioni degli agenti patogeni, in questo caso dei miceti, ma per le condizioni dell'ospite (uomo) che mutano, in alcuni casi favorendo la replicazione degli agenti patogeni.

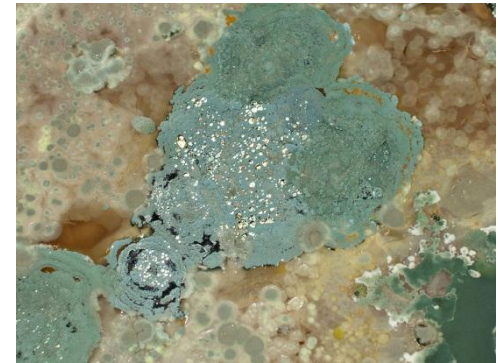


I micromiceti si dividono in 3 gruppi:

➤ **Lieviti:** unicellulare con forma ellittica o sferica; crescono sulla superficie dell'organismo che colonizzano, assorbendo le sostanze nutritive



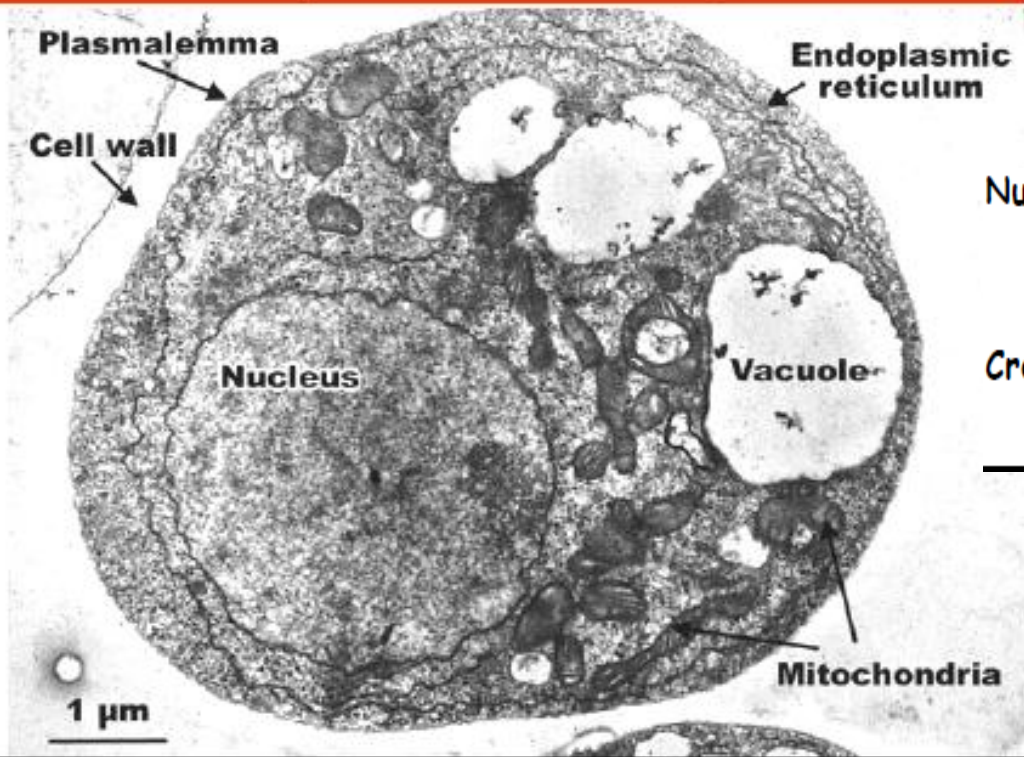
➤ **Muffe:** pluricellulari organizzati in miceli, si riproducono con spore; formano “ife” (tentacoli) che si radicano sempre più nelle mucose, arrivando a provocare dannosi effetti secondari.



➤ **Dimorfi:** cambiano organizzazione in base a condizioni ambientali

Struttura cellula fungina

(miceti d'interesse medico)



Nucleo

circondato da una doppia membrana con pori
Spesso associato a reticolo endoplasmatico o a un grande vacuolo...

Cromosomi

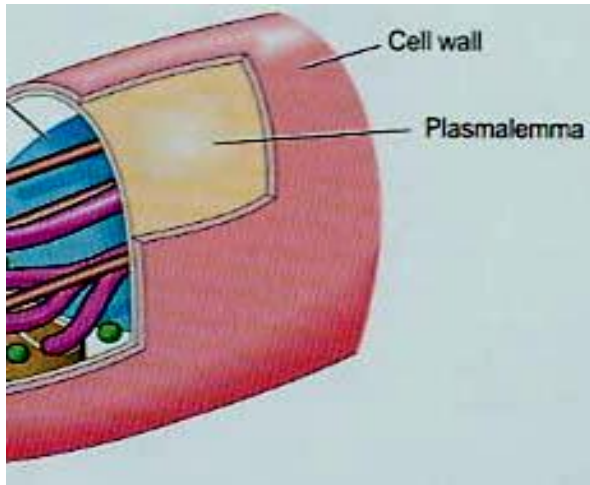
in numero variabile in relazione alla specie
Es. *C. albicans*: diploide, 8 cromosomi ...

Vacuoli

delimitati da una propria membrana (tonoplasto)
possono contenere pigmenti e inclusioni di materiali nutritizi (glicogeno)

CITOPLASMA:

- NUCLEO: contenente cromosomi multipli
- NUCLEOLO: contenente RNA
- RIBOSOMI: 80S
- RE
- GOLGI
- MITOCONDRI
- Assenza organi motori



PLASMALEMMMA:

Membrana che circonda il citoplasma formata da:

GLICOPROTEINE

FOSFOLIPIDI

ERGOSTEROLO: sterolo

Membrana citoplasmatica

Lipoproteica, spessore \approx 8 nm.

Particolarità: oltre ai fosfolipidi presenta steroli
(ricca in ergosterolo: i principali antimicotici agiscono sull'ergosterolo)

Funzione: controllo scambi metabolici fra
citoplasma e ambiente esterno

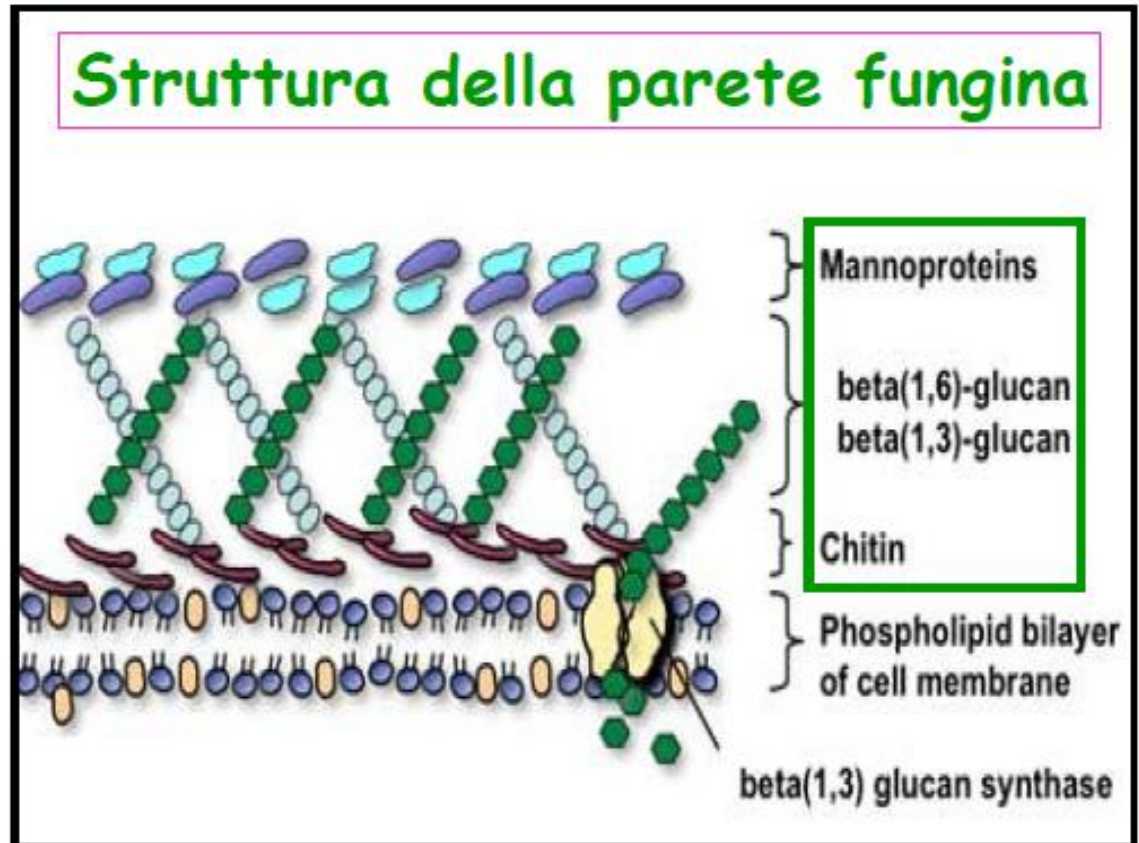
PARETE (Tunica)

Rigida pluristratificata complessa:

CHITINA → polimero di N-acetil-glucosammina

GLUCANO: polimero del glucosio

MANNANO: polimero del mannosio



Struttura cellula fungina

(miceti d'interesse medico)

Parete

- ➔ Funzione: esoscheletro
regola il passaggio di acqua
- ➔ Struttura costante
- ➔ Prevalentemente polisaccaridica
- ➔ Assenza di peptidoglicano

FUNZIONI DELLA PARETE:

- PROTEGGE il protoplasma;
- DETERMINA LA FORMA: se si elimina si ha il protoplasto sferico
- Agisce come INTERFACCIA tra fungo e ambiente
- Agisce come SITO DI LEGAME per alcuni enzimi
- Possiede proprietà ANTIGENICHE

Esternamente alla parete può esserci una

CAPSULA: di natura muco-polisaccaridica, più o meno spessa. È un fattore di virulenza.

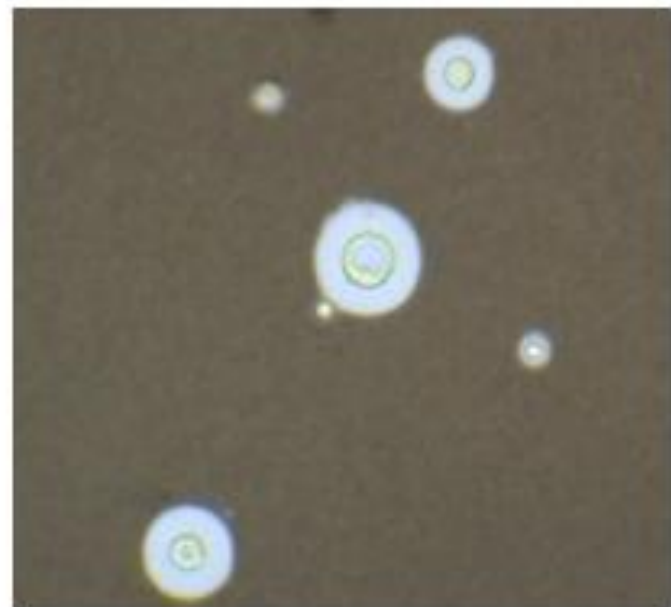
Struttura cellula fungina (miceti d'interesse medico)

Capsula

di natura polisaccaridica
struttura non costantemente presente

Es. *Cryptococcus neoformans*

capsula costituita da:
glicuron-xilo-mannano
galatto-xilo-mannano



Generalità sui miceti (= funghi)

- Circa 100.000 specie descritte (oltre 10^6 ancora da classificare)
- Circa 150 specie patogene per l'uomo e animali
- Micromiceti: lieviti, muffe, ruggini
- Macromiceti: funghi eduli, funghi velenosi

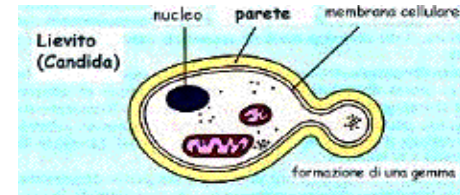
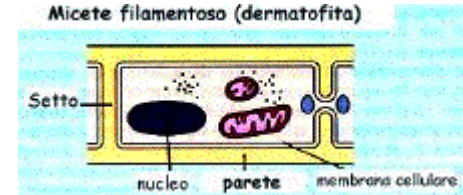
Micromiceti

Il corpo: **tallo / micelio**

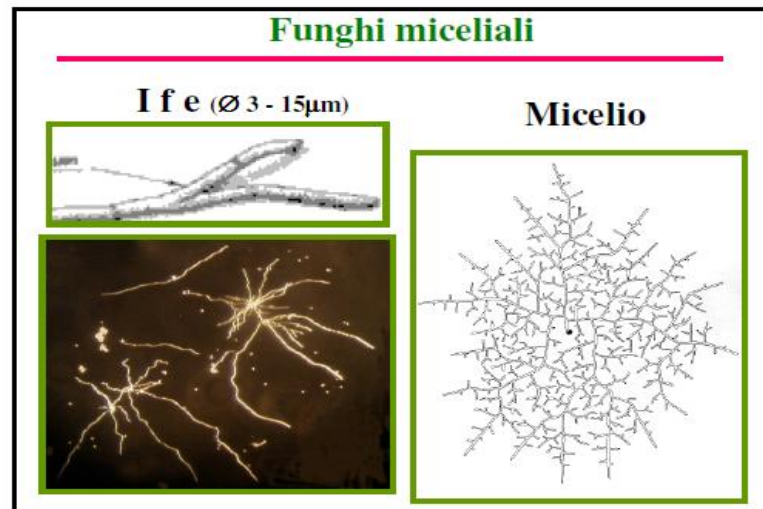
Il tallo può essere:

miceliale pluricellulare (muffe/miceti filamentosi)

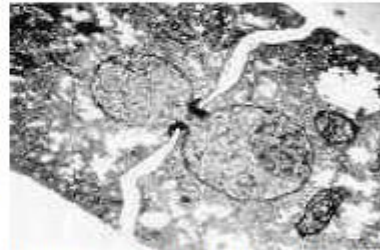
unicellulare (lieviti)



Le **muffe** (miceti filamentosi) hanno un tallo miceliale costituito da filamenti tubolari **ife**



Funghi miceliali settati



Un nucleo attraversa un setto

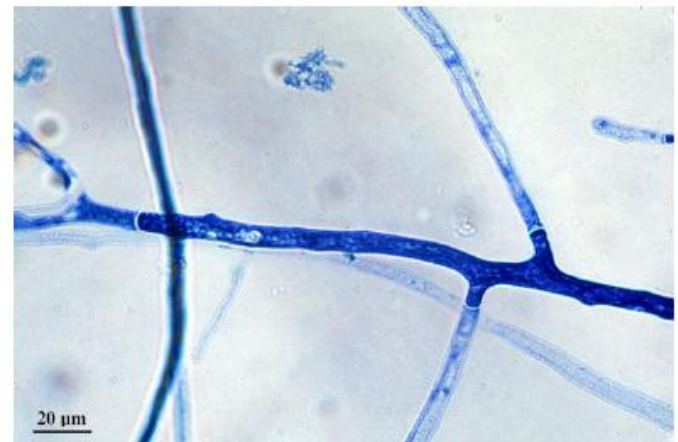
Ife settate



Due tipi principali di micelio a seconda della presenza o meno di setti divisorii

Funghi miceliali non settati

presentano ife non settate (cenocitiche)



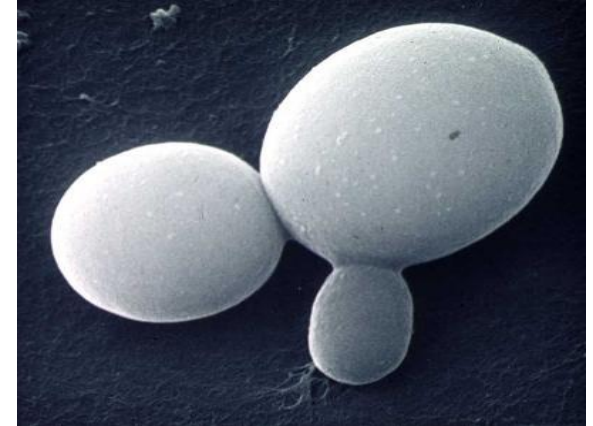
MORFOLOGIA

➤ **LIEVITI**

Unicellulari, forma rotondeggiante.

Riproduzione asessuata per gemmazione o scissione.

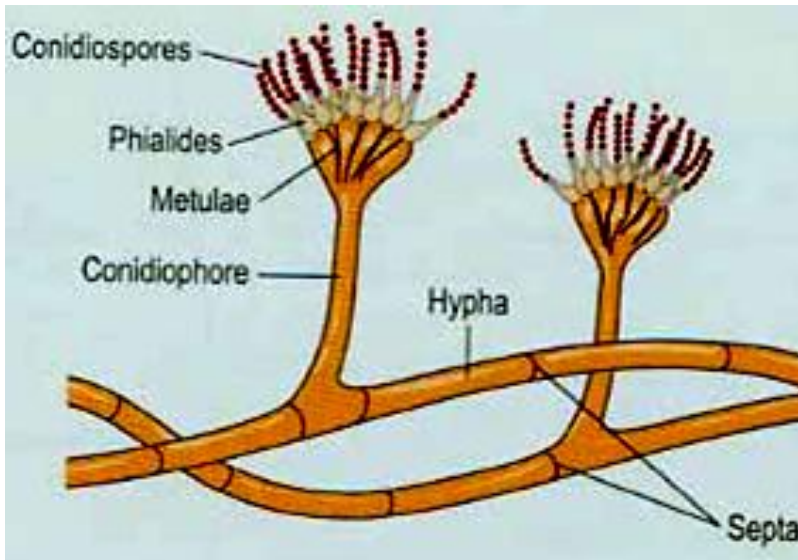
Possono formare pseudoife (strutture allungate)
È la forma parassitaria tissutale (vivono a 37°)



➤ **MUFFE**

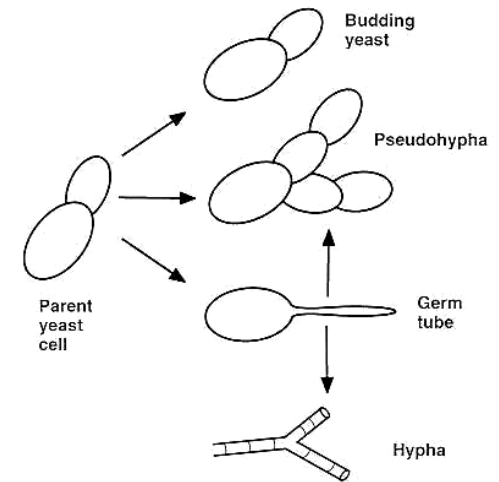
Pluricellulari, filamentose tubulari → IFE

Forma saprofitica (vive a 25°)



Micelio aereo
riproduttivo

Micelio
vegetativo
nutritizio



Morfologia fungina

(miceti d'interesse medico)

Funghi dimorfi: possono presentare sia la forma miceliale sia la forma lievito in relazione alle condizioni ambientali di sviluppo

Histoplasma capsulatum

Coccidioides immitis

Blastomyces dermatitidis

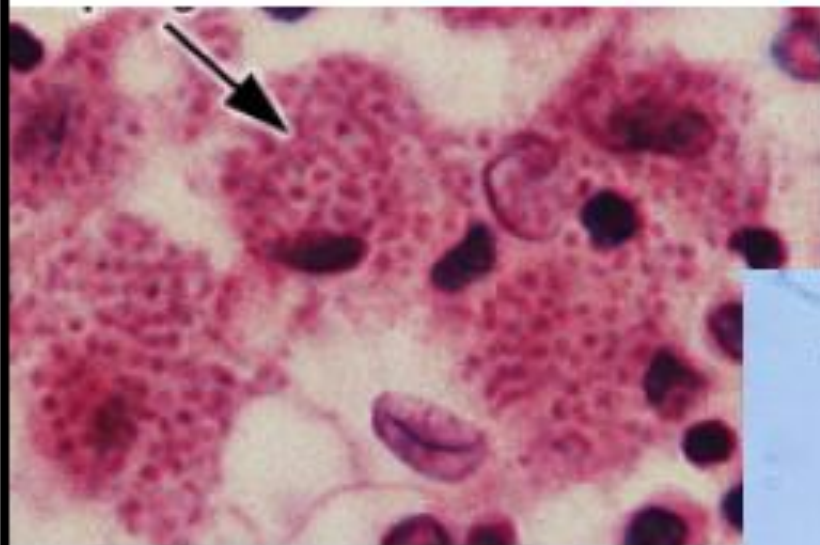
Sporothrix schenckii

Paracoccidioides brasiliensis

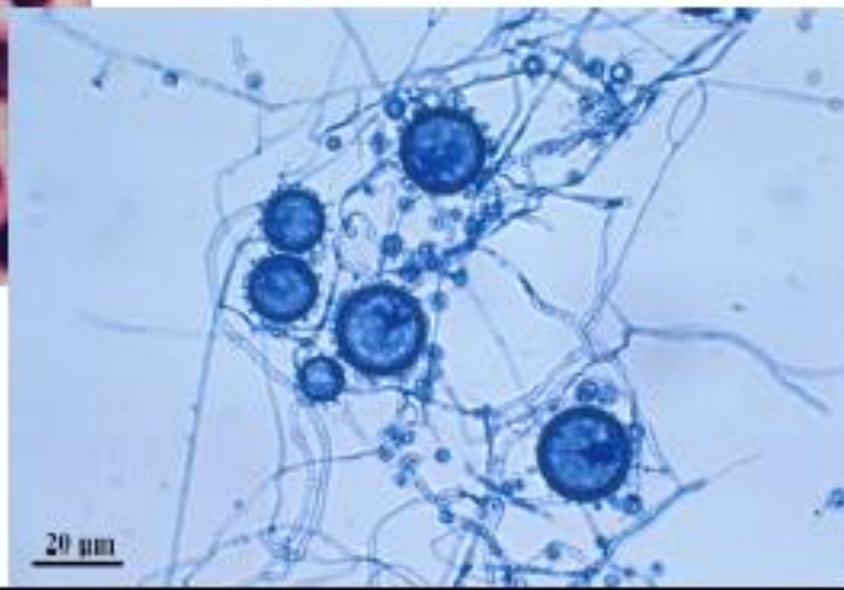
Penicillium marneffeii

Dimorfismo di miceti patogeni

Histoplasma capsulatum:
lievito nei tessuti



Histoplasma capsulatum:
forma miceliale in coltura
A 25°C

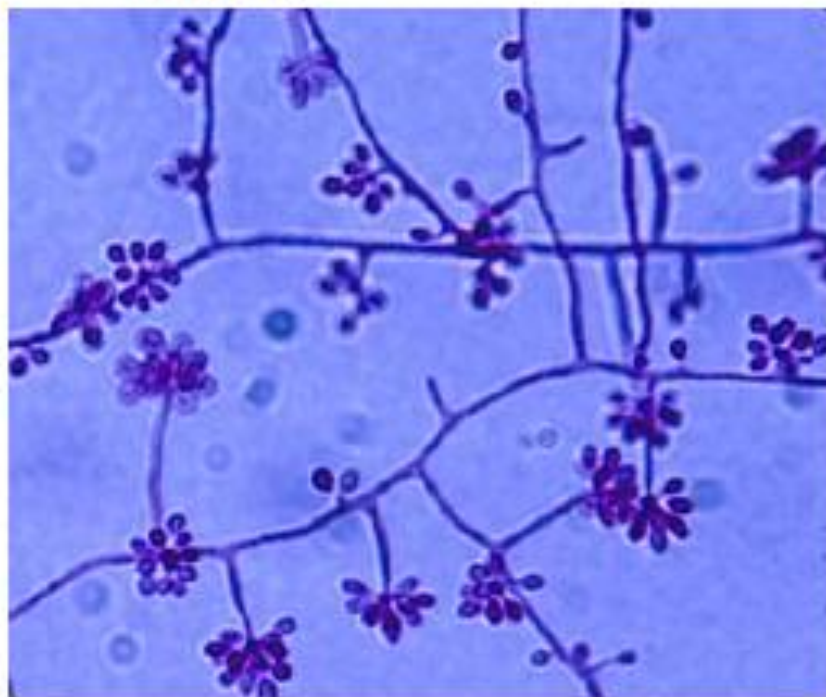


Dimorfismo di miceti patogeni

Sporothrix schenckii
lievito nei tessuti

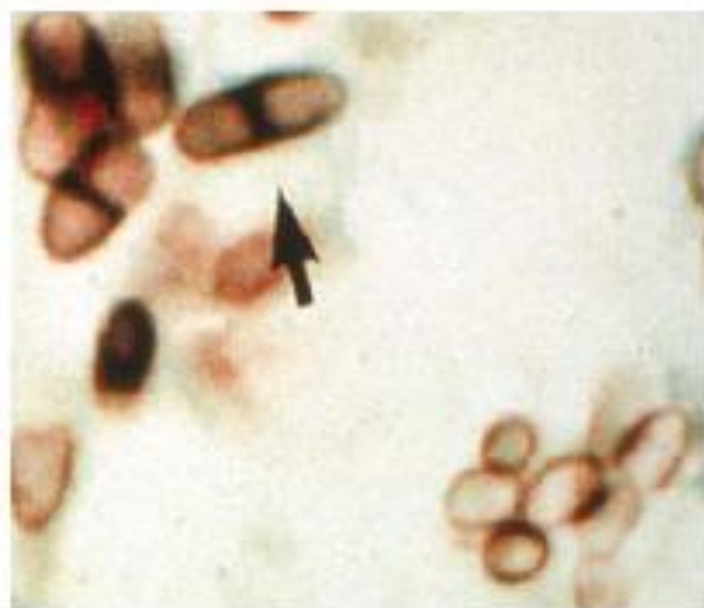


Sporothrix schenckii:
forma miceliale in coltura
a 25°C

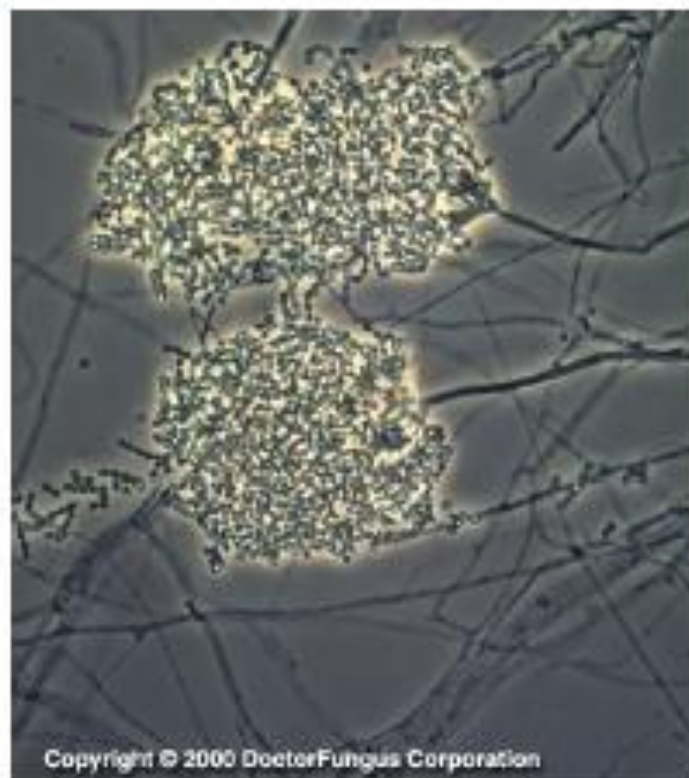


Dimorfismo di miceti patogeni

Penicillium marneffei
lievito nei tessuti

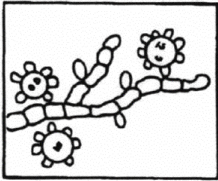
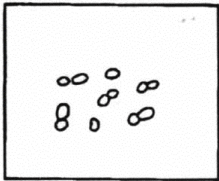
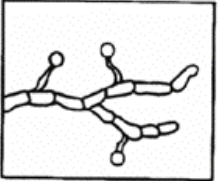
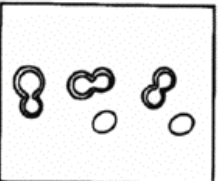
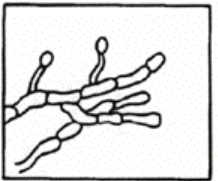
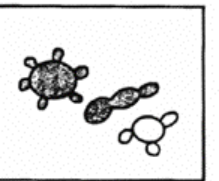


Penicillium marneffei
forma miceliale in coltura
a 25°C



Funghi dimorfi

Miceti che possono presentarsi alternativamente sotto forma di lieviti o muffe al variare delle condizioni ambientali. Nell'ambiente mostrano aspetto ifale, nella fase parassitaria tissutale hanno aspetto blastosporaceo:

	Saprofita (25°C) Muffa	Parassita (37°C) Lievito
<i>Histoplasma capsulatum</i>		
<i>Blastomyces dermatitidis</i>		
<i>Paracoccidioides brasiliensis</i>		

RIPRODUZIONE

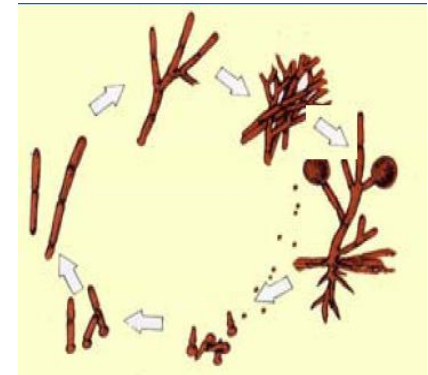
I miceti si riproducono per mezzo di spore che possono avere un'origine sessuale (funghi perfetti) o asessuale (funghi imperfetti). Questi due tipi di riproduzione in genere si alternano nel ciclo vitale di un fungo.

Riproduzione asessuata: i nuclei si dividono dando luogo a cellule polinucleate; si ha formazione di un nuovo clone senza intervento di gameti e fusione nucleare per:

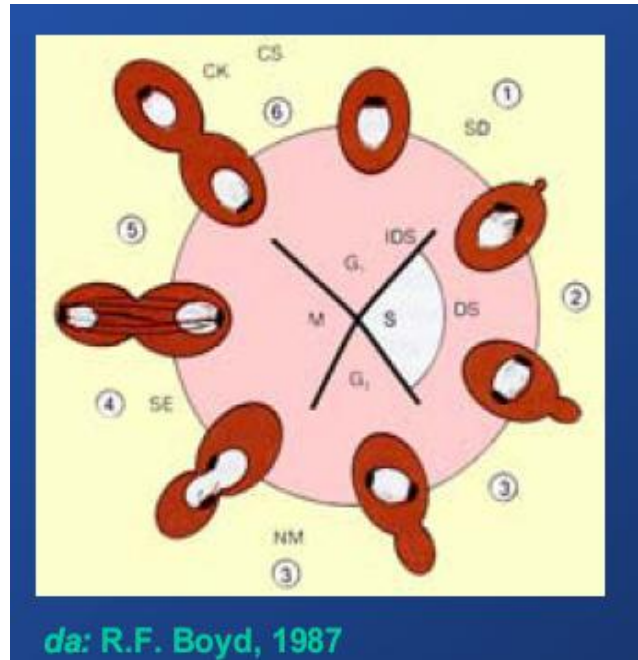
- **sporulazione** seguita da gemmazione delle spore

Le **spore asessuate** possono essere localizzate agli apici e ai lati delle ife (**conidi**), o all'interno di esse (**artrospore** e **clamidospore**).

Le spore presentano anche più nuclei, morfologia variabile e caratteristiche che possono essere importanti per la loro identificazione.



- gemmazione



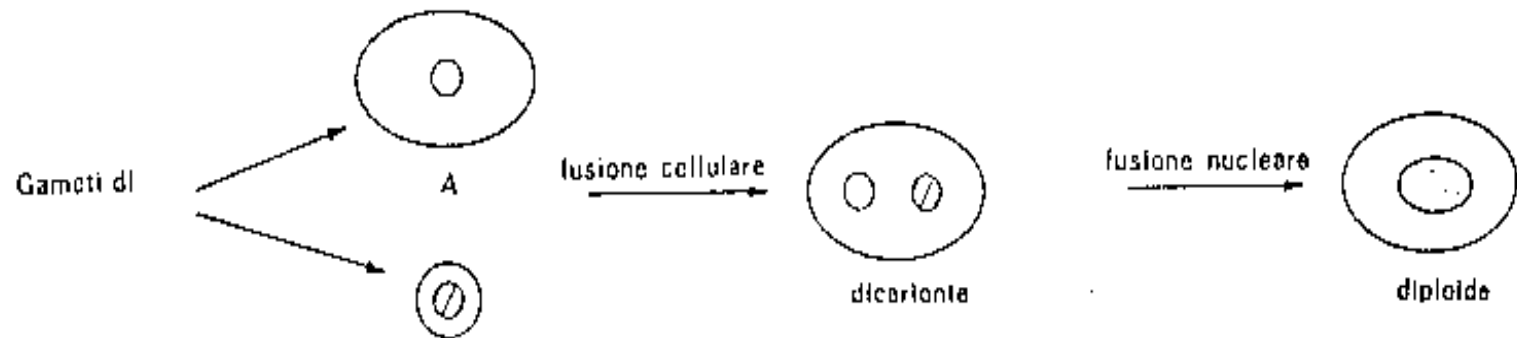
- frammentazione delle ife.

La gemmazione costituisce il meccanismo principale riproduttivo dei funghi: la cellula madre dà luogo per estroflessione alla cellula figlia molto più piccola. Rimane sulla parete della cellula genitrice una cicatrice da distacco detta "cicatrice da gemmazione".

Riproduzione sessuata: il processo avviene secondo le seguenti tappe:

- il nucleo della cellula donatrice (maschile) penetra nella cellula ricevente (femminile);
- il nucleo maschile e quello femminile si fondono a formare uno zigote diploide;
- attraverso una meiosi il nucleo diploide dà origine a 4 nuclei aploidi alcuni dei quali possono essere ricombinanti genetici. La condizione di aploidia si associa spesso ad un lungo periodo di sviluppo vegetativo.

L'accoppiamento porta a formazione di un dicariote e, in seguito a fusione dei nuclei, ad una cellula diploide.



PATOGENICITÀ

La maggior parte delle specie fungine che causano patologie nell'uomo sono saprofiti del suolo.

Solo le specie di *Candida* appartengono alla microflora umana

E' essenziale distinguere tra miceti:

1) **patogeni primari**, quali il criptococco, che infettano sempre l'ospite naturale

2) **patogeni opportunisti**, che sono in grado di infettare l'ospite solo in determinate situazioni (immunosoppressione, prolungata terapia antibiotica, diabete mellito, AIDS,).

PATOGENESI DELLE MICOSI



Nelle muffe l'invasione dei tessuti sembra facilitata dalla spinta meccanica che dipende dall'allungamento ifale. **Nei lieviti** la diffusione del micete sembra sia determinata dalla fagocitosi

Dal primitivo focolaio infiammatorio, che nelle forme esogene è quasi sempre polmonare e clinicamente silente, l'infezione può diffondersi ad altri organi e tessuti per via ematica o linfatica

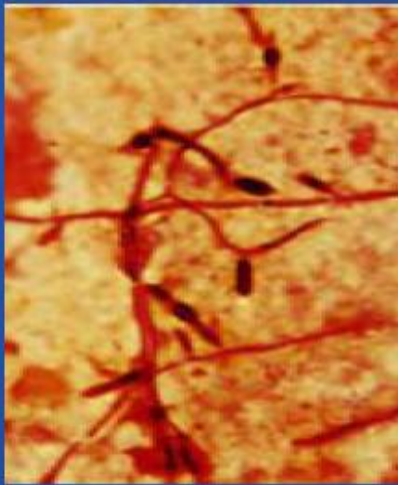
FATTORI DETERMINANTI LA PATOGENICITÀ

DIMENSIONI

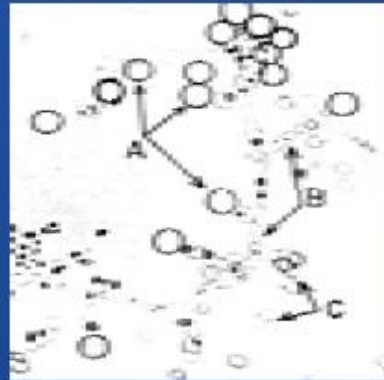
- Soprattutto le muffe possono avere dimensioni maggiori di quelle delle cellule fagocitarie, in particolare dei leucociti polimorfonucleati neutrofili (PMN), e quindi eludere per questa ragione la fagocitosi, uno dei primi meccanismi dell'immunità innata che interviene per difendere l'ospite dall'infezione
- Talvolta le dimensioni della spora non sono tali da impedire la fagocitosi ma una volta fagocitata l'energia meccanica prodotta durante la formazione dell'ifa spinge l'ifa stessa al di fuori del fagocita.
- L'accumulo delle cellule fagocitarie intorno alle ife in accrescimento non riesce a distruggerle

DIMORFISMO

Capacità reversibile dei miceti di presentarsi in forma di ifa in coltura e in aspetto di lievito allo stato parassitario, con l'eccezione di *Candida*, che manifesta un dimorfismo opposto



tessuti parassitati

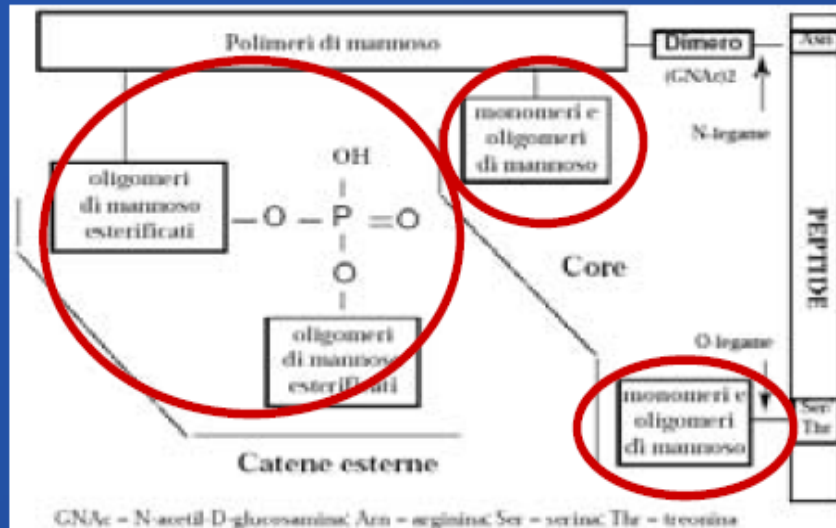


coltura

La conversione morfologica si accompagna a modificazioni quantitative nella composizione del cell wall, associate ad altre modificazioni qualitative nel profilo delle mannoproteine, nella struttura degli oligosaccaridi e di conseguenza, nella espressione di antigeni specifici.

Il passaggio intermittente dalla forma di lievito a quella filamentosa determina **pleiomorfismo antigenico** invalidando la risposta immunitaria suscitata nell'ospite

ADESIVITÀ



Mannoproteine=Complesse glicoproteine contenente polimeri di mannosio

Alcune adesine sono differentemente espresse a seconda dello stato dimorfico del fungo e quindi variazioni fenotipiche del lievito possono comportare variazioni nella sua adesività e nelle sue proprietà antigeniche

STRUTTURE DI SUPERFICIE

Componenti della parete cellulare dei lieviti possono risultare pirogene, tossiche o antigeniche come i mannani

I polisaccaridi della capsula di *Cryptococcus* sono antifagocitari

TOSSINE

Candida albicans: tossina E (basso peso molecolare); glicoproteine, candidotossine (alto peso molecolare)

Aspergillus: aflatossine (potenti cancerogeni)

ENZIMI

Candida albicans

Reduttasi Agiscono sui legami disolfurici denaturando le proteine

Enzimi idrolitici (proteinasasi, fosfolipasasi, elastasi, collagenasi, cheratinasi, lipasi, fosfatasi) Danneggiano le membrane cellulari.

TIPI DIVERSI DI MALATTIA DA MICETI

1. **IPERSENSIBILITÀ** - reazione allergica ad antigeni delle spore fungine: polmonite da ipersensibilità.
2. **MICETISMO** – avvelenamento da funghi velenosi
3. **MICOTOSSICOSI** - avvelenamento da prodotti alimentari contaminati da metaboliti secondari tossici:
 - alcaloidi dell'ergotammina: blocco alfa-adrenergico, con vasocostrizione periferica, necrosi e gangrena (*Claviceps purpurea*, *segale cornuta*, parassita di alcune graminacee)
 - agenti psicotropi: psilocina, LSD
 - aflatossine (*Aspergillus flavus*): malattia X del tacchino.
4. **MICOSI**: le INFEZIONI !! (Ascomiceti, Deuteromiceti)

Malattie Fungine

1. Malattie da Ipersensibilità

- Reazione allergica a spore e muffe:
 - Polmonite da ipersensibilità

2. Micotossicosi

- Intossicazione secondaria ad ingestione di funghi che producono tossine:
 - Alcaloidi dell'ergotamina
 - Aflatossine (metaboliti bisfuranocumarinici prodotti da *Aspergillus flavus*)

3. Infezione

✓ **IPERSENSIBILITA'**

Soprattutto spore diffuse per via aerea.

Sono uno stimolo antigenico → produzione di Ig e linfociti sensibilizzati.

Es: POLMONITE DA IPERSENSIBILITA': rinite, asma, alveolite

Non è necessario che il fungo cresca.

✓ **MICOTOSSICOSI**

Ingestione di tossine fungine.

ALCALOIDI DELL'ERGOTAMMINA: vasocostrizione periferica con necrosi e cancrena. Contraggono la muscolatura liscia.

AGENTI PSICOTROPI: dietilammide dell'acido lisergico.

AFLATOSSINE: altamente tossiche (epatopatie) e cancerogene. Importanti nelle contaminazioni dei cereali e mangimi (**controlli alimentari**)

L'INSTAURARSI DI UNA INFEZIONE FUNGINA DIPENDE DA:

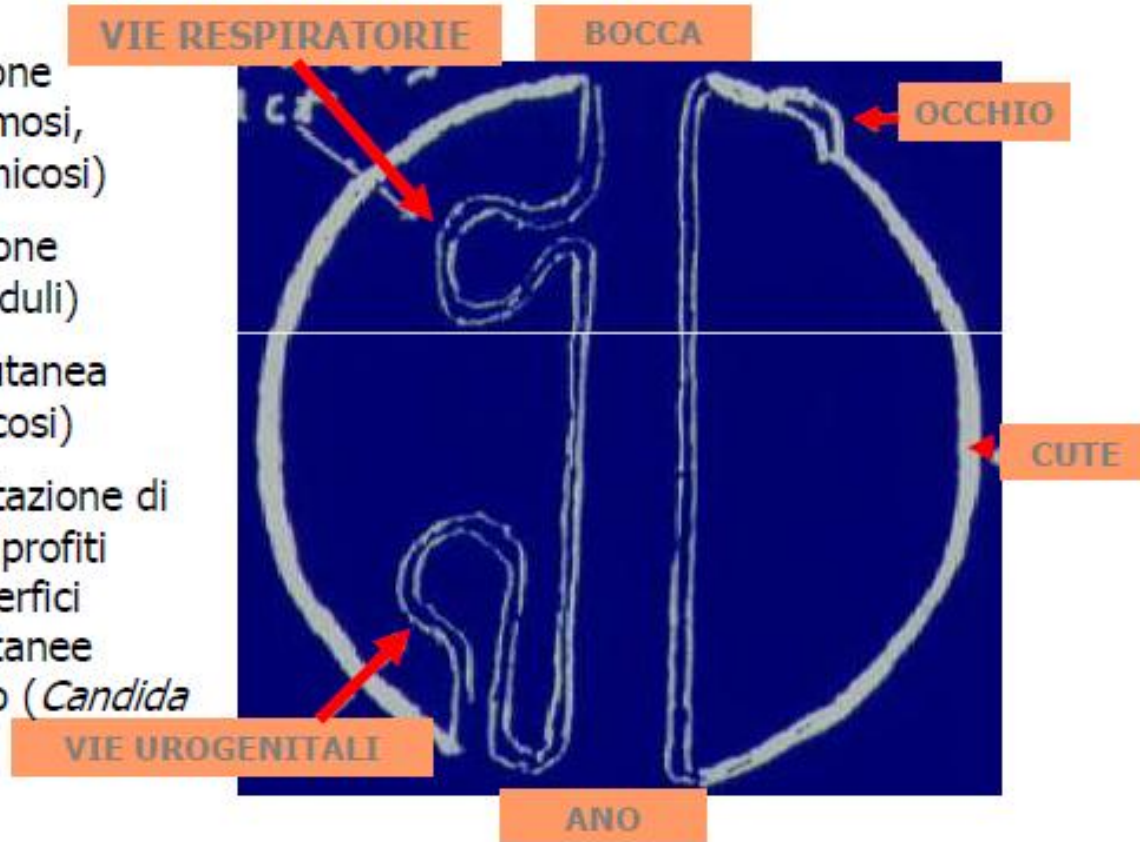
1. Resistenza (o sensibilità) dell'ospite
2. Dimensioni dell'inoculo
3. Virulenza fungina

PATOGENICITA' DEI FUNGHI

1. Capacità di sopravvivere nei tessuti
 - Dimorfismo muffa-lievito (*Histoplasma spp*, *Coccidioides spp*, *Blastomyces spp*, *Sporothrix spp*)
 - Dimorfismo lievito-pseudoifia (*Candida spp*)
2. Capacità di contrastare le difese dell'ospite
 - Sopravvivenza intrafagocitaria, neutralizzando l'azione degli enzimi lisosomiali (*C. immitis*, *H. capsulatum*)
3. Produzione di tossine ed enzimi
 - Rilascio di cheratinasi (Dermatofiti), fosfolipasi (*C. albicans*)
4. Presenza di capsula (*Cryptococcus neoformans*)
5. Termotolleranza (22-35°C)

VIE DI INGRESSO

- Inalazione (istoplasmosi, coccidiomicosi)
- Ingestione (funghi eduli)
- Transcutanea (sporotricosi)
- Virulentazione di funghi saprofiti sulle superfici muco-cutanee dell'uomo (*Candida albicans*)



Classificazione delle principali micosi

- Micosi **superficiali** (*Malassezia furfur*, *Trichosporon spp*)
 - Infezioni limitate allo strato esterno della cute e dei capelli
- Micosi **cutanee** (*Microsporon spp*, *Candida spp*)
 - Infezioni che invadono profondamente l'epidermide e gli annessi cutanei (unghia, capelli)
- Micosi **subcutanee** (*Sporothrix shenckii*)
 - Infezioni a carico del derma, tessuto sottocutaneo, muscolo e fasce
- Micosi **sistemiche** (*Histoplasma*, *Coccidioides*, *Blastomyces*)
 - Infezioni che inizialmente colonizzano il polmone, ma che successivamente possono diffondere ad altri organi
- Micosi **opportunistiche** (*Aspergillus*, *Candida*, *Cryptococcus*)
 - Infezioni causate da funghi che sono patogeni solo nell'ospite immunocompromesso

MICOSI SUPERFICIALI

Crescono sugli strati più superficiali della cute o della cuticola di peli e capelli.

Il contagio si verifica per contatto.

4 tipi:

1. **Pitiriasi versicolor**: lesioni maculari iper- o ipopigmentate desquamanti.



2. **Tinea nigra**: fungo che produce melanina lesioni maculari delimitate.



3. **Piedra nera**: formazione di noduli scuri e duri lungo il fusto del pelo

4. **Piedra bianca**: noduli chiari e cremosi.

1 e 2 interessano la cute; 3 e 4 i peli-capelli.

Non innescano la risposta immunitaria, perché colonizzano tessuti non viventi.

La cute si cura con agenti cheratolitici.

MICOSI CUTANEE

Interessano pelle, peli, unghie → **DERMATOFITOSI**

Dette anche **TINEA** (tigna) → lesione serpentina della cute

Possono evocare risposte immunitarie cellulo-mediate, perché arrivano negli strati più profondi della cute.

Sono causate da 3 generi di **DERMATOFITI**:

1. *Microsporum*

2. *Trichophyton*

3. *epidermophyton*

A seconda della trasmissione si dividono in dermatofiti:

-GEOFILI: si trovano nel terreno

-ZOOFILI: animali domestici e uccelli

-ANTROPOFILI: uomo e suo habitat.

La maggior parte di questi miceti usano come substrato la cheratina, per questo sono chiamati in genere **CHERATINOFILI**.

Generalmente si curano con preparati antifungini topici.



Tinea unguium



Tinea corporis

MICOSI SOTTOCUTANEE

Interessano strati profondi del derma, tessuto sottocutaneo e osseo. Avvengono spesso in seguito ad un trauma (es. morsi, corpi estranei)

Sono in genere croniche e difficili da trattare (a volte amputazione), fortunatamente rare.

Diverse patologie a seconda del fungo:

- **SPOROTRICOSI LINFOCUTANEA**: lesioni ulcerative e nodulari lungo le ghiandole linfatiche che drenano la sede dell'inoculazione.
- **CROMOBLASTOMICOSI**: noduli verrucosi iperplastici
- **FEOIFOMICOSI**: cisti
- **MICETOMA**: tumefazioni deformanti con fistole.

MICOSI SISTEMICHE

Causate da funghi dimorfi intrinsecamente virulenti.

In tutti i casi la sede primaria dell'infezione è il **POLMONE** → **INALAZIONE**.
Vengono inalati come ife, e nel corpo si trasformano in lieviti.

4 forme, causate da 4 miceti:

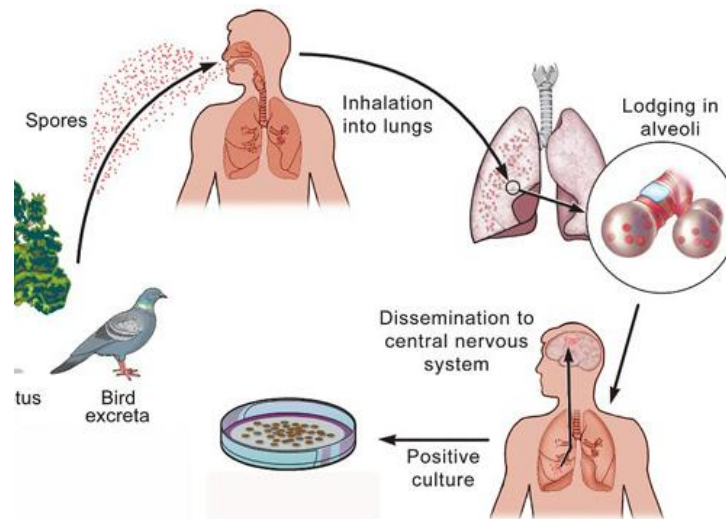
ISTOPLASMOSI: inalazione di *Histoplasma capsulatum* che si trova principalmente negli habitat di pipistrelli. Può dare polmonite acuta e granulomi in fegato e milza. Solitamente autolimitante, rimangono calcificazioni.

BLASTOMICOSI: da *Blastomyces dermatitidis* (nord America); importante problema veterinario (cani). Infezione polmonare spesso non evidente, può avere 3 esiti: (1) risoluzione, (2) aggravamento della polmonite, (3) diffusione sistemica: granulomi cutanei e linfoghiandolari.

PARACOCCIDIOIDOMICOSI: da *Paracoccidioides brasiliensis*, Sudamerica. Dopo l'infezione primaria polmonare, causano spesso lesioni ulcerative del cavo orale e nasale. La malattia polmonare può cronicizzare.

COCCIDIOIDOMICOSI: da inalazione di *Coccidioides immitis*. Limitata all'America. Sintomi di un'influenza. Generalmente autolimitante, in rari casi può disseminare alla cute o alle meningi (meningite coccidiioidea)

CRIPTOCOCCOSI: da *Cryptococcus neoformans*. Presente in tutto il mondo negli escrementi e nei resti di piccioni. Fattori di virulenza: capsula (inibisce fagocitosi), fenolo-ossidasi (converte c. fenolici in melanina). Causa principale della **MENINGITE MICOTICA**, in quanto dai polmoni tende a diffondere nel SNC e meningi.



MICOSI OPPORTUNISTICHE

Normalmente alti livelli di resistenza alle infezioni fungine.

Ma con **debitazione dell'ospite** → suscettibilità

La maggior parte dei miceti opportunisti appartiene a varie specie di

Candida → **CANDIDOSI**

MICOSI ENDOGENE

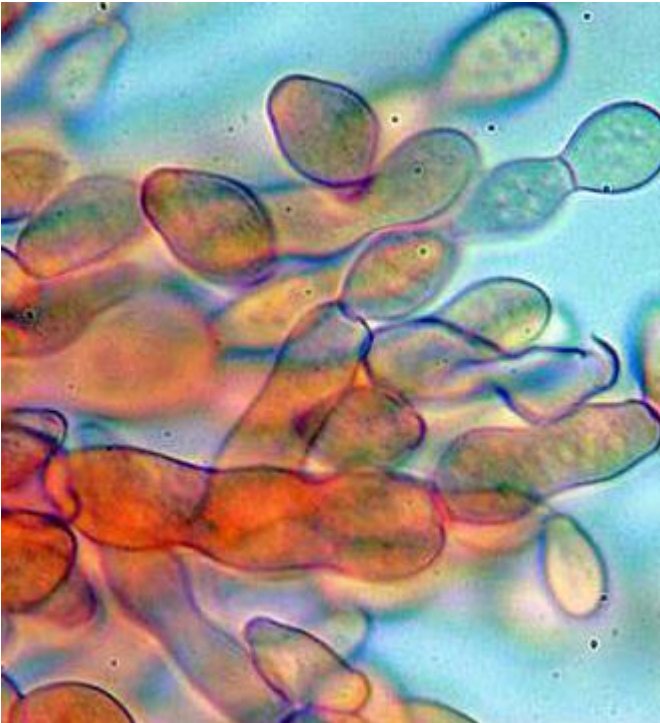
Il passaggio dalla fase di commensalismo a quella di parassitismo è mediata da alcuni fattori predisponenti:

- Immunologici: aids, neoplasie
- Endocrini: contraccettivi, gravidanza, corticosteroidi
- Iatrogeni: interventi chirurgici

CANDIDOSI

Uno dei maggiori problemi degli individui immunocompromessi.
Spettro di manifestazioni molto vario.

Spesso le varie specie di *candida* sono parte della normale flora delle mucose sane (cavità orale, vagina, g.i.)



➤ *Candida (Dimorfo lieviforme)*

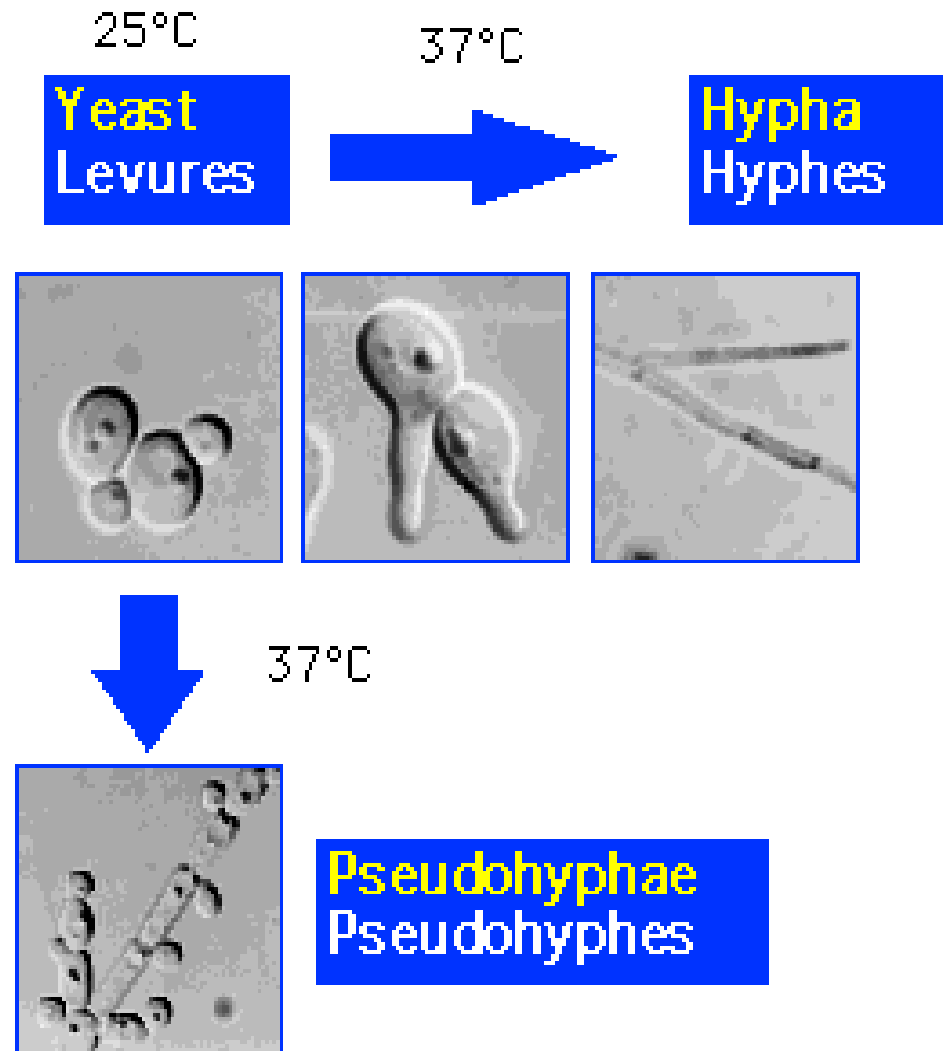
190 specie, circa 10 colonizzano l'uomo.
È un lievito.

C. albicans più comune nell'uomo

Candidosi

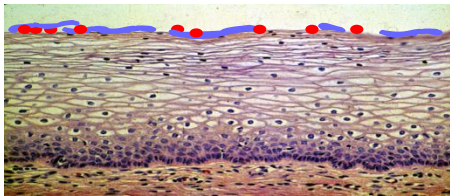
- Responsabile del 90% delle infezioni micotiche, proviene dall'intestino e colonizza nelle mucose dell'intestino, dei genitali, della cute, della bocca, dell'orecchio, dell'apparato respiratorio etc
- Cresce in modo esponenziale ed in tempi rapidissimi
- L'infezione si diffonde velocemente immettendo nel circolo sanguigno ~80 tossine: micotossine e candidotossine sono molto pericolose per il S.I. e per il SNC di adulti e bambini
- E' sempre presente in tutte le malattie degenerative e tumorali

Forma sferica 4-6 micron. Si moltiplica per gemmazione.
Può formare blastospore, pseudoife e ife settate.



A

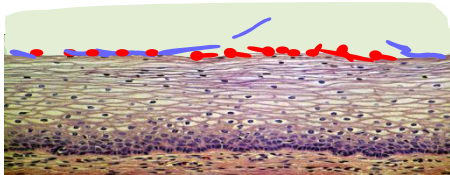
COLONIZZAZIONE DELLE BLASTOSPORE



asintomatica

B

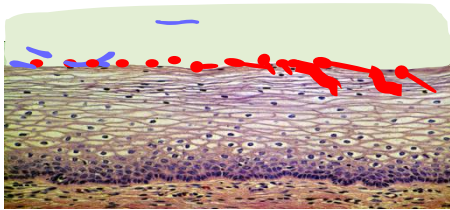
FORMAZIONE DEL TUBO GERMINATIVO



asintomatica

C

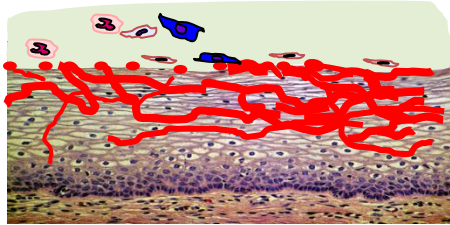
FORMAZIONE DELLE IFE PENETRAZIONE NELLA MUCOSA



acuta

D

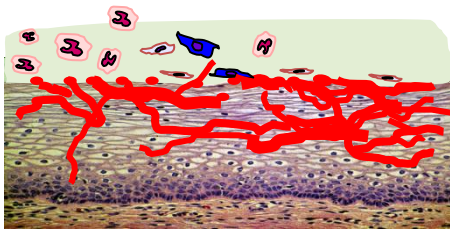
INVASIONE DELLA MUCOSA DA PARTE DELLE IFE



cronica

E

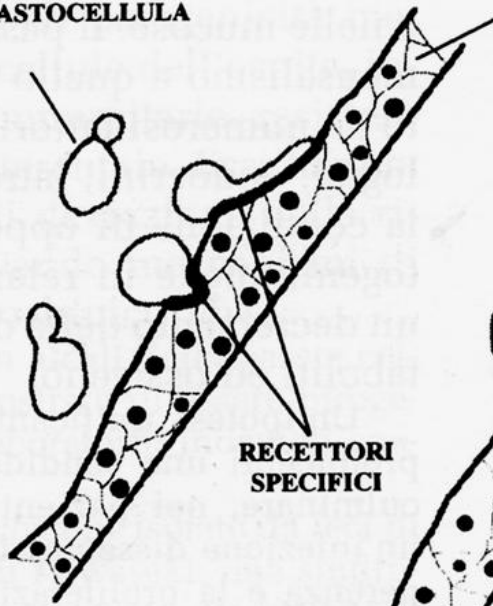
CANDIDIASI VULVOVAGINALE RICORRENTE



ricorrente

BLASTOCELLULA

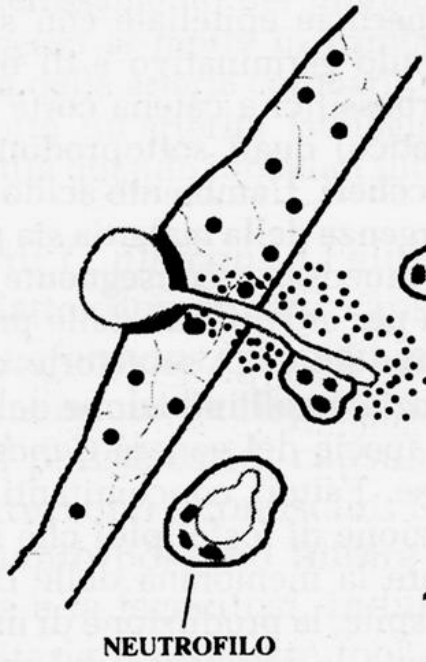
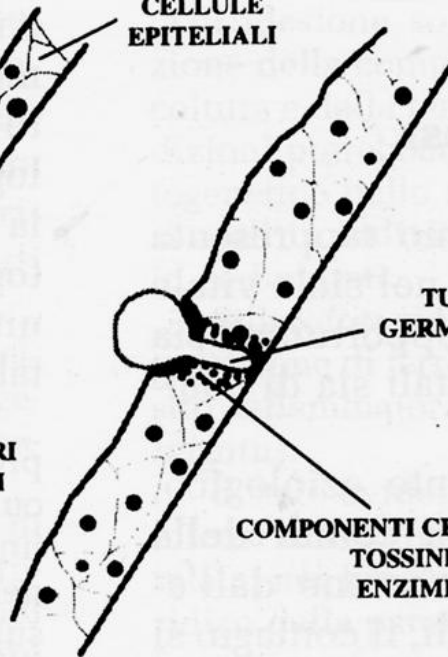
CELLULE
EPITELIALI



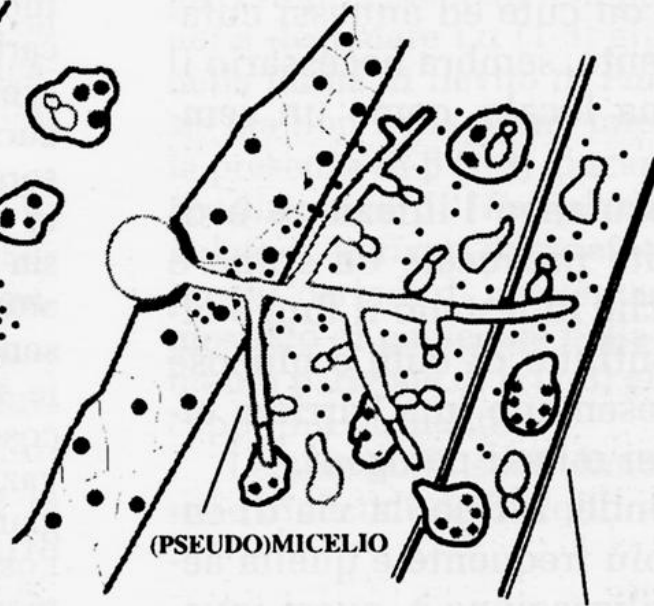
RECCETTORI
SPECIFICI

TUBULO
GERMINATIVO

COMPONENTI CELLULARI
TOSSINE
ENZIMI

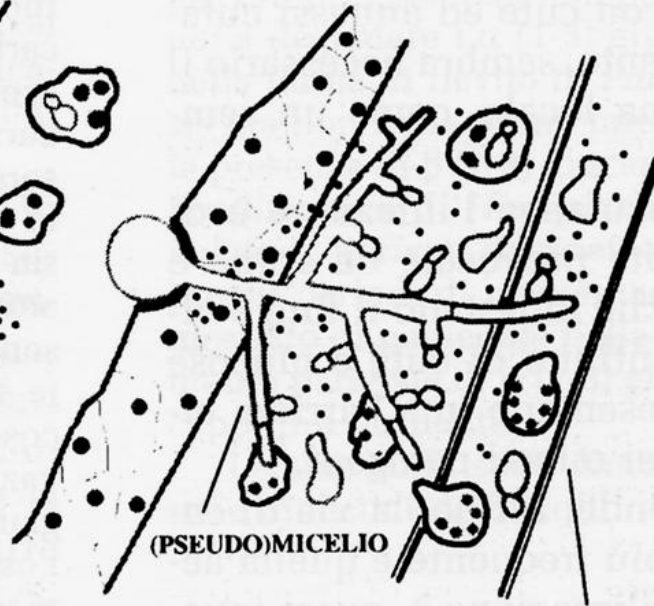


NEUTROFILO



(PSEUDO)MICELIO

VASO
SANGUIGNO



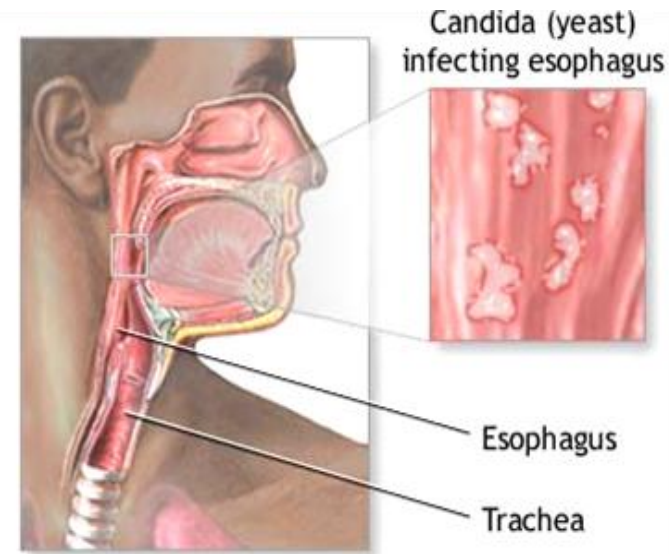
CANDIDOSI SISTEMICHE

Immunodepressi (AIDS)

Esofagite da *Candida*:
piccole ulcere poco profonde

Si presenta con:

- Odinofagia (dolore alla deglutizione)
- Disfagia (sensazione di ostacolo)
- Dolore retrosternale
- Raramente sanguinamento



Esofago paziente
con AIDS



CANDIDEMIA

- definita dalla positività di una o più emocolture, anche se in $\approx 50\%$ dei pazienti con candidosi disseminata risultano negative.
- si verifica con o senza manifestazioni cliniche (febbre o lesioni cutanee)
- è spesso preceduta dalla colonizzazione o dall'infezione di altri distretti corporei

Risk Factors for Candidemia

- Indwelling intravascular catheters
- Cancer chemotherapy
- Abdominal surgery
- Treatment with antibacterials
- Candiduria
- Injection drug use

Candidiasi disseminata

La *Candida* si dissemina attraverso il torrente circolatorio ad altri organi.

Fattore predisponente è la neutropenia nei linfomi e leucemie.

A rischio: trapianto di midollo osseo, cateteri, valvole protesiche.

Fattori favorenti la proliferazione

- Insufficienza dei succhi digestivi: ipocloridria, deficit di acidi biliari e pancreatici
- Alimentazione non corretta, eccesso di carboidrati e cibi lievitati, eccesso di prodotti caseari, bevande alcoliche, cibi allergizzanti e cibi che hanno subito trattamenti per la conservazione
- S.I. compromesso da chemioterapia, radio, abuso di farmaci, tossicosi ambientale, agenti inquinanti, carenze nutrizionali, distress, malattie metaboliche malattie pregresse, malattie croniche, scarsa funzionalità epatica, abitudini non salutari, stile di vita irregolare, igiene, biancheria

Candidosi patologiche

- Candida orale:
afte, gengiviti, piorrea, alitosi, bruxismo
Causata da alimentazione non corretta, problemi digestivi e respiratori, intossicazioni.
- Candida intestinale:
MALT, GALT, VALT alterati, problemi gastro-intestinali, uterini, prostatici, coliti, ernie, sindrome gastrocardiale, extrasistolia, dismetabolismi, celiachia, carcinoma colon-retto, colite spastica, morbo di Crohn, colite ulcerosa.

Candidosi patologiche

Le infezioni della CUTE, delle UNGHIE e del CUOIO CAPELLUTO e quasi tutte le problematiche degli annessi cutanei sono dovute a Candidosi, in quanto la Candida si nutre di ponti disolfuro e distrugge la struttura del capello; si insinua sotto il letto ungueale, l'unghia si ispessisce formando uno strato corneo bruno con psoriasi; la cute presenta chiazze con prurito, arrossamento, sudorazione soprattutto in zona ascellare, inguinale e mani e piedi.

ASMA: 80% casi da Candida

Polmone e intestino=> endoderma, produzione di IgA protettive che attivano il sistema di difesa legandosi alla mucosa secretiva formando sIgA, da qui si attivano milza, linfociti etc

NB : trattamento farmacologico blocca sIgA

Candidosi patologiche

- Nei BAMBINI la Candida si presenta sin dalla nascita, dal parto, con problemi respiratori, oculari, cutanei.
- Con le vaccinazioni si riduce l'efficienza del S.I. e si ammalano frequentemente
- Malassorbimento, acetonemia, otiti, raffreddori recidivanti, asma, inappetenza, pavor nocturnus, crisi di pianto, enuresi, celiachia, deficit di attenzione
- Candida VAGINALE con cerviciti, vaginiti, stimolo ad urinare, infiammazione, arrossamento, prurigo, leucorrea, curate con i protocolli classici, recidivano continuamente.
- La terapia biologica e cambiamento dello stile di vita sono risolutivi

Candidosi patologiche

SNC

Le micotossine alterano il metabolismo del triptofano causando carenza di 4 aa

-> treonina,acido aspartico,citrullina,arginina

-> iperammoniemia e aminoacidouria

-> deaminazione alterata,si forma acido indolpropionico, metabolita probabilmente responsabile di disturbi ansiosi, depressione, schizofrenia, irrequietezza, panico, irritabilita', autismo, psicosi, demenza, tachicardia, cefalea, emicrania, pianto immotivato, vertigini, astenia, malassorbimento, sindrome da fatica cronica

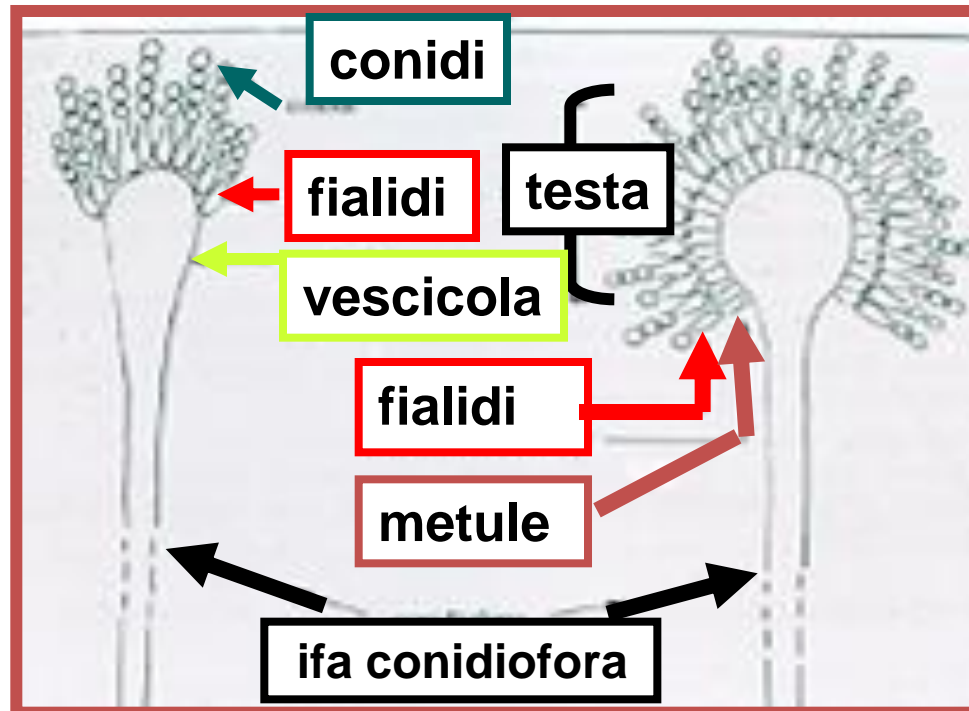
Rimedi della Candidosi

- Eliminazione cibi scatenanti
- Pulizia dell'intestino(Mg perossido,cloruro etc)
- Recupero eubiosi intestinale (probiotici adatti)
- Assunzione di minerali e vitamine
- Assunzione di rimedi fitoterapici ed omeopatici
(liquirizia,idraste,pompelmo semi,alloro,bardana, zenzero, cannella, timo, iperico, enula, uncaria etc)
- Uso di detergenti, creme, ovuli a base di piante ad azione antimicotica

ASPERGILLOSI



Le specie appartenenti a questo genere sono fortemente [aerobiche](#) e crescono in quasi tutti gli ambienti ricchi di [ossigeno](#), di solito sulla superficie di un [substrato](#). Molte specie si sviluppano a danno di cibi ricchi di [amido](#), come i [cereali](#) e le [patate](#)



FATTORI DI VIRULENZA

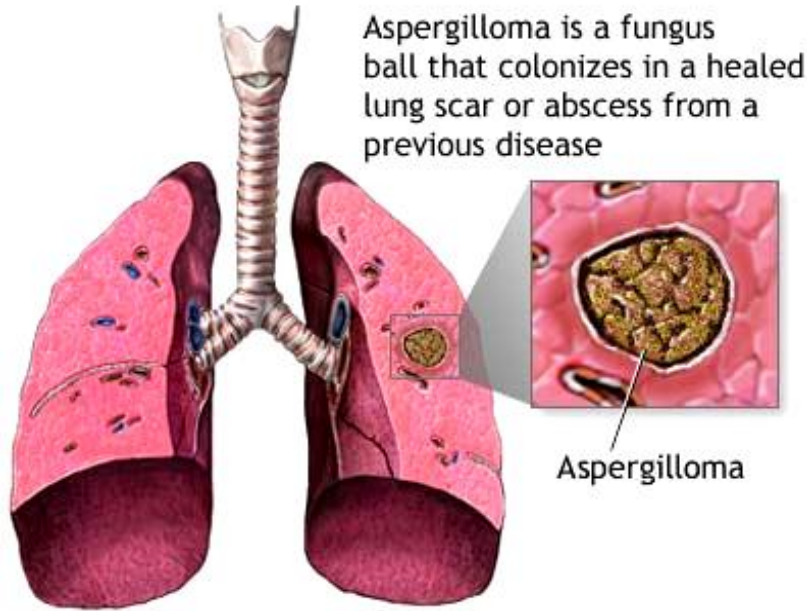
Prodotti secreti da *Aspergillus*:

- tossine come la gliotossina (inibisce la fagocitosi da parte dei macrofagi e l'attivazione dei linfociti B)
- elastasi
- proteasi
- catalasi

PATOLOGIE

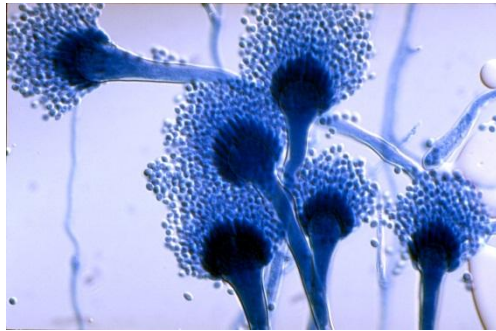
- Micotossicosi, per ingestione di cibi contaminati
- ABPA, malattia broncopolmonare allergica (Reazione allergica agli antigeni delle spore dell'aspergillo)
- Micetoma, colonizzazione micotica di cavità preesistenti
- Malattia sistemica, malattia invasiva coinvolgente uno o più organi
- IPA, aspergillosi invasiva polmonare

Aspergilloma (micetoma)



Agglomerato di funghi (*micetoma*) che si forma in una cavità preesistente del polmone di solito nel lobo superiore

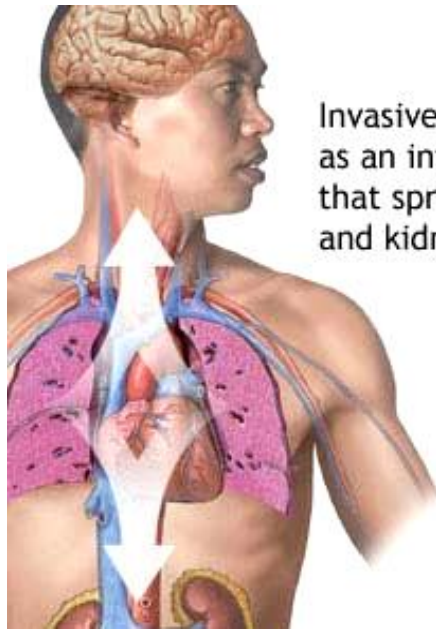
- *Aspergillus fumigatus*: inalato come una spora in soggetti con preesistenti cavità polmonari (cisti, caverne tubercolari, bronchiectasie), il fungo raggiunge la cavità ed è in grado di accrescersi libero da interferenze perché le cellule del sistema immunitario sono incapaci di raggiungere la cavità. Il fungo quindi si moltiplica si forma una piccola sfera che incorpora tessuto morto dal polmone circostante, muco e altri frammenti.



ASPERGILLOSI DISSEMINATA

La crescita miceliale si verifica inizialmente nel polmone poi, in seguito ad angioinvasione e/o broncoinvasione o per continuità, l'infezione si diffonde ad altri organi come cervello, cuore, cute.

La mortalità è superiore all'80%



Invasive aspergillosis can occur as an infection with pneumonia that spreads to heart, lungs, brain and kidneys via the bloodstream

Diagnosi:

spesso difficile perché l'espettorato e l'emocoltura possono risultare negativi

RUGGINI

Parassiti obbligati di piante vascolari, con [micelio](#) intercellulare assai sviluppato, che invia [austori](#) dentro le cellule dei tessuti colpiti, producendo alla superficie o sotto l'epidermide dell'ospite varie forme di [spore](#) e di corpi fruttiferi, che nel complesso assumono l'aspetto di pustole rugginose.



Ruggine bruna grano

Puccinia: Ruggini del grano: nera o lineare, bruna e gialla o striata, prodotte da altrettante specie del genere

Ruggine dell'avena, del mais, dell'orzo, della segale, della cipolla, dell'aglio e dell'asparago

Uromyces: Ruggini del fagiolo, nella barbabietola, nell'erba medica, nel lupino e in altre leguminose

ESAME MICROBIOLOGICO

La natura micotica di una affezione cutanea e/o mucosa, o di una infezione sistemica già sospettata in base ad elementi clinici, va sempre documentata attraverso la dimostrazione della presenza del micete

Inoltre, in caso di negatività e in presenza di lesioni fortemente sospette, l'esame microbiologico va ripetuto anche in sede diversa della lesione.

ESAME MICROSCOPICO "A FRESCO"

Esame microscopico a fresco con idrossido di potassio (KOH) al 10-20%
KOH serve a chiarificare i preparati di annessi cutanei dissolvendo la cheratina. Gli elementi fungini presenti, invece, non vengono intaccati e possono essere individuati abbastanza facilmente.

Esame microscopico a fresco con soluzione di blu di lattofenolo

Campioni di materiale fluido (liquido cefalo-rachidiano, peritoneale, pleurico e articolare, urina, lavaggio bronchiale e broncoalveolare), una volta centrifugati, possono essere esaminati al microscopio, dopo aver mescolato una parte del sedimento con una parte di blu di lattofenolo. Ha un'azione chiarificante e colora di blu le strutture fungine.



Fusarium spp.



Penicillium spp.



Acremonium spp.

ESAME MICROSCOPICO DIRETTO

deve essere sempre effettuato, sia per una diagnosi presuntiva e sia per la scelta di terreni appropriati

Identificazione presuntiva

- | | | |
|--|---|--------------------------------|
| Ife (3-6 μ) regolari, ramificate, con angoli di 45° e setti distinti | ⇒ | <i>Aspergillus spp</i> |
| Ife (2-3 μ) regolari, alcune ramificate con talvolta artrospore rettangolari | ⇒ | Dermatofiti |
| Ife con distinti punti di restrizione (pseudoife) e spesso forme a lievito gemmanti | ⇒ | <i>Candida spp</i> |
| Cellule lievitiforimi, sferiche, irregolari (5-20 μ), alcune capsulate con una o più gemme attaccate mediante restrizione | ⇒ | <i>Criptococcus neoformans</i> |
| Filamenti corti e settati, spore arrotondate (1-2 μ), isolate o a grappolo. | ⇒ | <i>Malassezia furfur</i> |

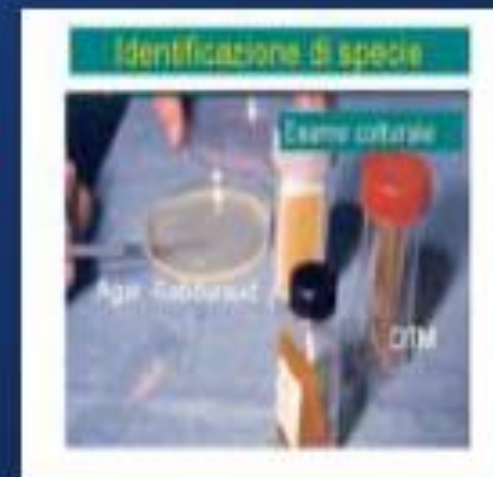
ESAME COLTURALE

Isolamento ed identificazione del micete

- Agar Sabouraud
- Agar Sabouraud Gentamicina Cloramfenicolo
- Agar Sabouraud Cloramfenicolo Actidione
- Agar Sabouraud Cloramfenicolo Cicloesimide
- Agar all'infuso cuore e cervello
- Agar all'infuso cuore e cervello + antibiotici
- Agar Sabouraud + antibiotici e rosso fenolo
- Albicans ID 2

Il terreno di coltura più utilizzato è l'Agar Sabouraud addizionato di antibiotici per evitare l'inquinamento batterico

L'identificazione si basa sulla fermentazione di vari zuccheri



TERAPIA ANTIFUNGINA

MICOSI SUPERFICIALI: strati esterni della cute, senza coinvolgimento delle difese → IGIENE E ANTIFUNGINI TOPICI.

MICOSI CUTANEE: tessuti cheratinizzati. Possono cronicizzare e dare infiammazione → ANTIFUNGINI TOPICI O (occasionalmente) SISTEMICI

MICOSI SOTTOCUTANEE: il trattamento dipende dal micete e dal grado di coinvolgimento dei tessuti.

MICOSI SISTEMICHE: terapie aggressive con ANTIFUNGINI SISTEMICI.

ANTIFUNGINI

Funzioni associate

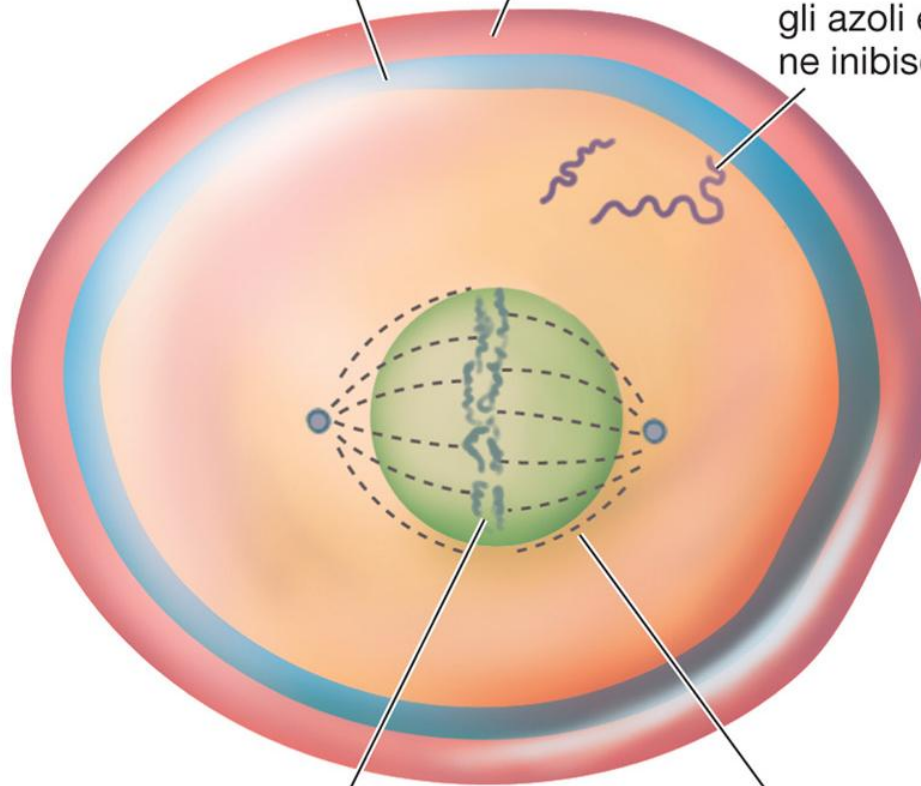
alla membrana: i polieni si legano all'ergosterolo e distruggono l'integrità della membrana

Sintesi della parete cellulare:

le polioxine inibiscono la sintesi della chitina; le echinocandine inibiscono la sintesi del glucano

Sintesi dell'ergosterolo:

gli azoli e le allilamine ne inibiscono la sintesi



Sintesi degli acidi nucleici:

la 5-fluorocitosina è un analogo di nucleotide che inibisce la sintesi degli acidi nucleici

Formazione dei microtubuli:

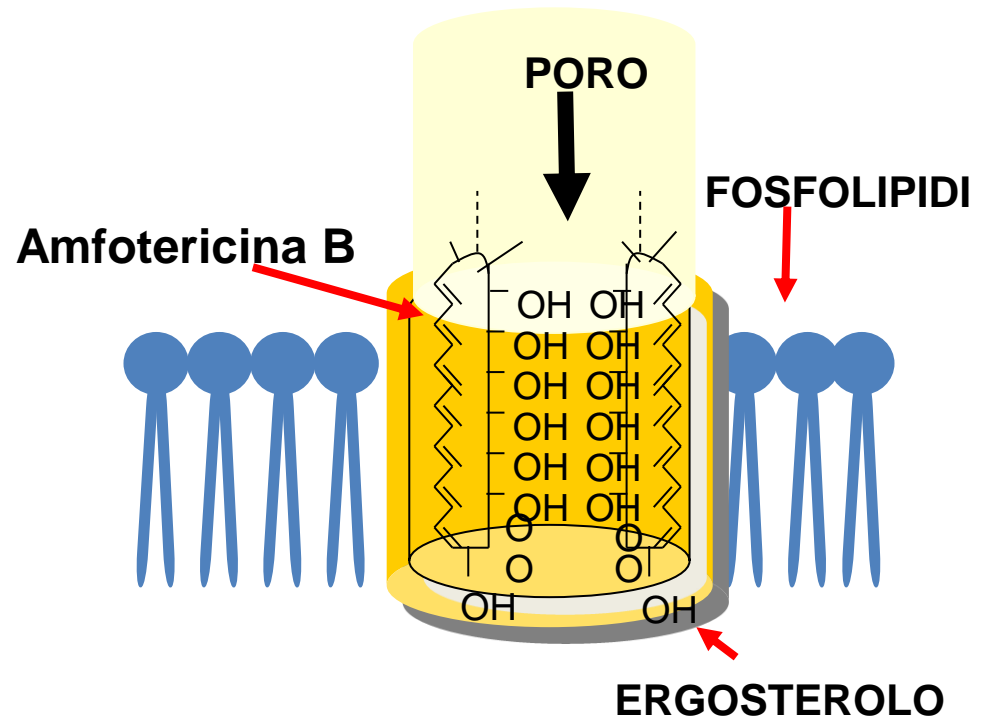
la griseofulvina distrugge l'aggregazione dei microtubuli durante la mitosi

POLIENI

Composti ciclici che legano gli steroli delle membrane citosoliche. Solo 2 in commercio, perché sono più selettivi verso l'ergosterolo rispetto al colesterolo.

1. **AMFOTERICINA B**: indicata per micosi sistemiche in soggetti immunocompromessi
2. **NISTATINA**: usata per micosi delle mucose.

Legano l'ergosterolo provocando la FORMAZIONE DI PORI con conseguente perdita della integrità osmotica della membrana fungina.



AZOLI

Fungistatici.

Meccanismo d'azione: inibiscono l'enzima che forma il precursore dell'ergosterolo → **INIBIZIONE SINTESI ERGOSTEROLO**.

Embriotossici e teratogeni.

FLUCONAZOLO: per micosi sistemiche gravi (e.v.)

KETOCONAZOLO

Disponibili anche per uso topico nelle micosi mucocutanee.

ANTIMETABOLITI

FLUCITOSINA:

5-fluoro-citosina → analogo pirimidinico, **blocca la sintesi di DNA e RNA**.

Utilizzata in associazione con amfotericina B e derivati azolici (sinergismo) per la meningite criptococcica e per la cromoblastomicosi.

Tossicità: convertita dai batteri della flora in 5-fluoro uracile (antineoplastico)

GRISEOFULVINA

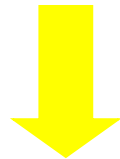
Uso sistemico per micosi cutanee da dermatofiti (onicomicosi).

MECCANISMO D'AZIONE:

Interagisce con la tubulina dei miceti svolgendo un'azione tossica durante la mitosi.

Si deposita nell'epidermide in formazione, dove lega la cheratina, e protegge così la cute da una nuova infezione

micosi cutanee



Griseofulvina
Nistatina
Miconazolo
Econazolo

micosi sistemiche



Amfotericina B
Flucitosina
ketoconazolo
Fluconazolo
Itraconazolo

MICOTOSSINE

Metaboliti di muffe alimentari, di foraggi o di materie prime usate nella produzione, tossici per uomo e animali

**Micotossine
ad effetto acuto**

**Epatotossiche, nefrotossiche,
neurotossiche, immunotossiche,
dermatotossiche**

**Micotossine
ad effetto cronico**

**Mutagene, cancerogene,
teratogene**

Funghi tossinogeni molto numerosi ma
ascrivibili a tre generi



Penicillium, Aspergillus e Fusarium

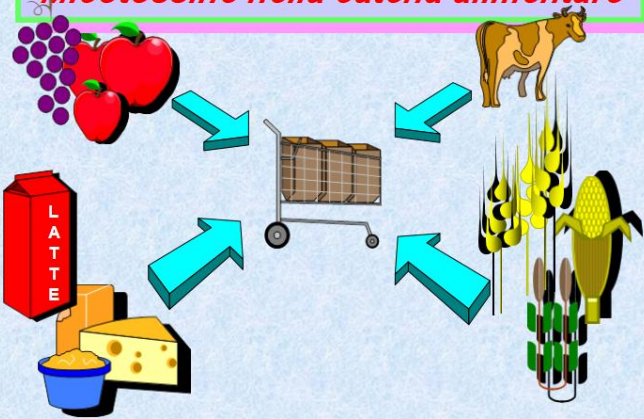
Diffusamente associati

ammuffimento alimenti e foraggi

Possibile anche

contaminazione simultanea da specie
diverse

Possibili vie di penetrazione delle Micotossine nella catena alimentare



Le Micotossine nella catena Alimentare

Fattori Biologici

- Piante suscettibili
- Funghi Tossigenici



Fattori Ambientali

- Temperatura
- Danni Meccanici
- Insetti Uccelli Roditori



Fase di Raccolta

- Metodi di Raccolta
- Livello di Maturazione

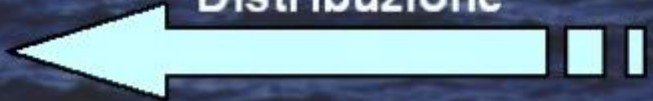
Fase di Stoccaggio

- Temperatura
- Umidità
- Precedenti contaminazioni

UMANI

ANIMALI

Distribuzione





Le Micotossine sono prodotte da funghi microscopici noti come “**muffe**” (*Penicillium*, *Aspergillus* e *Fusarium*) che amano condizioni ambientali caldo/umido.

Aree geografiche a maggiore rischio:

- Area sub-sahariana;
- Area asiatica;
- Area sud-americana;
- In generale aree geografiche a basso livello socio-economico



Una alternativa che consente l'accumulo delle Micotossine nelle derrate alimentari, é nella fase di stoccaggio e/o di trasporto verso paesi terzi importatori.

Micotossine più frequentemente ritrovate negli alimenti

Alimenti a rischio di contaminazione



Fumonisine

Ocratossine

Tricoteceni

Aflatossine

Patulina

Zearalenone

Succhi di frutta

Caffè

Birra

Carni

Vegetali

Uova

Cereali

Latte e Formaggi



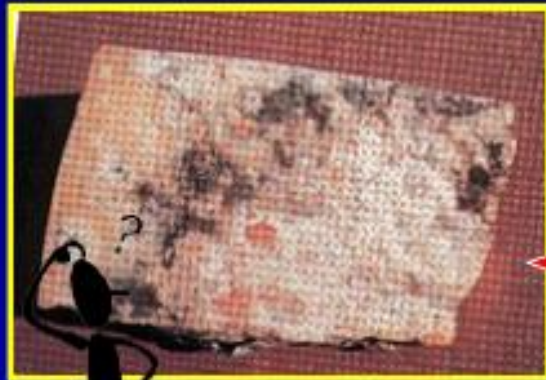
Esempi di colture attaccate da funghi microscopici

Piante di Pomodoro affette da Fusariosi



Noccioline contaminate
da *Aspergillus flavus*

Alimenti ammuffiti



Scopulariopsis brevicaulis
su Parmigiano Reggiano



Mucor racemosus
su formaggio Taleggio



Mortierella humicola
su uovo congelato



Alimenti ammuffiti



Penicillium stoloniferum
su salame stagionato

Aspergillus ochraceus
su salame stagionato



Aspergillus candidus
su prosciutto di Praga

Alimenti contaminati da muffe



Aspergillus flavus e glaucus
su pistacchi tostati



Mucor hiemalis
su carota



Penicillium cyclopium
salmone affumicato



Botrytis cinerea
su uova

Micotossicosi acute primarie

- ♣ **sistema vascolare** fragilità vascolare, emorragie
- ♣ **sistema respiratorio**
- ♣ **sistema digestivo** diarrea, epatotossicità, necrosi epatica
- ♣ **sistema nervoso** tremori, mania, coma, movimenti scoordinati
- ♣ **cute** fotosensibilità, necrosi, desquamazione
- ♣ **sistema urinario** nefrosi, uremia
- ♣ **sistema riproduttivo** infertilità, estro alterato

Le Fumonisine

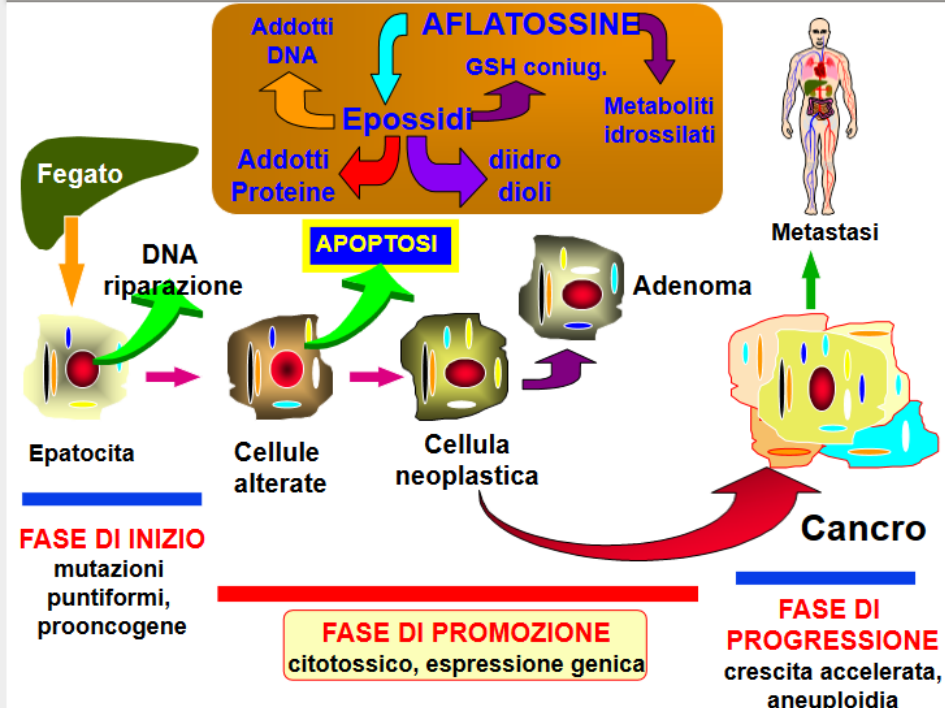
- ❖ *isolate per la prima volta nel 1988 da colture di Fusarium moniliforme*
- ❖ *sono correlate alle sfingosine cerebrali*
Provocano una serie di micotossicosi:
- ❖ *ELEM (leucoencefalomalacia) nei cavalli (se nutriti per 25 gg 1.2 mg/kg peso corporeo)*
- ❖ *edema polmonare nei suini (se nutriti per 4 gg 0.4 mg/kg peso corporeo)*
- ❖ *nei ratti provocano epatocarcinoma ed epatotossicosi (se nutriti per 26 mesi con 3.75 mg/kg peso corporeo)*
- ❖ *sono associate al cancro esofageo nell'uomo*
- ❖ *inibiscono la sfingosina e la sfinganina -N-acetiltransferasi*



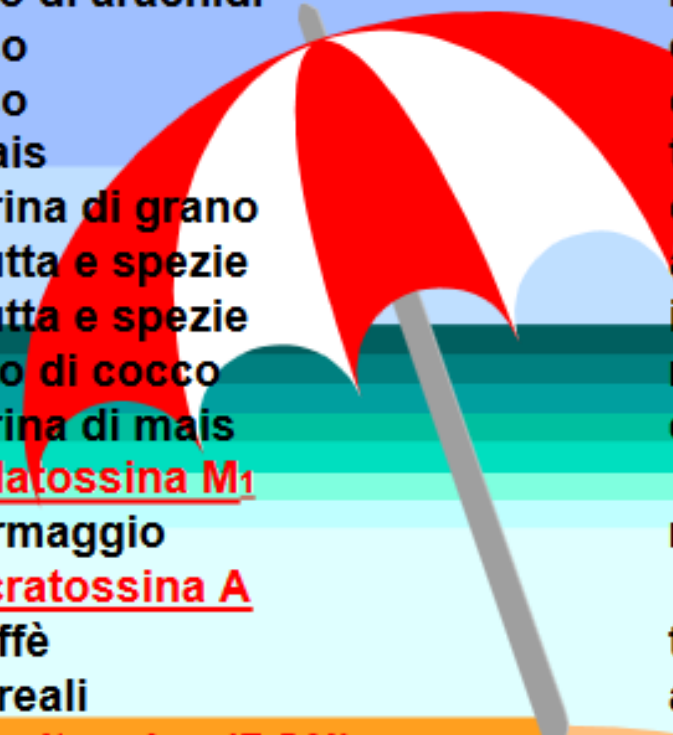
Le **Aflatossine** sono state identificate ed isolate negli anni '60 in Inghilterra. Sono Micotossine presenti non solo in noccioline, burro di arachidi e semi oleaginosi, ma si possono ritrovare anche in cereali, latte e formaggi oppure prodotti trasformati a partire da ingredienti contaminati.

La **Aflatossina B1** è considerata a partire dal 1987 dalla IARC agente cancerogeno naturale classe B1.

L'**AFB₁**, al momento, l'unica micotossina di cui in letteratura è nota la correlazione con fenomeni di epatocarcinogenesi in alcune aree a basso livello socio-economico.



DATI DI TERMOSTABILITA' DI VARIE MICOTOSSINE



<u>Aflatossina B₁</u>	<u>Condizioni Sperimentali</u>	<u>%</u>
arachidi	tostate a 150°C 30'	80
arachidi	tostate a secco	69
arachidi	tostate in olio	65
arachidi	tostate a 204°C	40-50
farina di arachidi	autoclavate 120°C per 4h	95
soluzione acquosa	riscaldata a 120 °C 30'	80
olio di arachidi	riscaldato a 120°C 10'	50
riso	cotto a pressione e 120°C	73
riso	cottura normale	49
mais	tostato a 145-165°C	40-80
farina di grano	cotta a 120°C 30'	80
frutta e spezie	autoclavate a 120 °C 30'	29-39
frutta e spezie	in forno a 60°C per 60 h	22-77
olio di cocco	riscaldato a 180-215°C 10'	41
farina di mais	cotta per preparare muffins	13
<u>Aflatossina M₁</u>		
formaggio	riscaldato a 90°C 30'	9
<u>Ocratossina A</u>		
caffè	tostato	80-90
cereali	autoclavati a 120°C per 3 h	70
<u>Vomitossina (DON)</u>		
farina di grano	cottura normale	19-69

CONTROLLO E PREVENZIONE DELLE MICOTOSSINE

TRATTAMENTI PRIMA DEL RACCOLTO

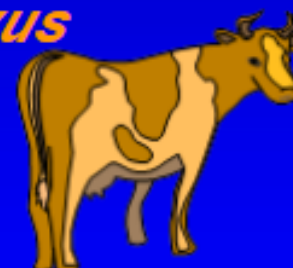
- Rimpiazzare i ceppi produttori di micotossine (biocontrollo)
- Selezionare per piante OGM con elevata resistenza ai ceppi tossigeni
- Inibire la biosintesi e la secrezione delle micotossine responsabili

Vantaggi e svantaggi dei sistemi di biocontrollo:

- ◆ lunga permanenza in campo
- ◆ migliore distribuzione in campo
- ◆ basso impatto ambientale
- ◆ provati per ora solo su piccole aree di raccolta
- ◆ messi a punto solo per ceppi di *Aspergillus flavus*
- ◆ minime informazioni per ceppi di *Fusarium*

Approccio bio-molecolare:

- ◆ comprensione della via enzimatica biosintetica
- ◆ isolamento dell'operone genico responsabile della biosintesi
- ◆ ingegnerizzazione di piante abili a sintetizzare inibitori della biosintesi di micotossine
- ◆ selezione di piante già produttori degli idonei inibitori



CONTROLLO E PREVENZIONE DELLE MICOTOSSINE

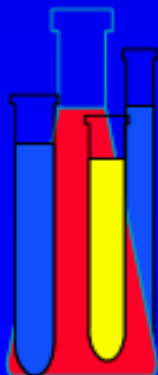
**TRATTAMENTI DOPO IL RACCOLTO E DURANTE LE FASI DI
CONSERVAZIONE E TRASPORTO**

METODI FISICI DI PREVENZIONE

**temperatura
umidità
aerazione dell'ambiente
pastorizzazione
irradiazione
atmosfera controllata**

METODI CHIMICI DI PREVENZIONE

utilizzo consentito di almeno 30 differenti sostanze fra cui:



**acidi grassi volatili
acido formico
acido propionico
acido iso-butirrico
acido sorbico**

METODI DI DETOSSIFICAZIONE

SISTEMI MECCANICI

Eliminando i semi infetti (in uso in USA e Australia per le arachidi)
non utilizzabile per i raccolti di cereali o per eliminare le aflatossine

Macinazione del grano riduce di poco i livelli di aflatossine
non riduce i livelli di zearalenone, non riduce i livelli di tricoteceni

SISTEMI TERMICI

Aflatossine sono stabili all'autoclavaggio e si distruggono ad almeno 200 °C

Zearalenone resiste ai processi di cottura tradizionale

Sistema non economico e possono variare i valori nutrizionali dell'alimento

IRRADIAZIONE

Esposizione alla luce ultravioletta riduce sensibilmente il livello di aflatossine

Esposizione ai raggi gamma poco utilizzata sinora

ESTRAZIONE CON SOLVENTI

Si possono estrarre le aflatossine con solventi organici tipo acetone e/o alcool

Perdita di caratteristiche organolettiche

Perdita di una parte dei componenti idrosolubili

Costo del processo tecnologico

METODI DI DETOSSIFICAZIONE

SISTEMI CHIMICI

Trattamenti acidi

Soluzioni di acidi forti poco applicabili su larga scala inoltre le aflatossine B₂ e G₂ sono resistenti

Trattamenti ossidativi

Ipoclorito di sodio utilizzato in laboratorio è poco applicabili su larga scala
Acqua ossigenata può essere utilizzato per le aflatossine nelle arachidi

Trattamento con bisolfito

utilizzato con H₂S per la degradazione delle aflatossine e della patulina

Trattamenti alcalini

Ammoniaca utilizzabile ad elevata pressione e temperatura o a pressione e temperatura ambiente
riduce il livello di aflatossine del 99% per rottura della molecola
Sodio bicarbonato 24 h e conc 1 M a 22°C



Fattori fisici che influenzano la crescita dei funghi tossigeni e la sintesi di micotossine nei prodotti, in pre-raccolta e in post-raccolta

Fattori	Pre-raccolta		Post-raccolta
	In campo	Alla raccolta	In magazzino
Umidità.....	+	+	+
Temperatura.....	+	+	+
Andamento climatico..	+	+	--
Danni meccanici.....	+	+	+
Miscelazione.....	--	+	+
Radiazioni ionizzanti...	--	--	+
Tempo.....	+	+	+

Fattori chimici che influenzano la crescita dei funghi tossigeni e la sintesi di micotossine nei prodotti, in pre-raccolta e in post-raccolta

Fattori	Pre-raccolta		Post-raccolta
	In campo	Alla raccolta	In Magazzino
Ossigeno.....	+	--	+
Anidride carbonica.....	+	--	+
Atmosfera controllata..	--	--	+
pH.....	--	--	+
Natura del substrato....	+	+	+
Trattamenti chimici....	+	--	+
- fitofarmaci.....	+	--	--
- preservanti.....	--	--	+

Saccharomyces cerevisiae



- Utilizzato intensamente tanto per applicazioni della biotecnologia tradizionale, che per applicazioni della biotecnologia moderna.
- Unicellulare, metabolizza diversi carboidrati dando luogo a fermentazione alcolica e si riproduce per gemmazione.
- È probabilmente il lievito più importante nell'ambito dell'alimentazione umana e il suo utilizzo è noto fin dall'antichità per la panificazione e la produzione di [birra](#) e [vino](#).

Applicazioni tradizionali e moderne di *Saccharomyces cerevisiae*

Impiego	Esempi
fermentazioni tradizionali	alcol, vino, birra, pane
proteine eterologhe di origine umana	insulina, interferone gamma, interleuchine, eritropoietina, lisozima, etc.
proteine eterologhe di origine animale	β -caseina bovina, mioglobina, α -lattalbumina caprina etc.
proteine eterologhe di origine virale	HIV-1-transcrittasi inversa, virus del sarcoma di Rous etc.
proteine eterologhe di origine eucariotica varia	somatostatina, amilasi dell'orzo
proteine eterologhe di origine fungina	cellulasi (<i>T. resei</i>), α -amilasi, proteasi alcalina (<i>A. oryzae</i>), rennina (<i>Mucor</i>), etc.
proteine eterologhe di origine batterica	α -amilasi, β -galattosidasi etc.
biotrasformazioni	riduzioni di carbonili e doppi legami, formazione di legami C-C