

AZIONE PATOGENA DEI MICETI

I miceti svolgono la loro azione patogena nei confronti dell'uomo attraverso:

- **Parassitismo diretto** (micosi)
- **Produzione di metaboliti tossici** (micotossicosi)

Nella micologia medica non vengono convenzionalmente incluse:

- **Le patologie da intossicazione alimentare**
- **Le reazioni allergiche**

CLASSIFICAZIONE DEGLI ORGANISMI VIVENTI SECONDO WITTAKER

MONERA = Procarioti

Regni Primitivi

PROTISTA = Eucarioti

Regno vegetale (autotrofi)

Regno animale (eterotrofi)

Regno dei funghi (eterotrofi)

STRUTTURA DELLA CELLULA FUNGINA

Il nucleo contiene il DNA ed è delimitato da una membrana

All'interno del nucleo è contenuto il nucleolo, ricco di RNA

Sono presenti tutte le strutture citoplasmatiche proprie delle cellule animali

Caratteristica è la presenza di una membrana nucleare che, durante il ciclo mitotico, permane dall'inizio alla fine della metafase, a differenza di quanto avviene nelle cellule animali e vegetali dove si dissolve e si riforma dopo la segregazione dei cromosomi ai centromeri

STRUTTURA DELLA CELLULA FUNGINA

Il citoplasma è racchiuso da una membrana chiamata **plasmalemma**, costituita da glicoproteine, fosfolipidi ed **ergosterolo** (bersaglio di alcuni farmaci ad attività antimicotica)

La cellula è delimitata da una complessa **struttura parietale**

Esternamente alla parete può essere presente una **capsula**, di vario spessore, formata da strutture di natura muco-polisaccaridica

STRUTTURA DELLA CELLULA FUNGINA

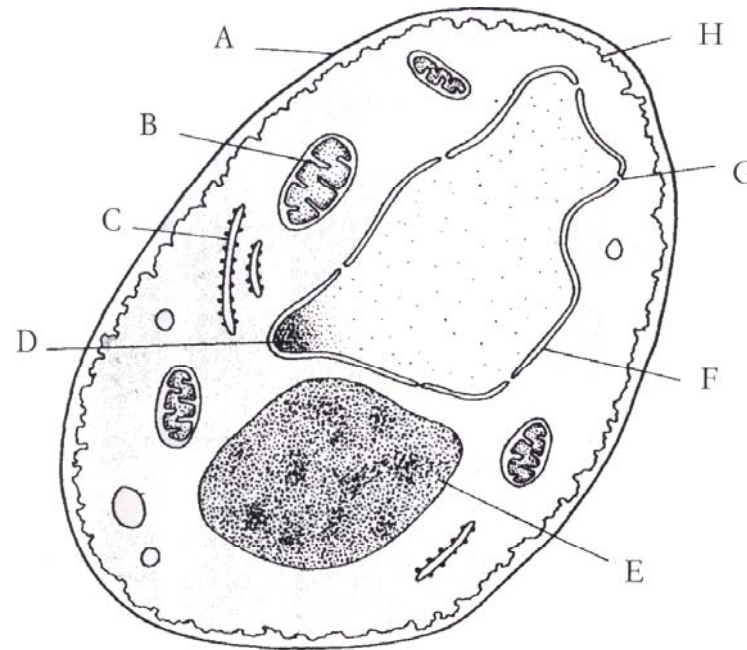
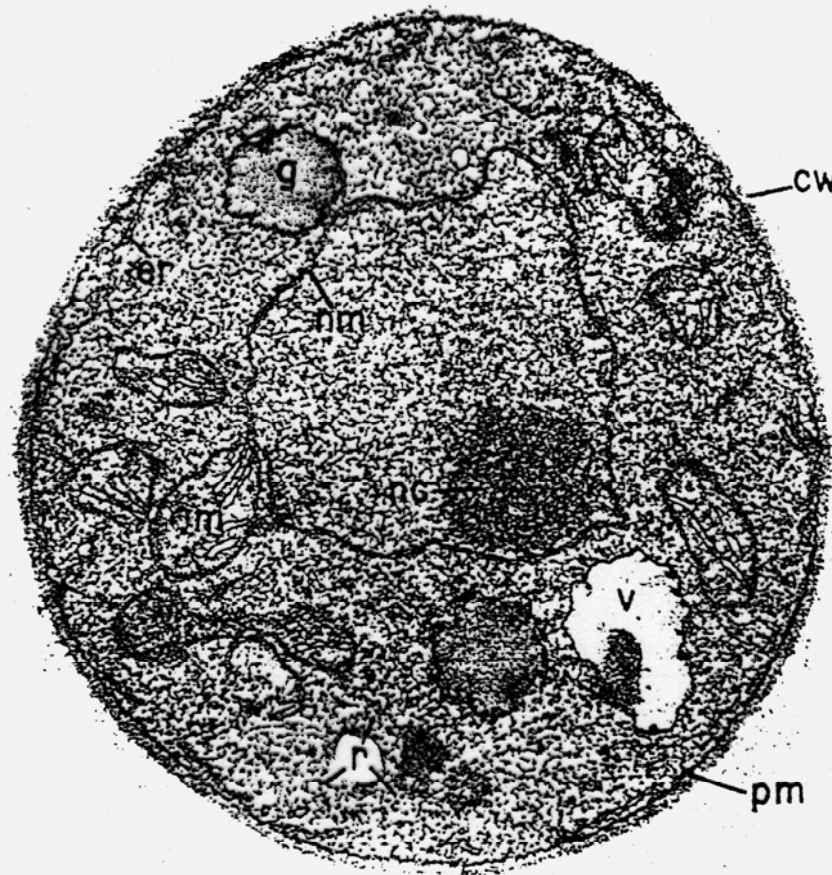


Fig. 12 - Rappresentazione schematica della struttura cellulare di *Saccharomyces cerevisiae* (divisione Ascomycota). A, parete cellulare; B, mitocondrio; C, reticolo endoplasmatico; D, nucleo; E, vacuolo con granuli; F, membrana nucleare; G, pori nucleari; H, membrana cellulare (ridisegnato da Gerold et al., 1995).

A.Rambelli, M.Pasqualetti Nuovi Fondamenti di Micologia. Jaca Book

STRUTTURA DELLA CELLULA FUNGINA



Cryptococcus neoformans in sezione al microscopio elettronico. Ben evidente l'organizzazione cellulare eucariotica: cw, parete cellulare; pm, membrana plasmatica; v, vacuolo; r, ribosomi; m, mitocondrio; er, ergastoplasma; g, granulo citoplasmatico; nm, membrana nucleare; nc, nucleolo. Leggermente ridotta da 40 000 $\times$ (Da Edwards, Gordon, Lapa e Ghiorse: J. Bacteriol., 1967, 94, 766).

STRUTTURA DELLA PARETE

GLUCANO (Polimero del D-glucoso con legami $\beta 1,3$)

Strato esterno
(fibrillare)

CHITINA (Polimero della N-acetilglucosamina con legami $\beta 1,4$)

CELLULOSA (Polimero del D-glucoso con legami $\beta 1,4$)

Strato interno
(omogeneo)

CHITOSANO (Polimero della D-glucosamina con legami $\beta 1,4$)

MANNANO (Polimero del D-mannoso con legami $\alpha 1,6$ - $\alpha 1,2$ - $\alpha 1,3$)

LIPIDI

PROTEINE (Cisteina-SH)

STRUTTURA DELLA PARETE

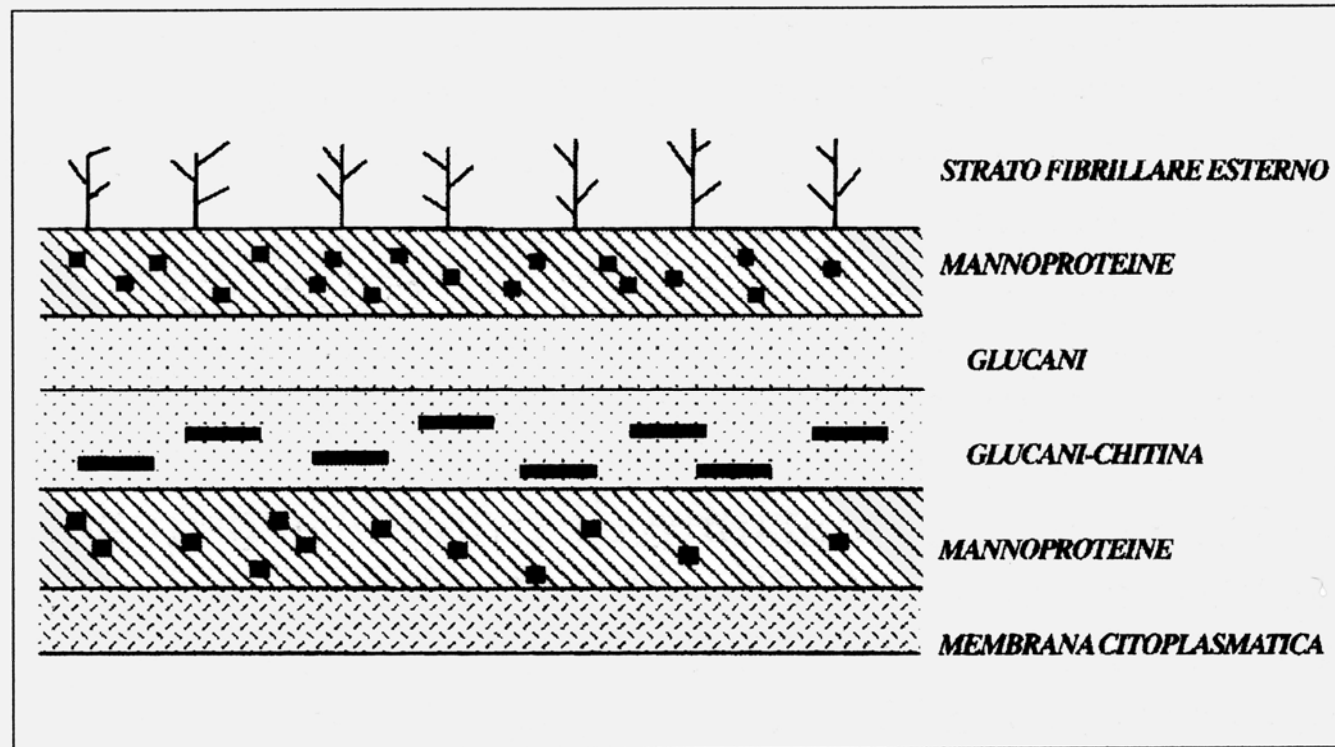
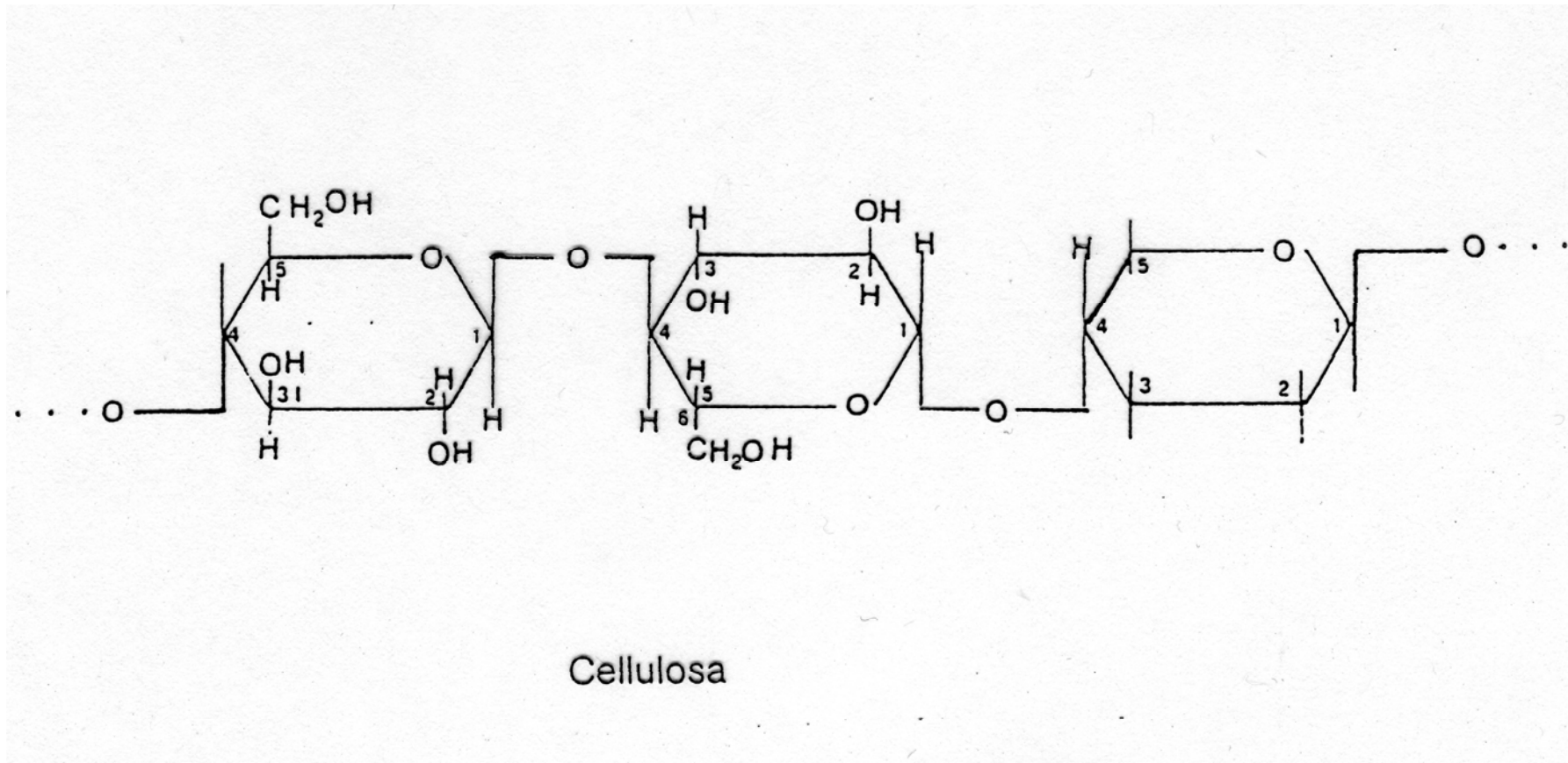
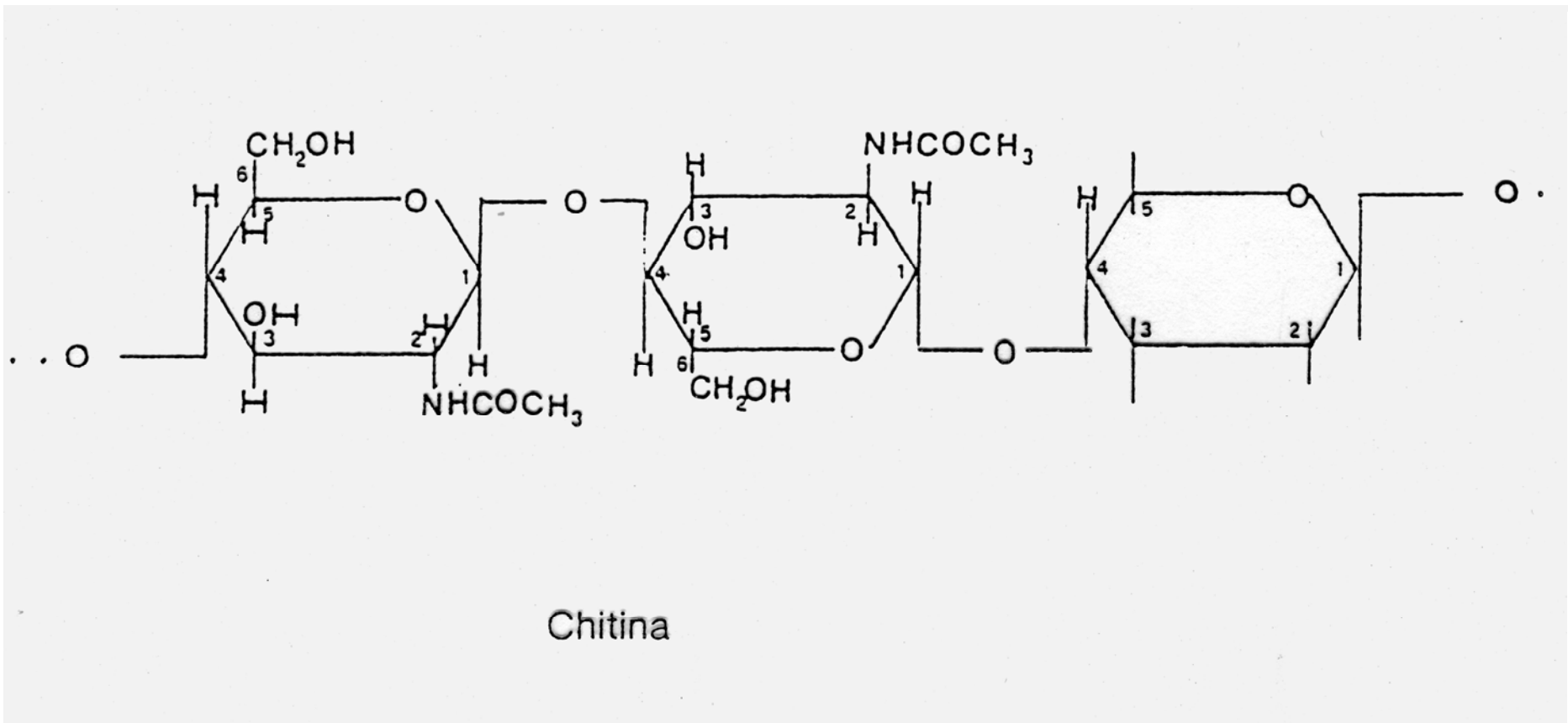


Fig. 1.3.
Schema ultrastrutturale della parete cellulare fungina

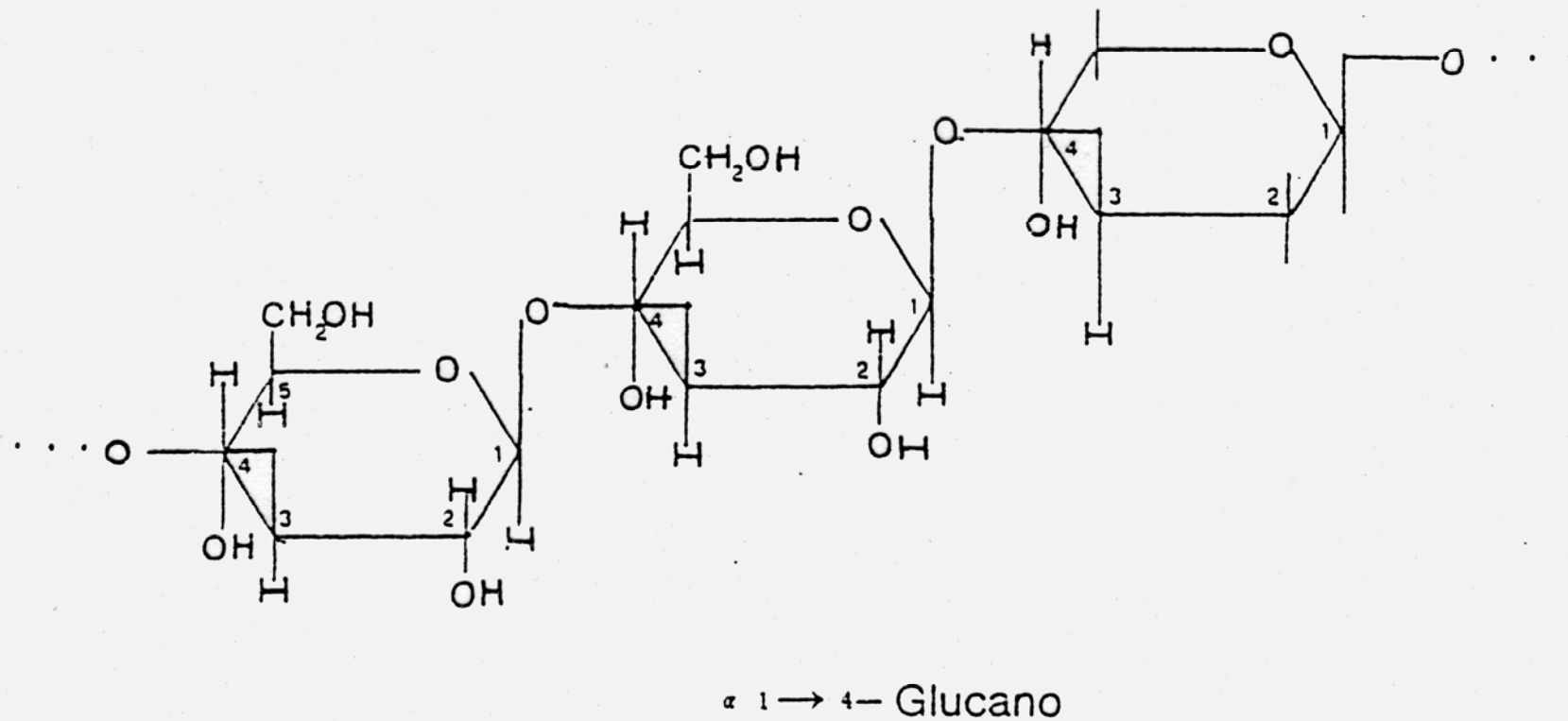
STRUTTURA DELLA PARETE



STRUTTURA DELLA PARETE



STRUTTURA DELLA PARETE



CARATTERISTICHE DEI MICETI

EUCARIOTI

FORNITI DI PARETE

AEROBI O ANAEROBI FACOLTATIVI

IMMOBILI

CHEMIOSINTETICI

ETEROTROFI

PRIVI DI CLOROFILLA

UNICELLULARI (LIEVITI)

PLURICELLULARI (MUFFE)

RIPRODUZIONE

- SESSUATA
- ASESSUATA
- (PARASESSUATA)

UBIQUITARI

PROTOPLASTO

E' un micete privo di parete, ottenuto per idrolisi enzimatica dei polimeri parietali ed incapace di riprodursi

La riproduzione può avvenire solamente dopo che si è ricostituita la parete.

DIMORFISMO

FORMA A LIEVITO: la forma parassitaria tissutale (*in vivo*)
a 37°C in terreno arricchito (*in vitro*)

**FUNGHI
DIMORFI**

FORMA A MUFFA: forma saprofitica (*in vivo*),
a 25°C in terreno normale (*in vitro*).

DIMORFISMO

La forma miceliale comporta la disseminazione delle spore e rappresenta la risposta a condizioni ambientali sfavorevoli

La forma lievitiiforme viene invece favorita dalla presenza di un terreno ricco

DIMORFISMO

Per l'isolamento primario dei miceti viene raccomandata incubazione ad una temperatura compresa tra 25 e 30°C; in laboratorio, quindi, si isolano inizialmente solo forme a muffa

La trasformazione nella forma a lievito viene ottenuta seminando una colonia del micete da identificare, in terreno arricchito con agar all'infuso di cuore e cervello, meglio se addizionato del 10% di sangue di pecora alla temperatura di 37°C

DIMORFISMO

E' il passaggio dalla forma a lievito (Y=Yeast), tipica della fase di parassitismo nell'uomo e nell'animale, alla forma a muffa o miceliale (M) che viene assunta nell'ambiente esterno in risposta a modificazioni:

- di temperatura
- nutritive
- di pressione di CO₂
- dei potenziali di ossido-riduzione

TRANSIZIONE DIMORFA

E' in genere reversibile e viene indicato con la simbologia
 $Y \leftrightarrow M$

Essendo correlata alle fasi del ciclo cellulare, non sempre avviene sempre prontamente in corrispondenza al cambiamento delle condizioni ambientali

BASI MOLECOLARI DEL DIMORFISMO

Il fenomeno della transizione dimorfa sembra essere correlato ad attivazione o regressione selettiva di geni che codificano in particolare per la sintesi della **TUBULINA**, coinvolta nella morfogenesi dei microtubuli

BASI MOLECOLARI DEL DIMORFISMO

Nella transizione da muffa a lievito sono stati identificati 3 distinti stadi:

- 1) Declino rapido dell'ATP intracellulare, immediatamente dopo l'incremento della temperatura, accompagnato a progressivo decremento della respirazione fino a 24-40 ore
- 2) Periodo di latenza (4-5gg) con ulteriore abbassamento dei livelli respiratori
- 3) Riattivazione della normale respirazione e transizione alla forma a lievito

CARATTERISTICHE DEI MICETI

Le dimensioni della cellula fungina sono maggiori di quelle della cellula batterica ma minori, di norma, di quelle delle cellule animali

LIEVITI

(diametro 4-6 μ)

MUFFE

(diametro superiore a 1 μ)

CARATTERISTICHE DEI MICETI

VELOCITA' DI CRESCITA

LIEVITI

(tempo di duplicazione
da 1h a 24-48hrs)

MUFFE

(1,67-100 μ / min)

MORFOLOGIA DELLE COLONIE

LIEVITI

Cremose

MUFFE

Cotonose/Polverose

METABOLISMO

I miceti sono:

- aerobi facoltativi o obbligati
- anaerobi facoltativi
- mai anaerobi obbligati

METABOLISMO

Il miceti sono organismi eterotrofi chemiosintetici, cioè richiedono sostanza organica come fonte di energia.

I miceti metabolizzano i composti carboniosi con variabili gradi di efficienza, indice di differenti proprietà enzimatiche, mediate geneticamente, che vengono utilizzate come criterio di identificazione

Relativamente al modo in cui si procurano i nutrienti si distinguono in:

- saprofiti
- parassiti
- simbionti

RAPPORTI DEI MICETI CON ALTRI MICROORGANISMI

SAPROFITI (obbligati a decomporre per la sopravvivenza, sostanze organiche di origine animale o vegetale)

PARASSITI (obbligati ad utilizzare per la sopravvivenza, sostanze di altri organismi viventi)

SIMBIONTI (obbligati per la sopravvivenza a condividere con altri organismi sostanze organiche, con reciproco vantaggio)

PIGMENTI

Le ife fungine sono generalmente ialine

Il colore della muffa viene dato prevalentemente dai pigmenti presenti negli elementi riproduttivi

Anche i lieviti possono essere pigmentati

I pigmenti appartengono a gruppi chimici diversi (carotenoidi, antrachinoni, melanine ecc.)

Alcuni pigmenti sono fluorescenti

Non si conosce il significato biologico dei pigmenti

MELANINA

Pigmento nero che può essere presente nella parete cellulare delle ife, negli elementi riproduttivi (spore o conidi) o negli elementi di sopravvivenza in ambienti sfavorevoli (sclerozi)

Il significato biologico della melanina (polimero fenolico strutturalmente correlato alla lignina) potrebbe essere duplice:

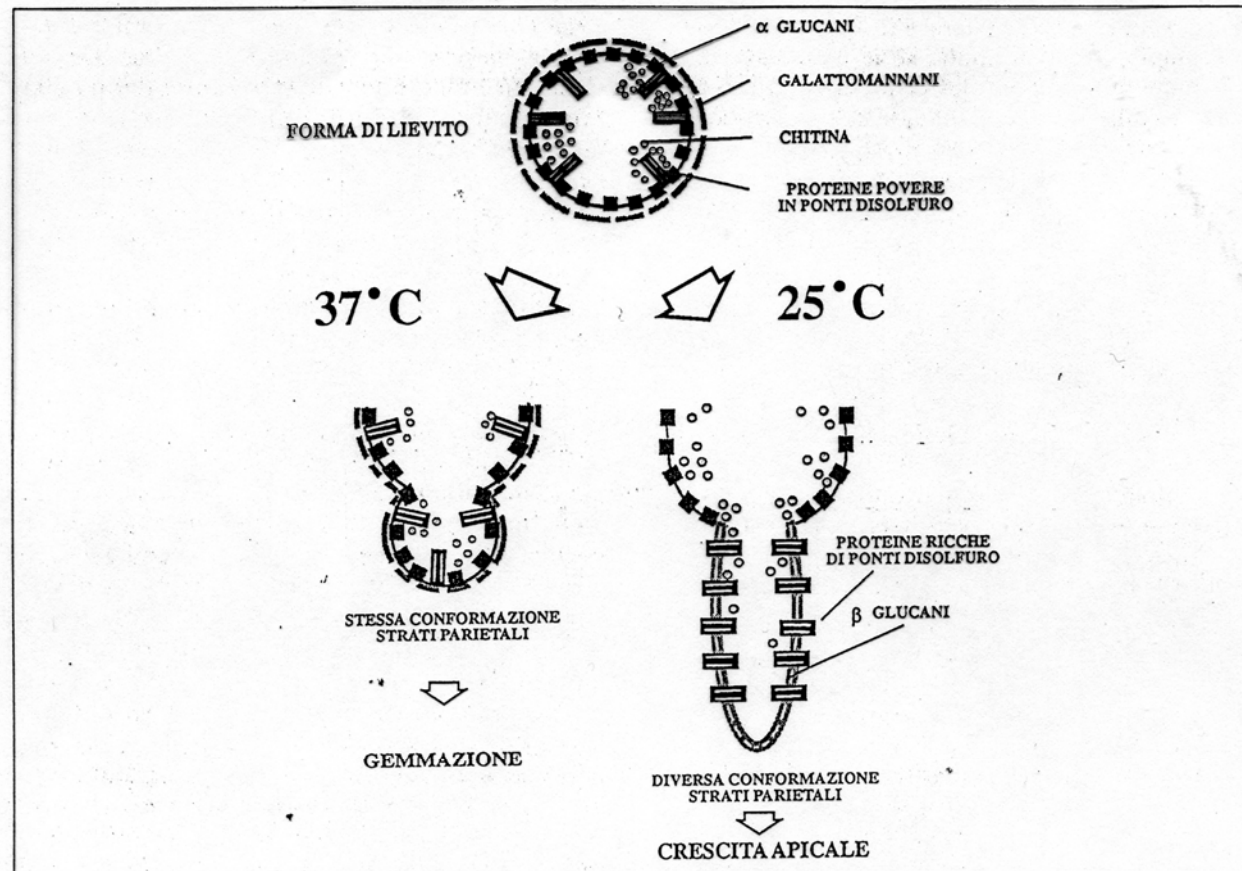
- aumentare l'impermeabilità alla perdita di acqua e di metaboliti essenziali, anche in condizioni di disidratazione ambientale estrema
- proteggere le cellule fungine dalla irradiazione U.V.

I funghi dotati di melanina vengono detti dematiacei

ECOLOGIA

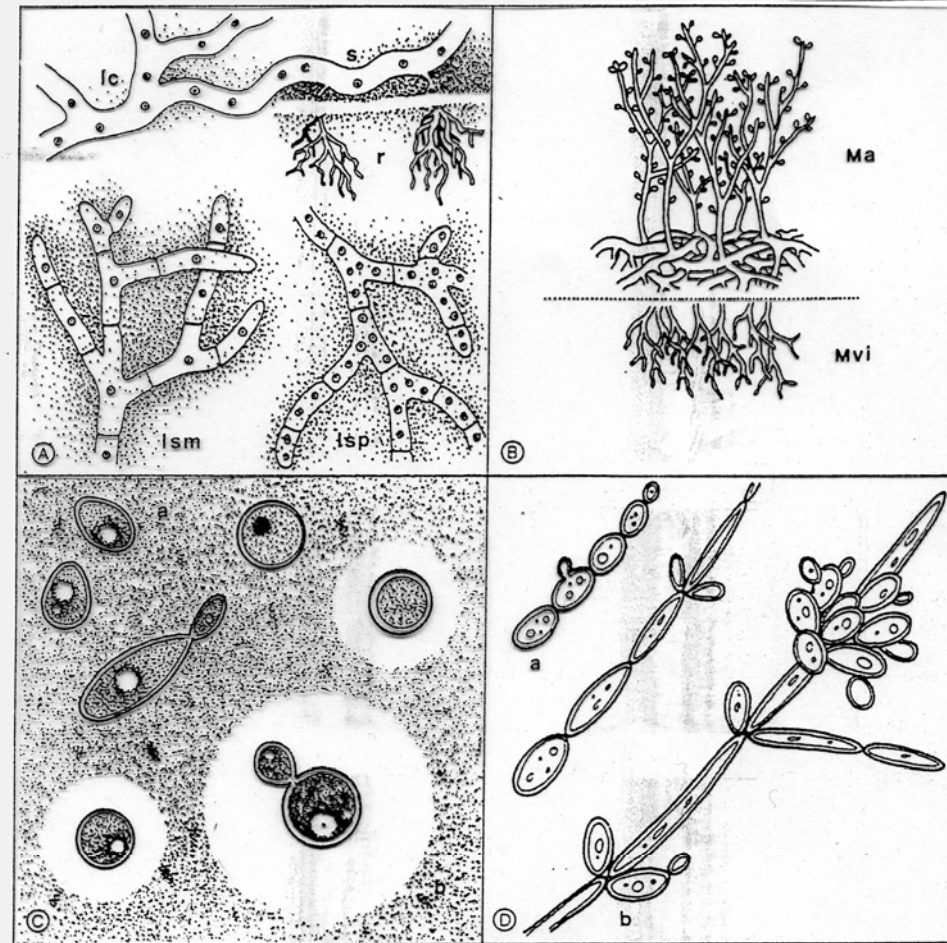
- **Geofili** - saprofiti a spese di sostanze inanimate
- **Zoofili** - parassiti o commensali di animali
- **Antropofili** – parassiti o commensali esclusivi dell'uomo

CARATTERISTICHE DEI MICETI



Influenza della temperatura sulle forme di crescita dei funghi dimorfici

MORFOLOGIA DEL TALLO



Morfologia del tallo. A) Miceti filamentosi (*muffe*): vari tipi di ife. Ic, ife cenocitiche; S, stolone; r, rizoidi; lsm, ife settate mononucleate; lsp, ife settate plurinucleate. B) Idem: schema strutturale di una colonia. Ma, micelio aereo, in parte intrecciato ed aderente al terreno; Mvi, micelio vegetativo immerso. C) Miceti con tallo unicellulare (*lieviti*): blastospore comuni (a) e capsulate (b). D) Idem: schema strutturale della pseudoifa. Può essere considerata costituita da una catena di comuni blastospore (a), ma estremamente allungate ed assottigliate (b).

ACCRESIMENTO IFALE

L'apice fertile ha forma convessa e misura $\sim 20\mu$ di lunghezza

L'accrescimento ifale è polarizzato verso l'apice fertile

L'allungamento è dovuto a intensa sintesi di protoplasma, che comporta un aumentato turgore endocellulare, provocato da accumulo di metaboliti osmoticamente attivi con conseguente aumento della pressione idrostatica

ACCRESIMENTO

Lo sviluppo di un fungo è condizionato dalla presenza di adatti nutrimenti nel substrato.

Tali nutrimenti, per essere assorbiti, devono attraversare la parete e la membrana plasmatica.

Mentre la membrana plasmatica risulta completamente permeabile alle piccole molecole è invece completamente impermeabile alle molecole di grandi dimensioni e a tutte le molecole dotate di cariche elettriche (ioni), indipendentemente dalle loro dimensioni

ACCRESCIMENTO

Gli ioni possono entrare all'interno della cellula grazie all'intervento di proteine di membrana denominate **carriers**.

Il trasferimento intracellulare mediato dai carriers può essere:

passivo se le molecole diffondono attraverso la membrana lungo il loro gradiente di concentrazione

attivo quando il trasporto avviene contro il gradiente elettrochimico, nel qual caso è richiesta una fonte di energia

MECCANISMI DI TRASPORTO

Possibili meccanismi di trasporto attraverso la membrana cellulare sono pertanto rappresentati da:

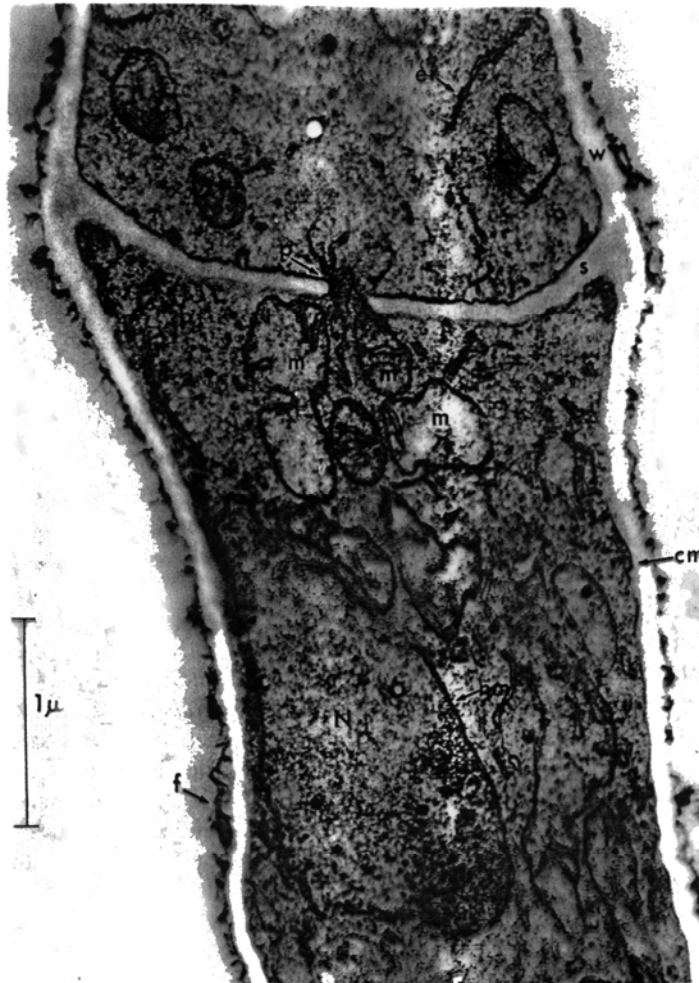
- Diffusione
- Passaggio attraverso i pori
- Trasporto ad opera di carriers: attivo o passivo

ACCRESIMENTO IFALE

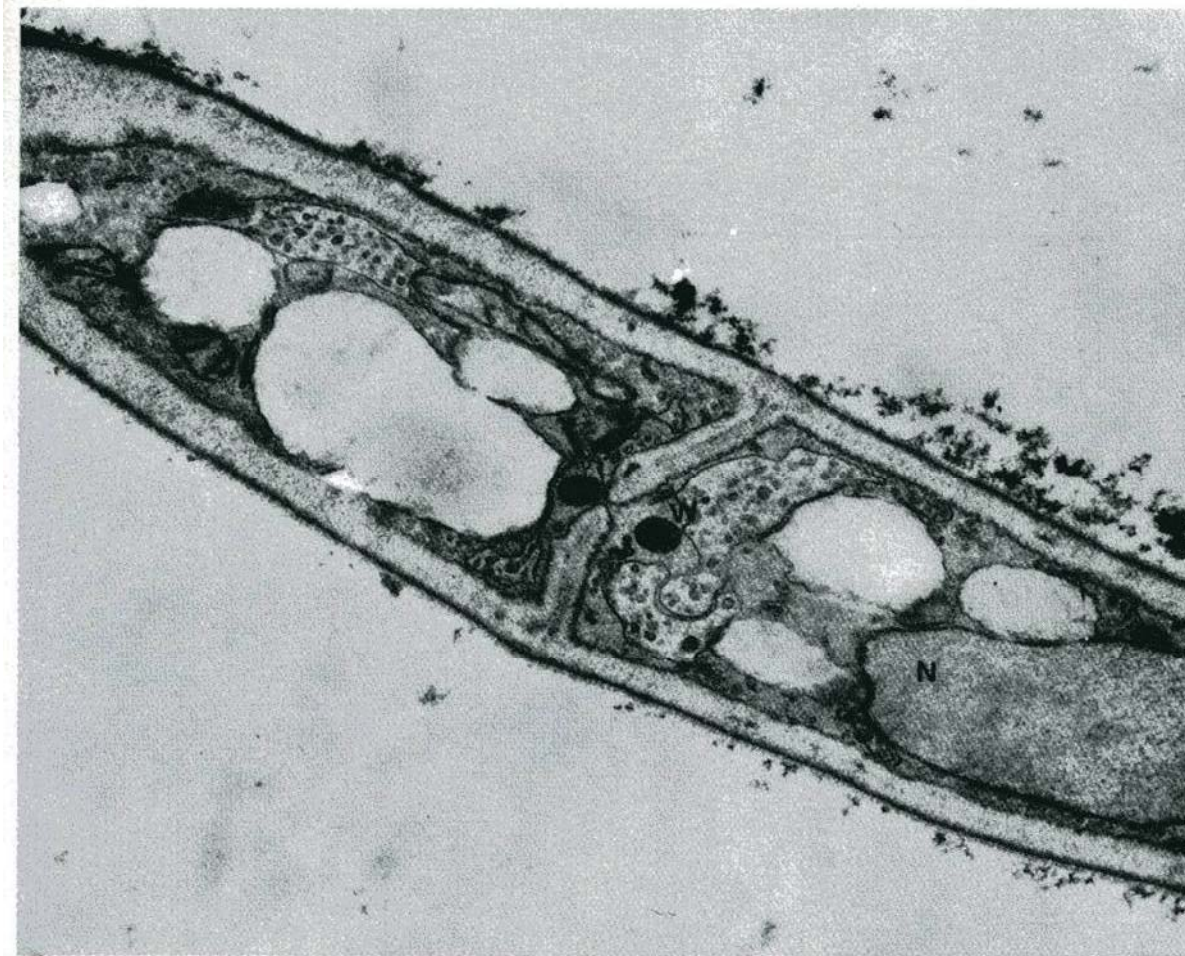
Il completamento della parete cellulare è assicurato da accumulo di sostanze preformate e di enzimi con attività di sintetasi, contenuti in un sistema di vescicole

Le ramificazioni dell'ifa si formano in corrispondenza dei punti della parete indeboliti dall'azione di enzimi litici

ACCRESIMENTO IFALE

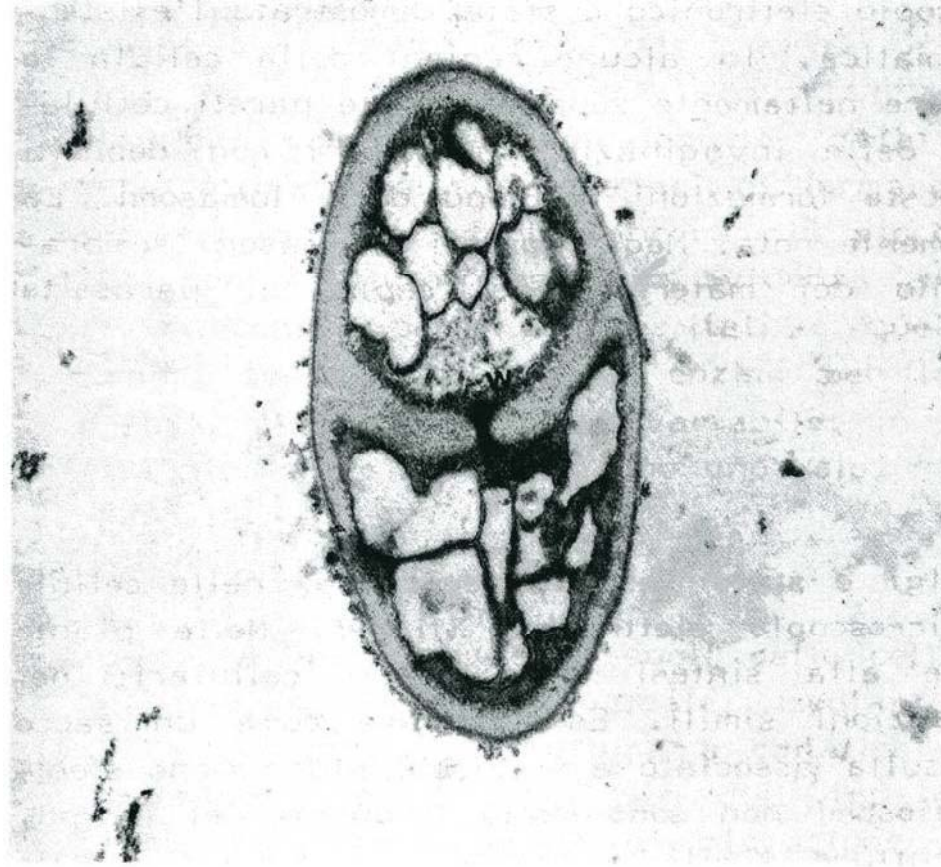


ACCRESIMENTO IFALE



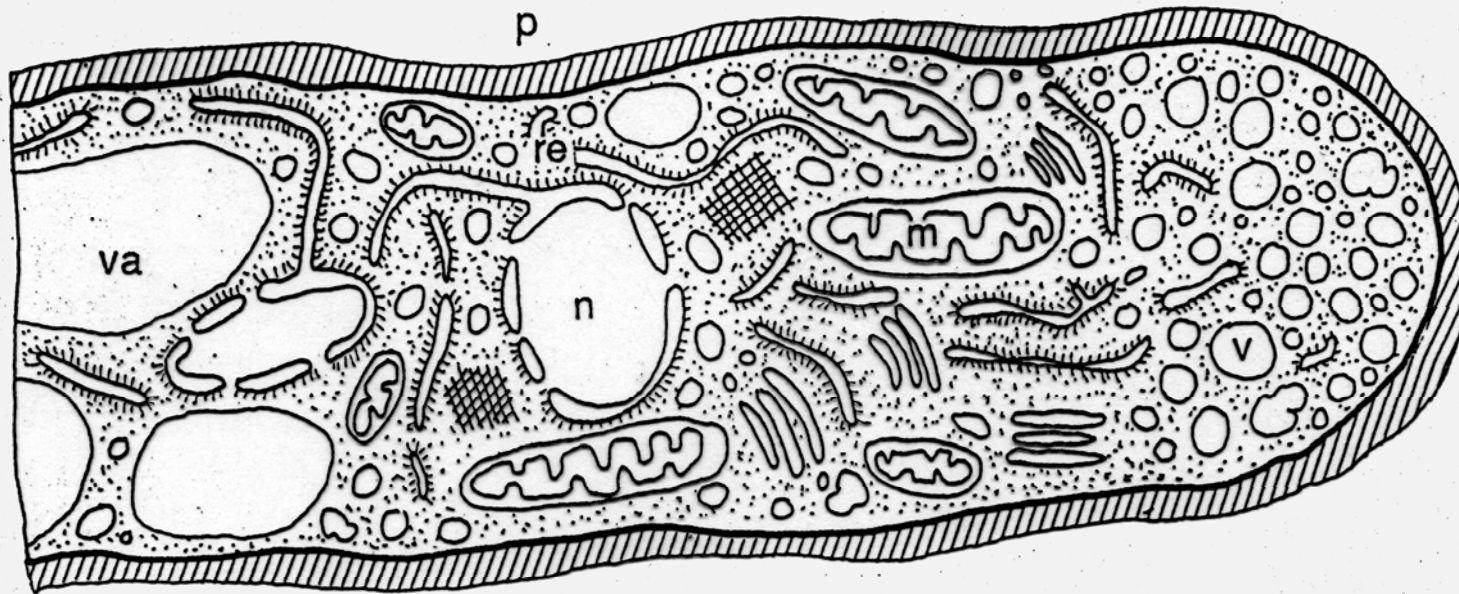
A.Rambelli, Fondamenti di Micologia. Zanichelli editore

ACCRESIMENTO IFALE



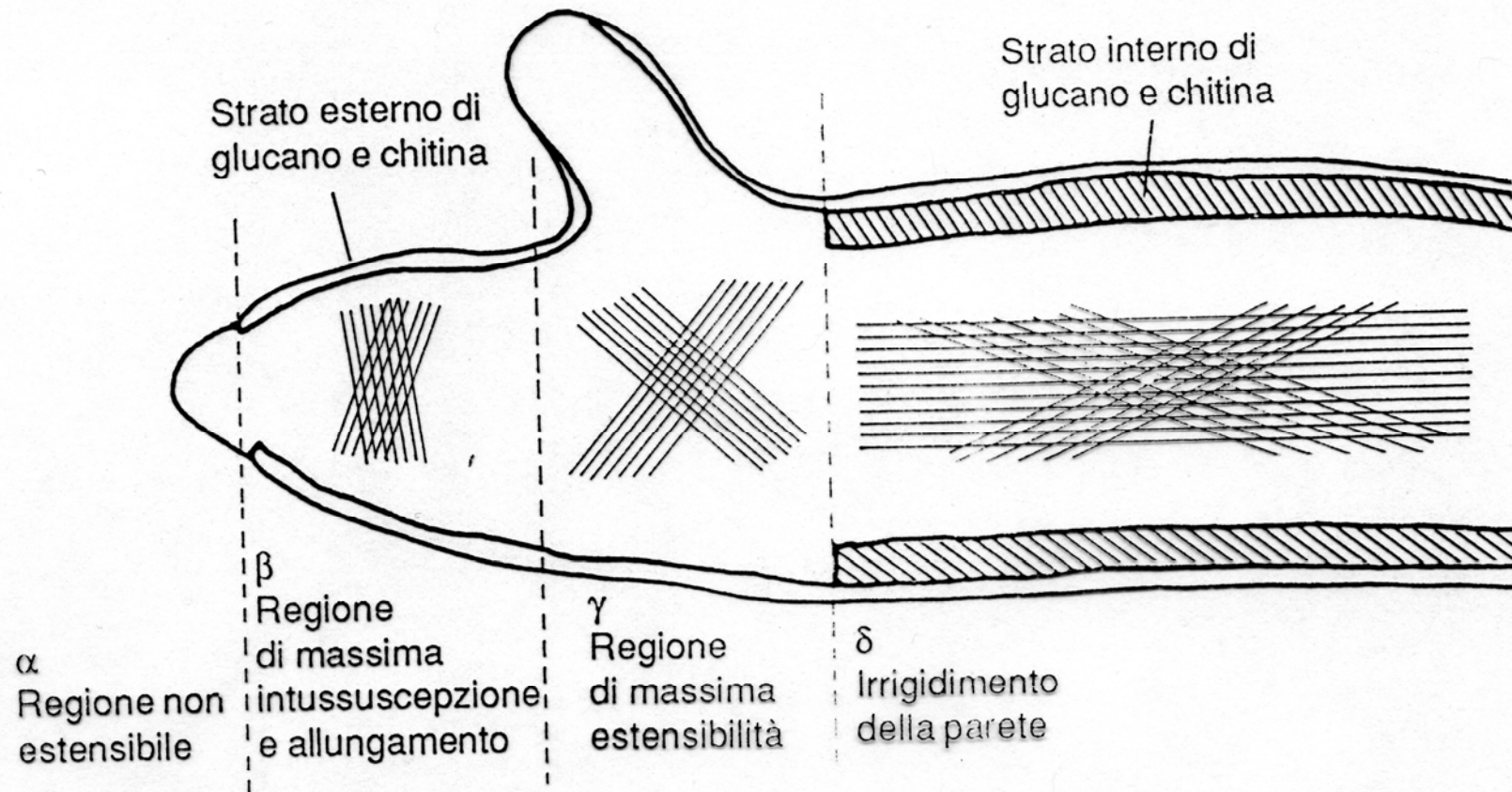
A.Rambelli, Fondamenti di Micologia. Zanichelli editore

ACCRESIMENTO IFALE



Esempio di apice ifale schematizzato: va, vacuoli; v, vescicole; n, nucleo; m, mitocondri; re, reticolo endoplasmatico; p, parete. Modificata da G. Govi, *Introduzione alla micologia*, Edagricole, Bologna, 1986.

ACCRESIMENTO IFALE



Struttura dell'apice ifale: schema dell'organizzazione. Modificata da J.H. Burnett, *Fundamentals of mycology*, Edward Arnold Ltd., London, 1968.

ACCRESIMENTO IFALE



Figura 56.2. Sezione dell'apice di una forma ifale di *Candida albicans*, con ricco sistema vescicolare (VE) in sede di crescita apicale. CW = parete cellulare. Microfotografia elettronica, x 30.000.

RIPRODUZIONE NEI MICETI

I miceti si possono riprodurre secondo due distinte modalità:

TELEOMORFICA o PERFETTA o SESSUALE

ANAMORFICA o IMPERFETTA o ASESSUALE

.

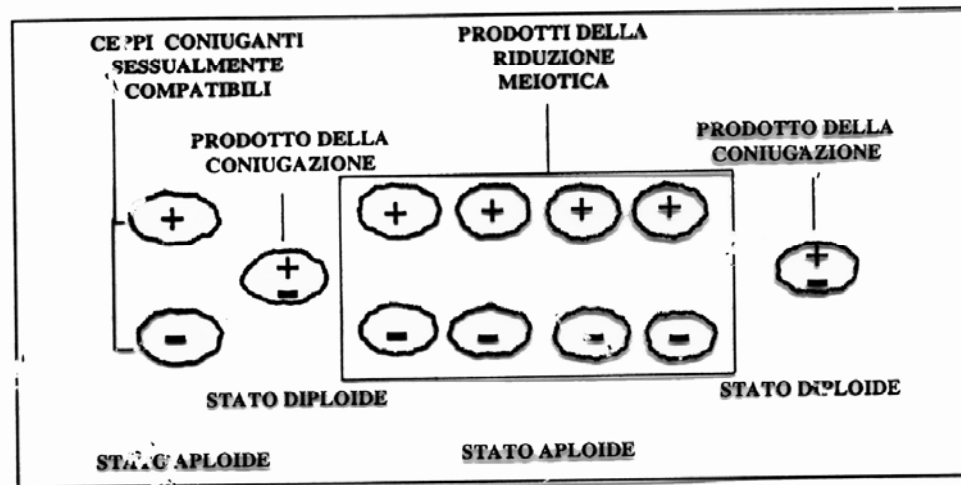
RIPRODUZIONE NEI MICETI

Nel ciclo vitale di un micete possono essere presenti due modalità di riproduzione :

SESSUATA e ASESSUATA

Le due modalità possono alternarsi con ritmi e frequenze diverse nelle varie specie ed in funzione delle diverse condizioni ambientali

RIPRODUZIONE NEI MICETI



Schema dell'alternanza di fasi asessuate e sessuate nel ciclo vitale di un fungo

RIPRODUZIONE NEI MICETI

SPORE sono le strutture deputate alla riproduzione sessuale

CONIDI quelle deputate alla riproduzione asessuale.

La spora è necessariamente aploide,

Il conidio invece sarà identico alla fase di derivazione e cioè sarà aploide se proviene da una cellula aploide, diploide se proviene da una cellula diploide .

Sia le spore che i conidi sono dotati di una doppia parete:
ENDOSPORIO ed **EPISPORIO**.

RIPRODUZIONE SESSUATA

La riproduzione sessuale comporta:

- l'unione di due cellule aploidi (n), (gameti)
- la fusione dei due citoplasmi (plasmogamia)
- la fusione dei due nuclei (cariogamia)

La nuova cellula diploide ($2n$) che si forma, lo zigote, è la prima cellula del nuovo individuo , mentre tutte le altre cellule dell'organismo si formeranno da questa per mitosi

RIPRODUZIONE SESSUATA

La cellula diploide che ospita il nuovo nucleo viene detta **ZIGOTE** ($2n$)

Successivamente la cellula diploide può andare incontro ad una divisione mitotica, che porterà alla formazione di cellule diploidi, oppure può andare incontro ad una divisione meiotica, con ricombinazione genetica, che porterà alla formazione di cellule aploidi: le **SPORE**

RIPRODUZIONE SESSUATA

La riproduzione sessuale può avvenire per fusione di due cellule dette **GAMETI** o per la fusione di due ife dette **GAMETANGI**

Se i due gameti sono cellule indifferenziate del tallo o i gametangi sono ife indifferenziate parleremo rispettivamente di **ISOGAMETI** o di **ISOGAMETANGI**.

Se i due gameti o gametangi sono strutture specializzate, distinguibili morfologicamente o per dimensione, parleremo di **ETEROGAMETI** o **ETEROGAMETANGI**.

In ogni caso le strutture preposte alla riproduzione sessuale hanno sempre nuclei aploidi

RIPRODUZIONE SESSUATA

Due individui aploidi appartenenti a due distinti **mating types** (cioè gameti sessualmente compatibili o di tipo sessualmente opposto) quando si trovano vicini vanno incontro a fusione cellulare

RIPRODUZIONE SESSUATA

Nelle specie **OMOTALLICHE** sono le cellule di una stessa colonia che vanno incontro a riproduzione sessuale

Nelle specie **ETEROTALLICHE** le cellule che si fondono derivano invece da due colonie distinte, di sesso opposto, distinguibili morfologicamente, funzionalmente e comunque sessualmente compatibili (complementari)

RIPRODUZIONE SESSUALE

Un'ifa cenocitica è costituita da una popolazione di nuclei

Se tali nuclei sono geneticamente tutti uguali si ha un **OMOCARION**, mentre se sono presenti nuclei geneticamente diversi si ha un **ETEROCARION**

RIPRODUZIONE SESSUALE

ETEROCARIOSI è quindi la coesistenza di nuclei geneticamente diversi in continuità citoplasmatica, nuclei tra i quali può avvenire scambio di patrimonio genetico

Nei miceti il numero di cromosomi è variabile da 2 a 8 a seconda della specie

LE SPORE SESSUALI DEI MICETI

Le spore sessuali si distinguono in :

ZIGOSPORE	prodotte da	ZIGOMICETI
ASCOSPORE	prodotte da	ASCOMICETI
BASIDIOSPORE	prodotte da	BASIDIOMICETI

ZIGOMICETI

Comprendono funghi che vivono nel suolo, su materiale di origine animale o vegetale in decomposizione

Le ife degli **zigomiceti** sono **cenocitiche**, con molti **nuclei aploidi**

La **riproduzione asessuale** avviene mediante dispersione di elementi riproduttivi del micelio aereo

La **riproduzione sessuale** comporta la formazione di **zigospore** dalla parete spessa e robusta, che possono restare quiescenti quando le condizioni ambientali sono avverse alla crescita del fungo

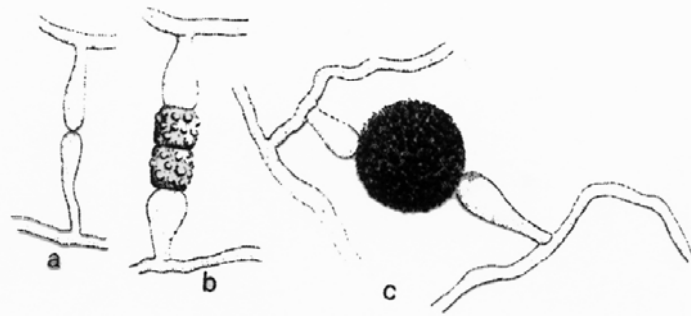
ZIGOMICETI

Vi appartiene il genere ***Rhizopus*** (**muffa del pane**) che generalmente si riproduce per via asessuata ma adotta la riproduzione sessuata in caso di condizioni ambientali sfavorevoli

RIPRODUZIONE SESSUALE NEGLI ZIGOMICETI

- Fusione delle porzioni apicali rigonfiate di ife **cenocitiche** di tipo riproduttivo opposto
- Attrazione dei gametangi ad opera di ormoni sessuali o casuale
- Formazione di due setti che separano nucleo e citoplasma apicale (generalmente nuclei e citoplasmi) dalla porzione restante dell'ifa
- Dissoluzione delle pareti cellulari di coniugazione
- Rimescolamento dei citoplasmi e appaiamento dei nuclei
- Accrescimento dello zigote neoformato
- Ispessimento e pigmentazione della parete cellulare con formazione della zigospora
- Fusione nucleare e formazione di nuclei diploidi

RIPRODUZIONE SESSUALE NEGLI ZIGOMICETI



Processo di formazione della zigospora

- a) attrazione e fusione dei filamenti + e -
- b) fusione dei gametangi e inizio della formazione della zigospora
- c) zigospora matura

RIPRODUZIONE SESSUALE NEGLI ZIGOMICETI

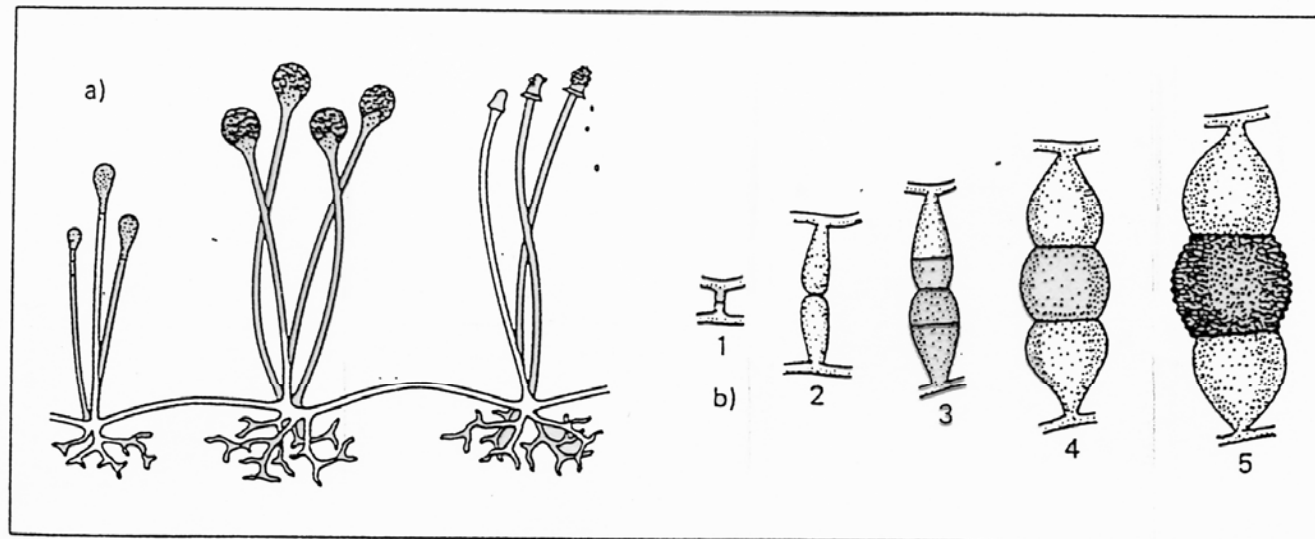
In ogni zigospora sono contenuti generalmente più nuclei che formeranno le spore

Il numero di spore che si formano varia da specie a specie

Dopo un periodo di quiescenza lo zigote si frattura lasciando emergere uno **sporangioforo** che produce al suo apice uno **sporangio** che libera le **sporangiospore**

Le **sporangiospore** possono essere **diploidi** oppure **aploidi** a seconda se la fusione nucleare è seguita o meno da riduzione meiotica

RIPRODUZIONE SESSUALE NEGLI ZIGOMICETI



- Ciclo vitale di una muffa del genere *Rhizopus*: a) micelio vegetativo e micelio aereo con conidiofori e conidi; b) riproduzione sessuata con fusione di due elementi miceliali non differenziati e formazione di una zigospora. (Da Stanier, Doudoroff, Adelberg: *The Microbial World*; Prentice Hall Inc., 1970).

ASCOMICETI

Comprendono funghi costituenti delle **muffe rosse, marroni e verde-azzurre**, che causano il deterioramento dei cibi

Sono così denominati per la loro struttura riproduttiva detta **asco o sacco**

Il micelio è composto da **ife settate**

La **riproduzione asessuata** avviene mediante **conidi**

La **riproduzione sessuata** comporta la formazione di un **asco** contenente **ascospore aploidi**

Vi appartiene la ***Claviceps purpurea***

RIPRODUZIONE SESSUALE NEGLI ASCOMICETI

Negli **ascomiceti a lievito** il nucleo di una **blastocellula** penetra nel citoplasma di un'altra, i nuclei si fondono e vanno incontro prima a meiosi e poi a mitosi, producendo **8 ascospore**

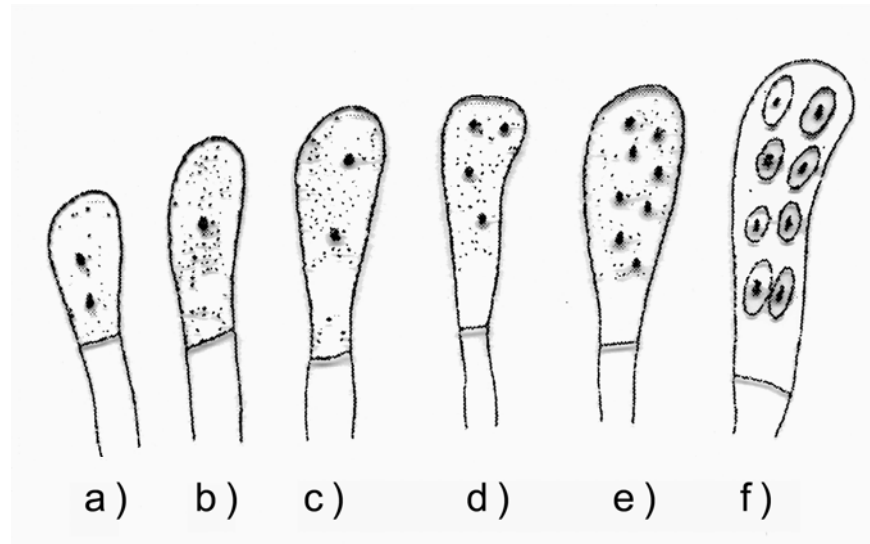
Negli **ascomiceti miceliali** la riproduzione sessuale avviene mediante strutture specializzate di sesso maschile **ANTERIDIO** e di sesso femminile **ASCOGONIO**

Le due strutture si appaiano senza fusione dei nuclei e si forma un'ifa dicariotica

RIPRODUZIONE SESSUALE NEGLI ASCOMICETI

- La porzione apicale dell'ifa ascogena viene separata da un setto dalla parte residua dell'ifa
- Tale porzione apicale racchiude 2 nuclei apliodi
- Fusione dei 2 nuclei aploidi
- Riduzione meiotica del nucleo diploide
- Formazione di 4 nuclei aploidi
- Divisione dei 4 nuclei aploidi mediante mitosi e formazione di 8 nuclei aploidi (4 rappresentanti uno stato sessuale e 4 quello complementare)
- Formazione di 8 ascospore
- Liberazione delle ascospore mediante rottura della parete dell'asco

RIPRODUZIONE SESSUALE NEGLI ASCOMICETI



Formazione di una asco:

- a) Cellule con 2 nuclei aploidi (n).
- b) Fusione nucleare ($2n$).
- c) d) Divisioni nucleari, 4 nuclei aploidi che derivano dal processo meiotico rimangono uniti nello stesso asco.
- f) Si formano 8 ascospore che si libereranno per rottura dell'asco.

BASIDIOMICETI

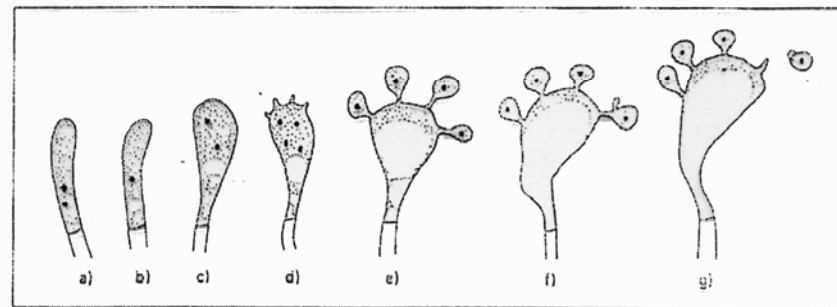
Comprendono i così detti “**funghi a bastone**” a cui appartengono i funghi eduli e quelli che sono responsabili della decomposizione delle sostanze vegetali, soprattutto cellulosa e lignina

Vi appartiene in genere ***Amanita***

RIPRODUZIONE SESSUALE DEI BASIDIOMICETI

- Separazione della parte apicale dell'ifa, mediante formazione di un setto
- Delimitazione dell'estremità rigonfia contenente 2 nuclei aploidi
- Fusione dei 2 nuclei aploidi complementari (+ e -)
- Riduzione meiotica con formazione di 4 nuclei aploidi
- Formazione di **4 basidiospore** che risultano attaccate al **basidio** mediante corti sterigmi
- Distacco delle 4 basidiospore dal basidio

RIPRODUZIONE SESSUALE DEI BASIDIOMICETI



- *Formazione di un basidio:* a) cellula binucleata; b) fusione nucleare; c) d) divisione nucleare; e) formazione di basidiospore; f) g) distacco di basidiospore, con comparsa di una piccola goccia sulla sterigma.

- a) cellula con 2 nuclei aploidi (n)
- b) fusione nucleare ($2n$)
- c) e d) 4 nuclei aploidi derivano dal processo meiotico
- e) ciascuna cellula migra nelle estroflessioni del basidio
- f) inizio di distacco
- g) distacco della basidiospora

RIPRODUZIONE ASESSUALE

Può avvenire attraverso due modalità:

BLASTICA attraverso **BLASTOCONIDI**

TALLICA attraverso **TALLOCONIDI**

RIPRODUZIONE ASESSUALE

I **CONIDI** possono essere prodotti da ife specializzate (**CONIDIOFORI**) o da comuni ife del tallo (**IFE VEGETATIVE**)

RIPRODUZIONE ASESSUATA

BLASTICA

(blastoconidi)

estroflessioni di nuovo
materiale citoplasmatico da una
porzione indifferenziata del
lievito o dell'ifa

TALLICA

(talloconidi)

conversione in conidio di una
porzione di ifa preformata

RIPRODUZIONE ASESSUATA

BLASTICA

(blastoconidi)

EFFLORESCENZE

CAPITOLI

SERIE LINEARE MONILIFORME

SPORULAZIONE tipo Cladosporium

FIALIDI

SPORANGI

BLASTOGONIA o GEMMAZIONE

TALLICA

(talloconidi)

ALEURIOCONIDI

ARTROCONIDI

CLAMIDOCONIDI

RIPRODUZIONE BLASTICA

La modalità di **RIPRODUZIONE BLASTICA** prevede l'estroflessione di nuovo materiale citoplasmatico da una porzione indifferenziata del lievito o dell'ifa e neosintesi di materiale parietale

BLASTOGONIA O GEMMAZIONE

E' il processo di riproduzione asessuata caratteristico dei lieviti, anche se vi sono alcune specie che si riproducono per scissione binaria

Consiste nella formazione di una estroflessione citoplasmatica, in seguito a lisi della parete cellulare di una cellula madre, il cui nucleo si divide per mitosi

Durante la divisione dei cromosomi la membrana nucleare persiste

Uno dei due nuclei della cellula parentale migra nella cellula neoformata prima che questa si separi dalla cellula madre per interposizione di un setto di origine parietale

BLASTOGONIA O GEMMAZIONE

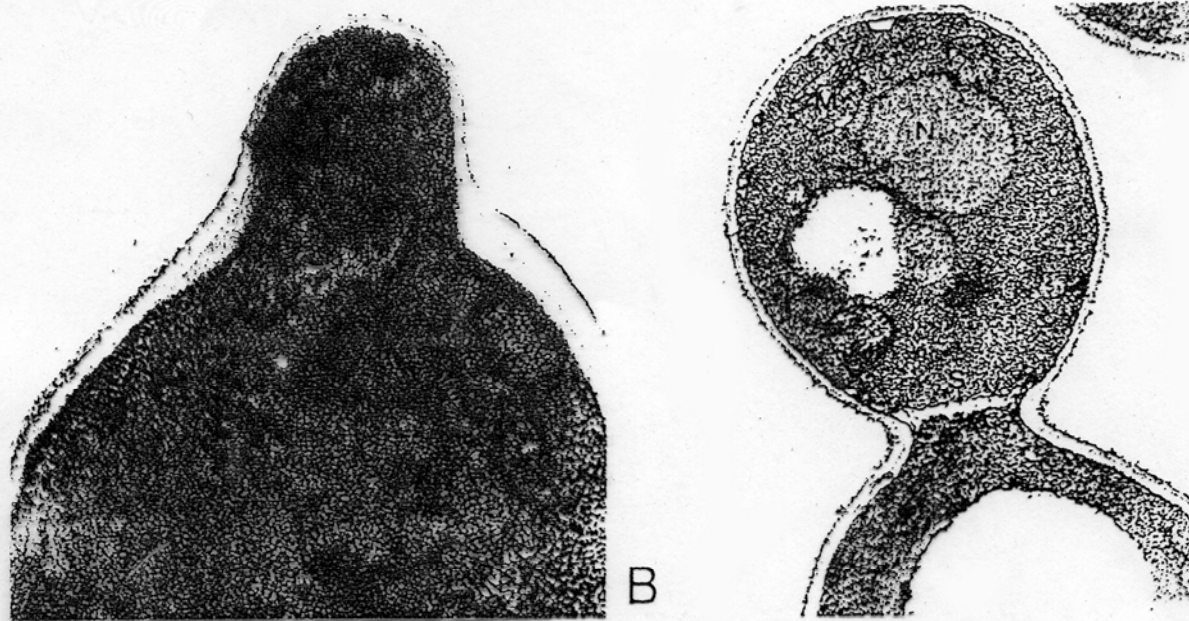
Dopo la separazione della gemma all'osservazione al microscopio elettronico possono riconoscersi nella cellula madre e nella cellula figlia caratteristiche cicatrici dette rispettivamente di gemmazione e di distacco

Su ogni blastocellula potranno essere evidenti una sola cicatrice di distacco e tante cicatrici di gemmazione quanto è estesa la superficie cellulare

BLASTOGONIA O GEMMAZIONE

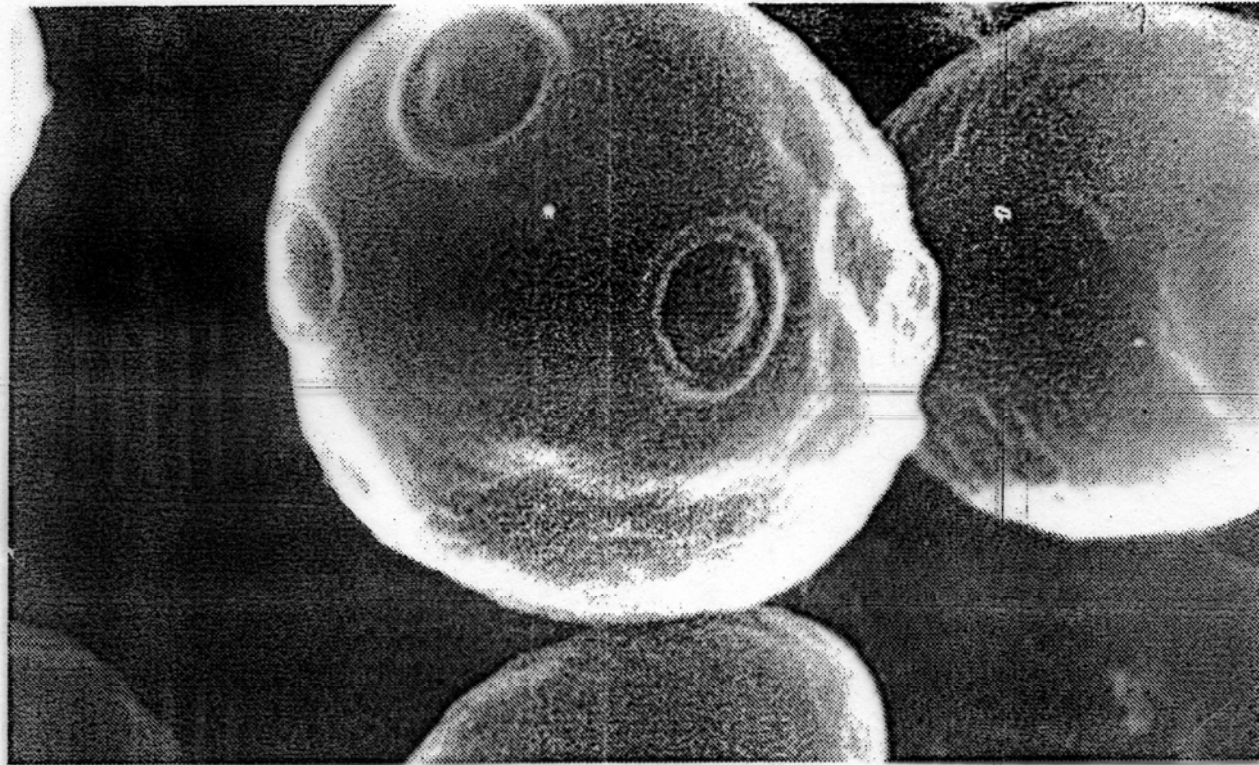
Secondo alcuni autori una **REDUTTASI PROTEICA** determinerebbe la demolizione di alcuni legami disolfurici nel complesso gluco-mannano-proteina causando un indebolimento della parete cellulare e la conseguente estroflessione del materiale endocellulare

GEMMAZIONE



a,b. Emergenza della gemma (a) e settazione (b) durante la crescita lievito di *Candida albicans*.
B = bud (gemma); MC = cellula madre; S = setto; N = nucleo; M = mitocondrio.
Microfotografie elettroniche, x 27.000 (a) e x 12.000 (b).

GEMMAZIONE



Microscopia elettronica a scansione di cellule lieviti-
tiformi (per gentile concessione di R.A. Samson)

RIPRODUZIONE ASESSUATA

BLASTICA

(blastoconidi)

EFFLORESCENZE

CAPITOLI

SERIE LINEARE MONILIFORME

SPORULAZIONE tipo Cladosporium

FIALIDI

SPORANGI

BLASTOGONIA o GEMMAZIONE

TALLICA

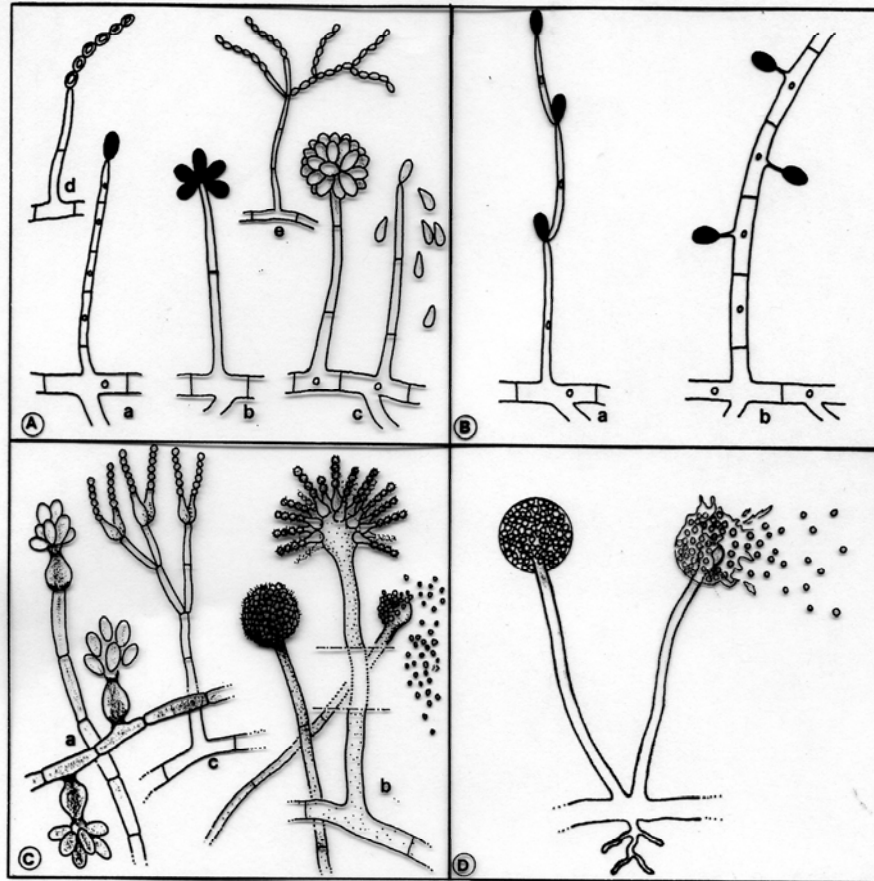
(talloconidi)

ALEURIOCONIDI

ARTROCONIDI

CLAMIDOCONIDI

RIPRODUZIONE BLASTICA



Riproduzione agamica mediante conidi.

A) Tipi di aggregazione conidiale. a: conidio isolato; b: efflorescenza; c: capitoli; d: serie lineare moniliforme; e: sporulazione tipo *Cladosporium*.

B) Modalità di formazione dei conidi «laterali». a: conidi sessili; b: conidi pedicellati.

C) Riproduzione conidiale mediante fialidi. a: tipo *Phialophora*; b: tipo *Aspergillus*; c: tipo *Penicillium*.

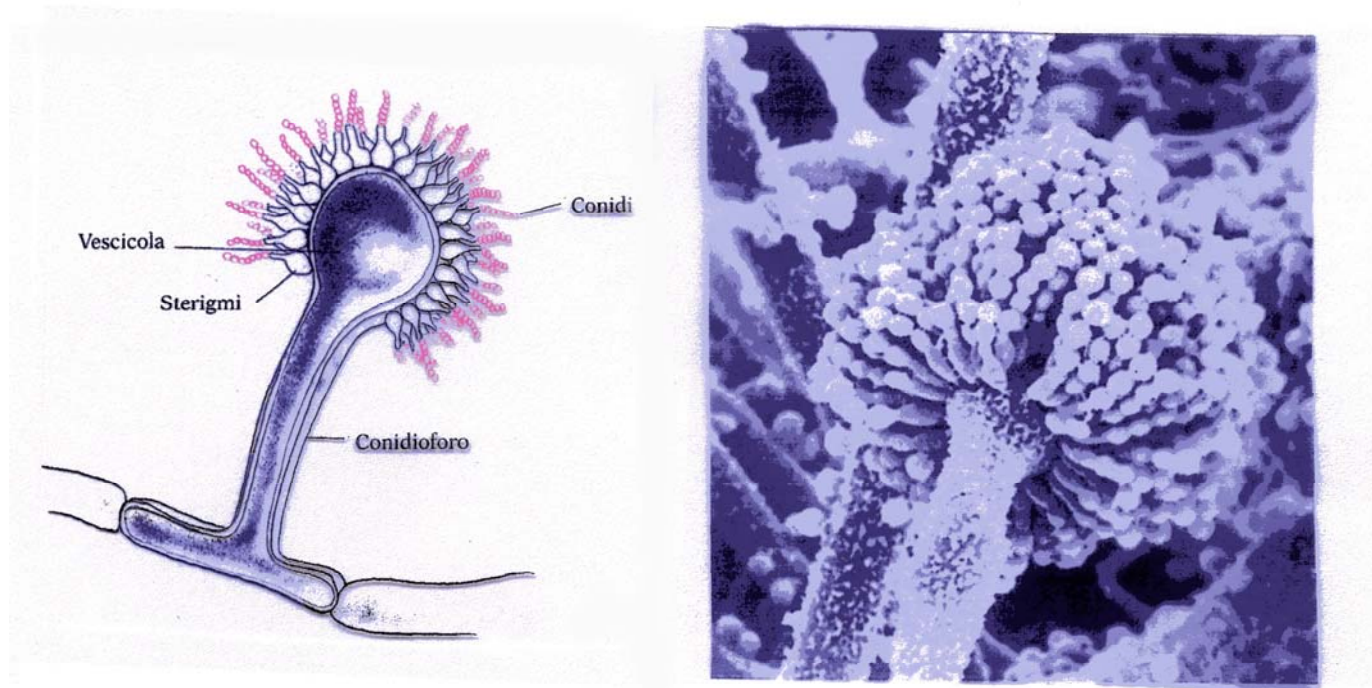
D) Riproduzione conidiale mediante sporangiospore.

FIALIDI

Il fialide o fialidio è un corpo cilindrico più o meno rigonfio, di dimensione diversa a seconda della specie, che si restringe in corrispondenza della porzione distale.

Il fialide può inserirsi direttamente su un ifa vegetativa, lateralmente o distalmente, oppure essere sorretto da un'ifa conidiofora come nel genere *Aspergillus* o *Penicillium*.

FIALIDI



Conidioforo di *Aspergillus*

SPORANGIO

Deriva dalla porzione apicale di un' ifa polinucleata, separata dalla porzione restante dalla neoformazione di un setto.

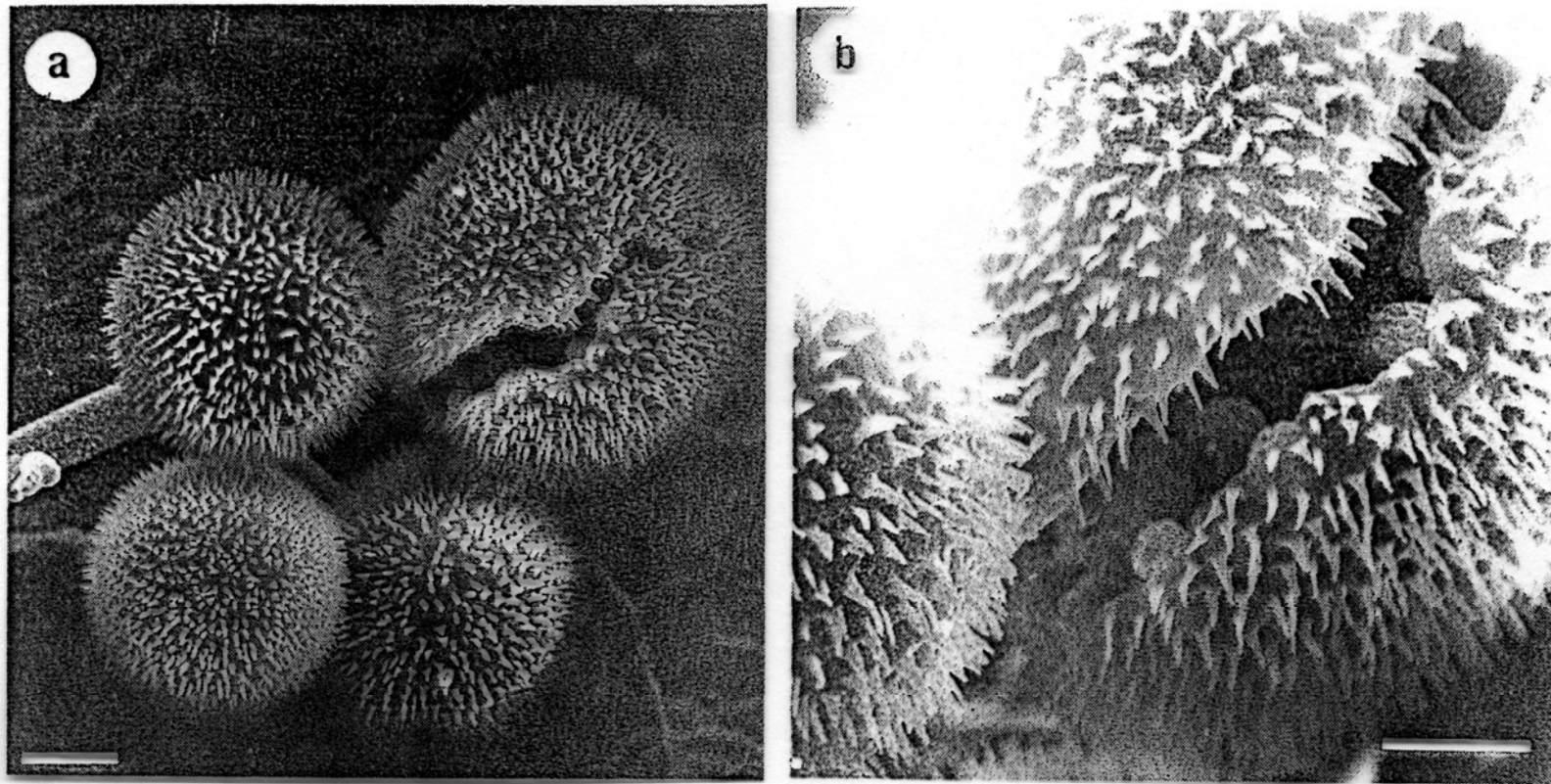
La cellula così delimitata si allarga per formare uno SPORANGIO il quale assume, a completo sviluppo, un tipico aspetto di sacco.

All'interno dello sporangio le sporangiospore si costituiscono per frammentazione zonale del citoplasma e successivo suo addensamento attorno ai nuclei.

Lo sporangio è sorretto da uno sporangioforo

La denominazione “sporangiospora” rappresenta un'eccezione nella denominazione delle cellule deputate alla riproduzione asessuale, convenzionalmente denominate “conidi”.

SPORANGIO



Sporangi di *Mucor* sp.: a) visione generale; b) particolare della lacerazione della parete che consente di osservare numerose sporangiospore. Il trattino corrisponde a 20 μm a) e 10 μm b).

RIPRODUZIONE TALLICA

La modalità di RIPRODUZIONE TALLICA prevede la conversione in conidi di una porzione di ifa preformata

RIPRODUZIONE TALLICA: ALEURIOCONIDI

Una particolare modalità di conidiogenesi è quella in cui conidi intercalari o terminali possono formarsi lungo le ife.

Un classico esempio è rappresentato dalla formazione degli aleurioconidi.

Alla maturità la cellula si allunga e un setto si forma alla base separando il conidio dall'ifa originaria

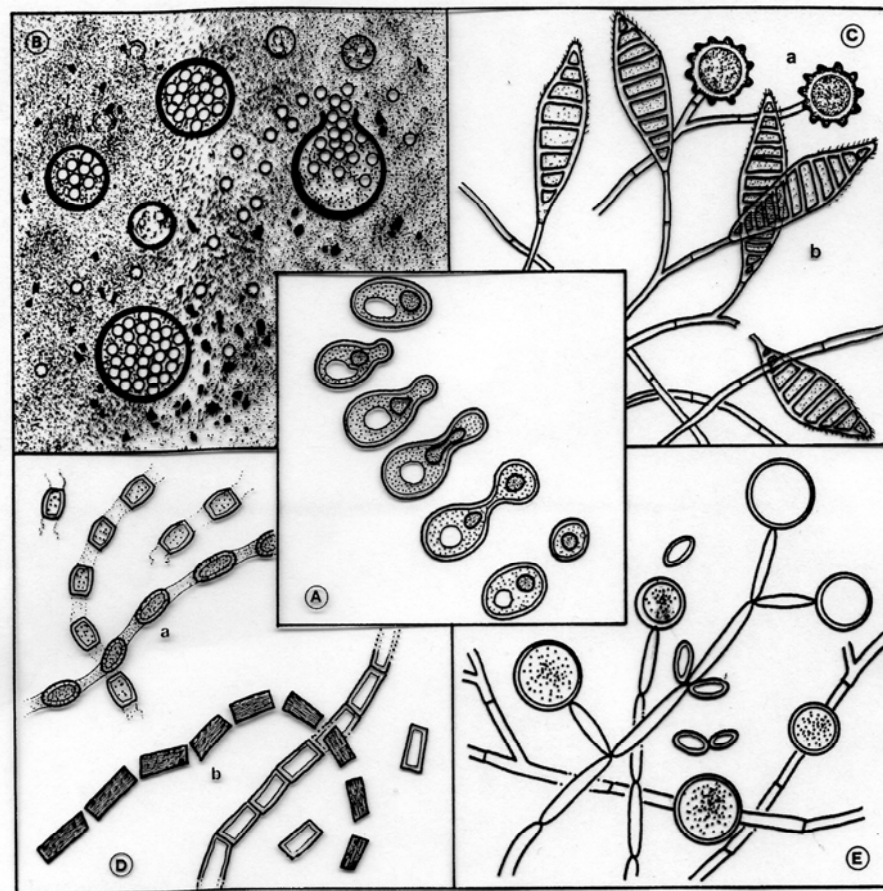
RIPRODUZIONE TALLICA: ARTROCONIDI

Un secondo tipo di conidiogenesi tallica prevede la conversione per frammentazione di segmenti ifali in catene di artroconidi.

RIPRODUZIONE TALLICA: CLAMIDOCONIDI

Un terzo tipo di conidiogenesi tallica prevede la dilatazione di frammenti intercalari dell'ifa con formazione di **clamidoconidi**

RIPRODUZIONE TALLICA



Riproduzione agamica mediante tallospore.

A) Riproduzione mediante blastospore.

B) Riproduzione mediante endospore (in *Coccidioides immitis*).

C) Riproduzione mediante aleurie. a: macroaleurie tubercolate di *Histoplasma capsulatum*; b: macroaleurie pluricellulari di dermatofiti.

D) Riproduzione mediante artrospore. a: in *Coccidioides immitis*; b: in *Geotrichum candidum*.

E) Clamidospore apicali ed intercalate di *Candida albicans*.

La Placa. Principi di Microbiologia Medica. Società Editrice Esculapio

MODALITA' DI RILASCIO DEI CONIDI

I conidi vengono rilasciati mediante:

FISSIONE, meccanismo per il quale un doppio setto viene formato tra la cellula conidiogena ed il conidio stesso

FRATTURA, meccanismo per il quale la parete di cellule adiacenti degenera e si rompe, generalmente per impulsi meccanici

LISI, meccanismo di dissoluzione spontanea della parete della cellula basale

CRITERI IDENTIFICATIVI

- La modalità di conidiogenesi
- la forma dei conidi
- la loro posizione
- le dimensioni
- il colore (pigmenti)

dei conidi e dei conidiofori rappresentano criteri irrinunciabili per l'identificazione microscopica delle muffe

FORME RIPRODUTTIVE

A seconda del rapporto di continuità della parete della cellula madre con quella dell'elemento riproduttivo si distinguono forme:

OLOBLASTICHE (se c'è continuità)

ENTEROBLASTICHE (se gli elementi riproduttivi si liberano per rottura della parete della cellula madre)

FORMAZIONE DELLE COLONIE

Nei LIEVITI l'intera popolazione fungina di una colonia può derivare dalla iniziale GEMMAZIONE anche di un unico lievito

Nelle MUFFE la colonia si origina dai tubi germinativi che si sviluppano dalla spora tramite meccanismo di GERMINAZIONE.

La modalità di germinazione delle spore è un carattere geneticamente stabile e quindi utilizzabile ai fini tassonomici.

GERMINAZIONE DELLE SPORE

I principali eventi correlati sono:

- aumento di volume dovuto ad assorbimento di acqua
- divisione nucleare
- aumento del reticolo endoplasmatico
- aumento dei ribosomi
- aumento dei mitocondri
- scomparsa dei corpi lipidici
- formazione del tubo germinativo

GERMINAZIONE DELLE SPORE

La germinazione può essere polare oppure può avvenire in qualunque regione della parete della spora

E' conseguente ad una rottura dello strato esterno della parete in zone a minore resistenza meccanica.

In alcune spore sono state evidenziate strutture preformate per la germinazione.

GERMINAZIONE DELLE SPORE

Generalmente l'emergenza del tubo germinativo avviene da un punto non predisposto della parete della spora, in cui sia avvenuto un processo di digestione enzimatica.

Alla base del tubo germinativo si forma un setto, dotato di un poro centrale, che permette al materiale contenuto nella spora di passare tutto o in parte nel tubo stesso

ATTIVAZIONE DELLE SPORE

La latenza endogena può essere superata solo intervenendo con un trattamento di attivazione:

SHOCK TERMICO

LUCE

SOSTANZE CHIMICHE (solventi: alcoli, acetone, cloroformio)

LAVAGGIO DELLE SPORE (eliminazione di autoinibitori)

LATENZA DELLE SPORE

La latenza è una fase di quiescenza posta nel ciclo biologico di un fungo tra due fasi di crescita attiva.

Cause	Esogene:	temperatura umidità pH aereazione
	Endogene:	spessore della parete autodigestione rottura della parete

Acido asparico e acido glutammico sono fattori di autoinibizione.

VARIABILITA'

Le condizioni ambientali inducono nei miceti mutamenti anche profondi (transizione dimorfa).

I miceti che si riproducono esclusivamente per via asessuale farebbero pensare ad una discendenza del tutto uguale. In realtà invece presentano un elevato grado di variabilità

VARIABILITA'

La variabilità costituisce un enorme vantaggio per i funghi, in quanto conferisce loro notevoli possibilità di adattamento

Ovviamente un fungo non è in grado di pilotare la variabilità verso una direzione ma è piuttosto l'ambiente ad indirizzare la variabilità.

L'evoluzione della specie avviene attraverso la selezione dei ceppi che meglio si adattano all'ambiente,

TOSSINE

I funghi superiori producono tossine che determinano patologie chiamate **MICOTOSSICOSI**.

ENDOTOSSINE

α -amanitina (*Amanita phalloides*)

muscarina (*Amanita muscaria*)

alcaloidi (*Claviceps purpurea*)

ESOTOSSINE

aflatossine (*Aspergillus*)

ocratossine (*Aspergillus*, *Penicillium*)

tricoteceni (*Fusarium*)

fumonisine (*Fusarium*)

zearalenoni (*Fusarium*)