



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Γενική Φυτοπαθολογία Θεωρία

Ενότητα 4: Φυτοπαθολογική Μυκητολογία

Δρ Δήμητρα Ζωάκη-Μαλισιόβα
Καθηγήτρια Εντομολογίας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Τμήμα: Τεχνολόγων Γεωπόνων

Τίτλος Μαθήματος: Γενική Φυτοπαθολογία Θεωρία

Ενότητα 4: Φυτοπαθολογική Μυκητολογία

Όνομα Καθηγητή: Δρ Δήμητρα Ζωάκη-Μαλισιόβα

Βαθμίδα Καθηγητή: Καθηγήτρια

Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Ηπείρου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Φυτοπαθολογική Μυκητολογία



Σκοποί ενότητας

- Απόκτηση βασικών γνώσεων σχετικά με τους μύκητες που προσβάλλουν τα φυτά.



Περιεχόμενα ενότητας

- Εισαγωγή.
- Μορφολογία των μυκήτων.
- Αναπαραγωγή των μυκήτων.
- Βιολογικός κύκλος-Παθογένεση των μυκήτων.
- Συστηματική ταξινόμηση των μυκήτων.
- Απελευθέρωση & διασπορά των μολυσμάτων των μυκήτων.
- Οικολογία, γεωγραφική εξάπλωση & επιβίωση των μυκήτων.



Εισαγωγή



Εισαγωγή

- Οι μύκητες είναι ετερότροφοι μικροσκοπικοί οργανισμοί, που δεν διαθέτουν χλωροφύλλη
- Στερούνται αμύλου, συνθέτουν γλυκογόνο
- Δεν περιέχουν πλαστίδια, έχουν όμως χυμοτόπια
- Σχηματίζουν συνήθως νηματοειδείς διακλαδιζόμενες υφές, που ονομάζονται **μυκήλια**, διαθέτουν οργανωμένους πυρήνες (**ευκαρυωτικοί**) και παράγουν διαφόρων ειδών σπόρια
- Παράγουν αντιβιοτικά, ένζυμα και άλλες χρήσιμες ουσίες (π.χ. οργανικά οξέα, βιταμίνες) στη βιοχημεία και βιομηχανία τροφίμων



Εισαγωγή

- Χρήση μυκήτων σε σκευάσματα βιολογικής καταπολέμησης ασθενειών & εχθρών των καλλιεργούμενων φυτών
- Πολλοί εδώδιμοι βασιδιομύκητες καλλιεργούνται για νωπή κατανάλωση
- Παράγουν τοξικές ουσίες, τις **μυκοτοξίνες**, σε πολλούς καρπούς σιτηρών, ψυχανθών, ακρόκρυων, φρούτων νωπών (σταφύλια, εσπεριδοειδή, μηλοειδή), οι οποίες είναι υπεύθυνες για σημαντικά προβλήματα δηλητηριάσεων στα (αγροτικά) ζώα και άνθρωπο



Εισαγωγή

- Δεν προκαλούν όλοι οι μύκητες ασθένειες στα φυτά: υπάρχουν >70.000 είδη μυκήτων που ζουν ως σαπρόφυτα σε νεκρά οργανικά υποστρώματα και συμβάλλουν στην αποδόμησή τους
- 50 είδη μυκήτων προσβάλλουν άνθρωπο και ζώα
- 10.000 είδη μυκήτων προκαλούν σοβαρές ασθένειες στα φυτά; 6.500 είδη είναι υποχρεωτικά παράσιτα και πολλά άλλα είναι προαιρετικά παράσιτα
- Όλα τα φυτά προσβάλλονται από έναν ή περισσότερους μύκητες και ένας μύκητας συχνά προσβάλλει περισσότερα από ένα καλλιεργούμενα είδη ή αυτοφυή φυτά



Μορφολογία των μυκήτων



Γενικές έννοιες μορφολογίας των μυκήτων

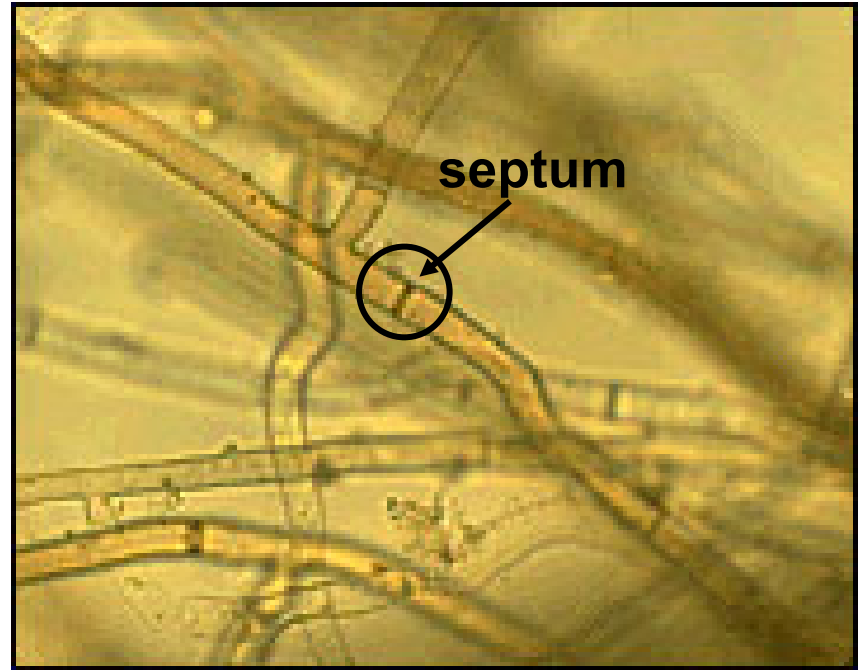
- **Θαλλός:** είναι το σώμα των μυκήτων, που αποτελείται από υφές (λεπτά σωληνοειδή νημάτια με πάχος 2-10 μm) και το μυκήλιο (σύνολο των υφών)
- Οι υφές περιέχουν πρωτόπλασμα, οργανίδια, τοπικούς πυρήνες, όπως και όλοι οι άλλοι ευκάρυοι οργανισμοί
- Υφές με εγκάρσια διαφράγματα/septa (**πολυκύτταρο μυκήλιο**) και χωρίς (**κοινοκύτταρο μυκήλιο**)
- Ως ευκαρυωτικοί οργανισμοί στις υφές των μυκήτων υπάρχουν τοπικοί πυρήνες με πυρηνική μεμβράνη και πυρηνίσκο, καθώς και μιτοχόνδρια, ενδοπλασματικό δίκτυο, δικτυοσώματα (σωμάτια Golgi)



Κοινοκύτταρο-Πολυκύτταρο μυκήλιο



Κοινοκύτταρο μυκήλιο



Πολυκύτταρο μυκήλιο



Ετεροκαρύωση

- Συνύπαρξη πυρήνων στο ίδιο κύτταρο της ίδιας υφής του ίδιου μυκηλίου διαφορετικής γονοτυπικής σύστασης (φαινόμενο που εμφανίζεται μόνο σε μύκητες)
- Πυρήνες μυκήτων είναι πολύ μικροί (δύσκολα διακρίνονται στο οπτικό μικροσκόπιο)
- Στους μύκητες υφίστανται κεντροσωμάτια, ενώ η άτρακτος είναι συχνά ενδοπυρηνική και η πυρηνική μεμβράνη συνήθως διατηρείται κατά τη διάρκεια της μίτωσης



Πρωτοπλασματική μεμβράνη και κυτταρικό τοίχωμα

- Μεγάλη σημασίας η γνώση της σύνθεσής τους για τη χημική και βιολογική καταπολέμηση μυκήτων, γιατί η γνώση της, κατά περίπτωση, κατευθύνει την επιλογή των πλέον κατάλληλων χημικών ή βιολογικών, αντίστοιχα, σκευασμάτων
- **Πρωτοπλασματική μεμβράνη** όλων των οργανιδίων των μυκηλιακών υφών χαρακτηρίζεται από την παρουσία στερολών και κυρίως της **εργοστερόλης** (εξαίρεση: **Chromista**)
- Η εργοστερόλη απουσιάζει από τα θηλαστικά και φυτά, ήτοι τα εξειδικευμένα μυκητοκτόνα παρεμποδίζει τη βιοσύνθεσή της μόνο στους μύκητες

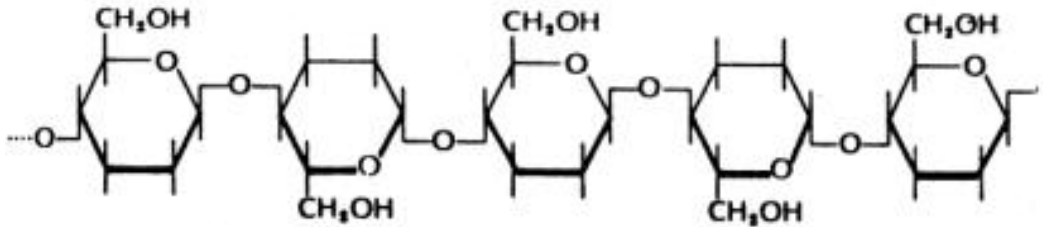
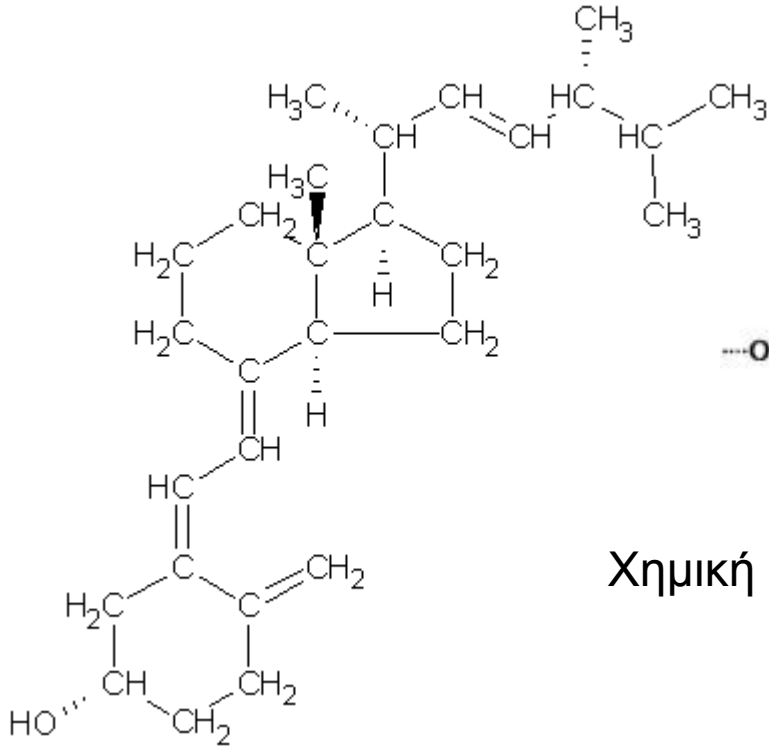


Πρωτοπλασματική μεμβράνη και κυτταρικό τοίχωμα

- **Κυτταρικό τοίχωμα** αποτελείται από **β-γλυκάνες** (σκελετικά υλικά κρυσταλλώδους συστάσεως), **χιτίνη** (μικροκρυσταλλική μορφή), υδατοδιαλυτούς πολυσακχαρίτες (**α-γλυκάνες & γλυκοπρωτεΐνες**), **λιπίδια μελανίνης, πολυμερή γαλακτοσαμίνης & πολυουρονιδίων**
- **Ασκομύκητες:** κυρίως χιτίνη & β-γλυκάνες
- **Βασιδιομύκητες:** κυρίως μαννάνες & β-γλυκάνες
- **Ζυγομύκητες:** κυρίως χιτίνες & μαννάνες
- **Χρώμιστα:** κυρίως κυτταρίνη & γλυκάνες



Πρωτοπλασματική μεμβράνη και κυτταρικό τοίχωμα



Χημική δομή εργοστερόλης (αριστερά) και χιτίνης (άνω)

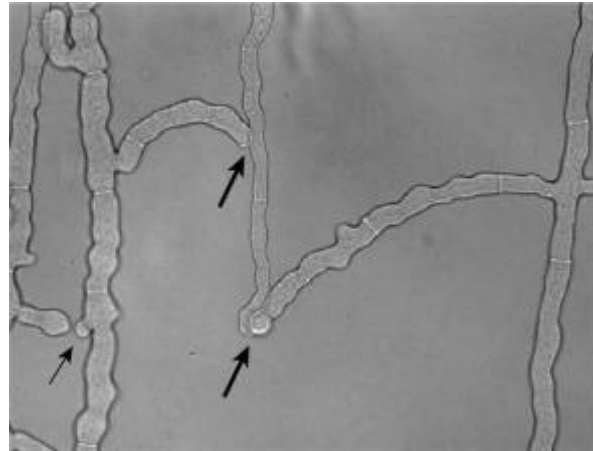
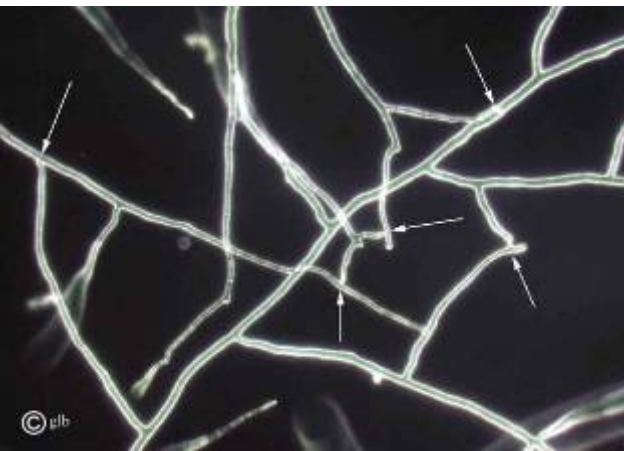
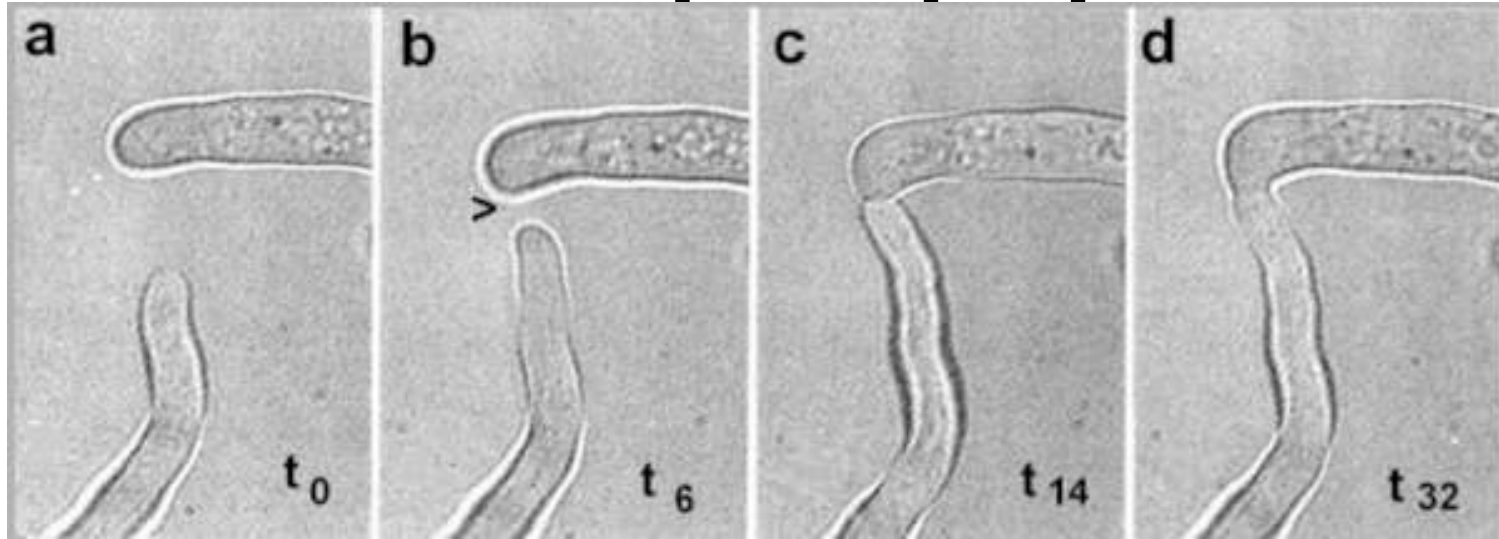


Μορφολογία μυκηλιακών υφών

- Οι υφές των μυκηλιακών (filamentous) μυκήτων προέρχονται από τη βλάστηση σπορίου αγενούς ή εγγενούς αναπαραγωγής
- Αυτή η βλάστηση ξεκινά από με το βλαστικό σωλήνα, ο οποίος με την πάροδο του χρόνου επιμηκύνεται και διακλαδίζεται, για να σχηματισθούν οι υφές
- Οι υφές μέσω των διακλαδώσεών τους σχηματίζουν **ψευδοϊστούς** μέσω της ικανότητάς του να συνενώνονται βάσει του φαινομένου της **αναστόμωσης** (οι υφές έρχονται σε επαφή μέσω των επάκριων τμημάτων τους ή μέσω πλάγιων βραχιόνων, η επιφάνεια επαφής λύεται και σχηματίζεται βραχύς σωλήνας επικοινωνίας με αποτέλεσμα τη ροή πρωτοπλάσματος και ανταλλαγής πυρήνων)



Αναστόμωση υφών



Στάδια της
αναστόμωσης
υφών μυκήτων



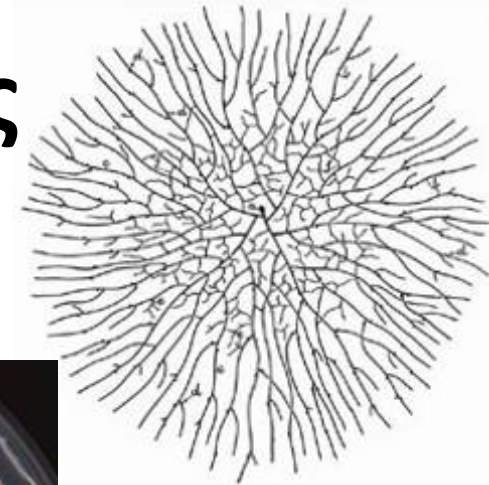
5 Τρόποι διακλάδωσης υφών

- **Απλή πλάγια:** μονόπλευρης ανάπτυξης
- **Αντίθετη ανά ζεύγη:** ανάπτυξη προς τις δύο κατευθύνσεις
- **Διχοτομική:** στην περίπτωση που σταματά η επάκρια επέκταση με την κορυφή της υφής να διαχωρίζεται σε δύο ισομεγέθεις βραχίονες
- **Μονοποδιακή:** στην περίπτωση της σύγχρονης ανάπτυξης κορυφαίας και πλάγιων διακλαδώσεων
- **Συμποδιακή:** στην περίπτωση που η κορυφή κάθε υφής σταματά την επέκταση με αποτέλεσμα τη συνεχόμενη μονόπλευρη ανάπτυξη μέσω νέων πλάγιων διακλαδώσεων



Τρόπος ανάπτυξης μυκηλιακής αποικίας

- **Ακτινοειδής**, που απορρέει από τη μετακίνηση του πρωτοπλασματικού ρεύματος και των οργανιδίων προς την κορυφή, ως και της διακλαδωτής αναπτύξεως, των υφών
- Αύξηση του μυκηλίου είναι επάκρια; Το παλαιό μυκήλιο νεκρώνεται μαζί με τα κύτταρα που παρασίτισε ή συνεχίζει να ζει σαπροφυτικά

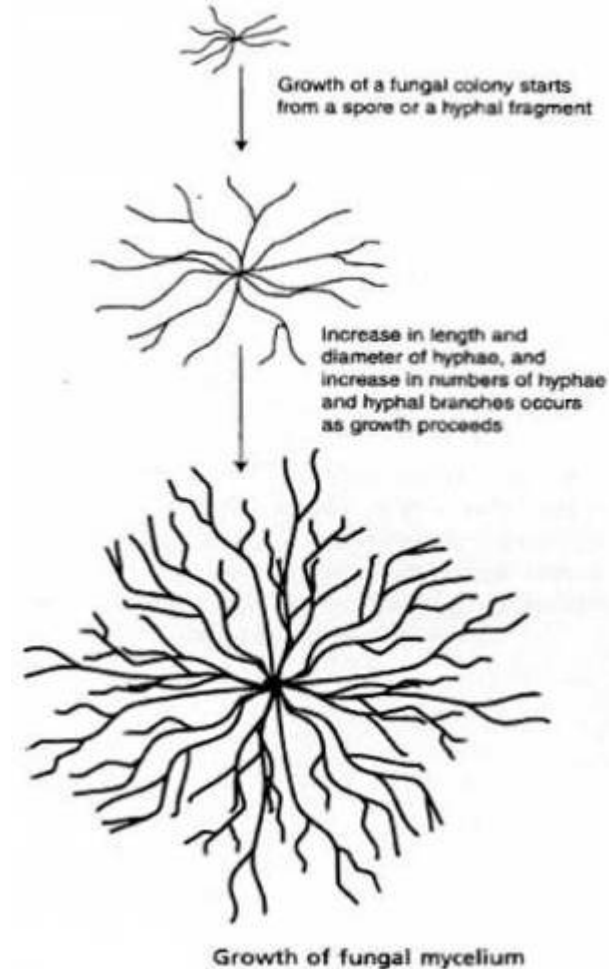
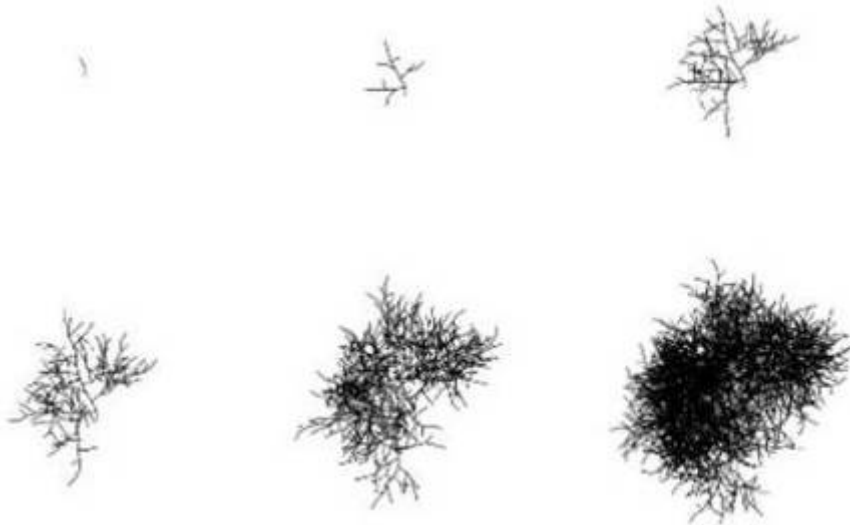


Εμφανής σε
θρεπτικά
υποστρώματα και
παρασιτούμενους
φυτικούς ιστούς



Αύξηση ΜΥΚΗΤΩΝ με μυκήλιο

Περιλαμβάνει αύξηση των υφών του μυκηλίου σε μήκος και όγκο, αύξηση του αριθμού των υφών, καθώς και των διακλαδώσεών τους

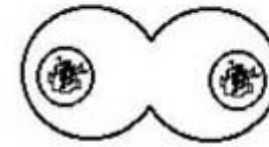




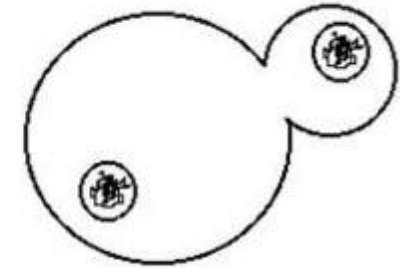
Αύξηση κυττάρων ΖΥΜΗΣ (1)

Replicating Yeasts: Fission vs. Budding

Συνήθως με **εκβλάστηση του μητρικού κυττάρου** (budding), αλλά και με **διχοτόμηση**



yeasts undergoing fission
Schizosaccharomyces spp.

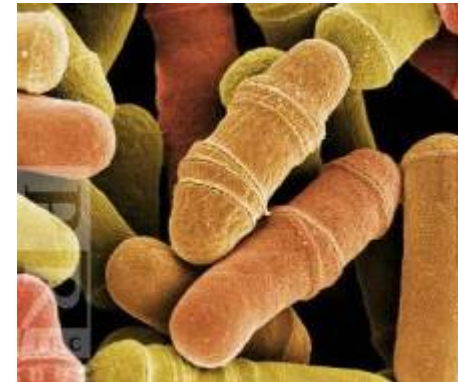


budding yeasts
Saccharomyces spp.



= nucleus containing DNA genome

Κύτταρα ραβδόμορφης ζύμης *Schizosaccharomyces pombe*, που διαιρείται με διχοτόμηση μετά από επιμήκυνση του κυττάρου της στα άκρα (μ/ο-μοντέλο, για τη μελέτη της διαίρεσης του ευκαρυωτικού κυττάρου





Αύξηση κυττάρων ΖΥΜΗΣ (2)



Εκβλάστηση
κυττάρου ζύμης
Cryptococcus sp.

*Saccharomyces
cerevisiae* σε φάση
εκβλάστησης





Εγκάρσια διαφράγματα (septa)

- Μετατρέπουν το **κοινοκύτταρο** (κατώτεροι μύκητες) σε **πολυκύτταρο μυκήλιο** (ανώτεροι μύκητες)
- Φέρουν διαφόρων ειδών ανοίγματα, ώστε να επιτρέπεται η επιλεκτική διακίνηση πρωτοπλάσματος, οργανιδίων ή πυρήνων μεταξύ των κυττάρων ώστε να διασφαλίζεται η μεγαλύτερη δυνατή σταθερότητα των υφών
- **Κατηγορίες:** πρωτογενή (με κεντρικό άνοιγμα & δολίπορα) και ψευδοδιαφράγματα

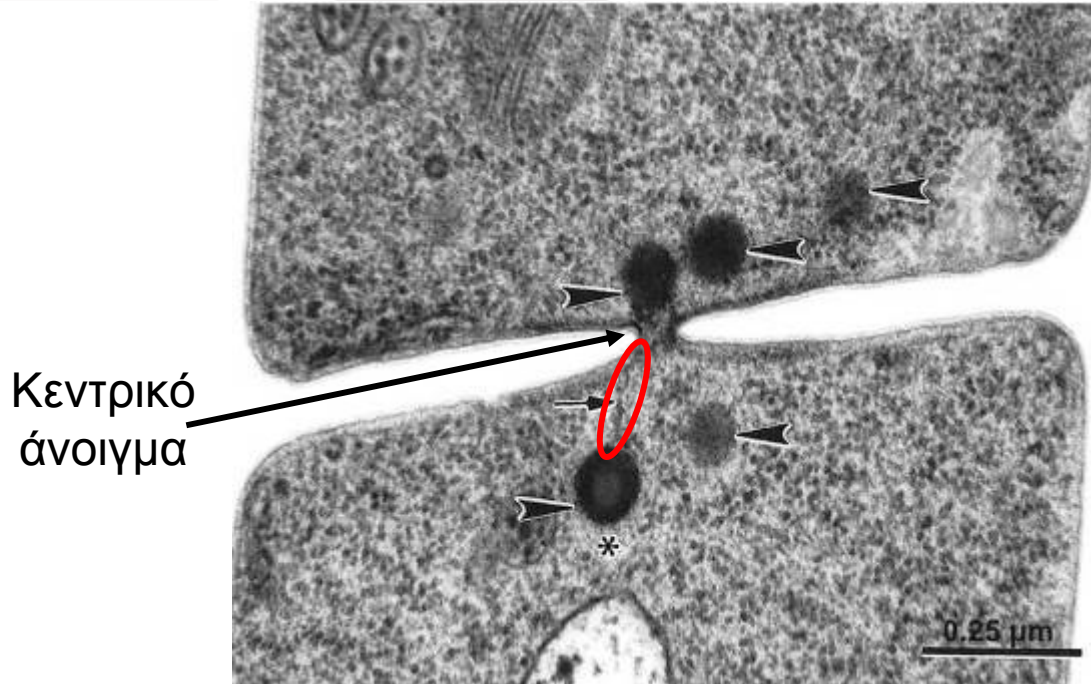


Πρωτογενή εγκάρσια διαφράγματα με κεντρικό άνοιγμα

- Διαφράγματα με κεντρικό άνοιγμα υπό μορφή πόρου σε ασκομύκητες, αδηλομύκητες και Βασιδιομύκητες (Uredinales & Ustilaginales)
- Διαθέτουν ομοιόμορφο πάχος και εκλεπτύνονται προς τον κεντρικό πόρο, που επιτρέπει τη διακίνηση πρωτοπλάσματος και οργανιδίων
- Διακίνηση εφικτή μέσω ειδικής μορφής καναλιών, που μοιάζουν με πλασμοδέσματα
- Πλησίον του πόρου υπάρχουν τα επιμήκη ή σφαιρικά οργανίδια Woronin, τα οποία αποφράσσουν τους πόρους σε εγκάρσια χωρίσματα γερασμένων κυττάρων, τα οποία ακολούθως νεκρώνονται



Πρωτογενή εγκάρσια διαφράγματα με κεντρικό άνοιγμα



- Από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, εστίαση στο septum με κεντρικό άνοιγμα του μύκητα *Aspergillus nidulans*. Πλησίον σε αυτό το γερασμένο septum υπάρχουν 5 οργανίδια Woronin (κεφαλές βελών)
- Το μαύρο βέλος δεικνύει πιθανή ινώδη σύνδεση μεταξύ του οργανιδίου Woronin και του septum



Δολίπορα

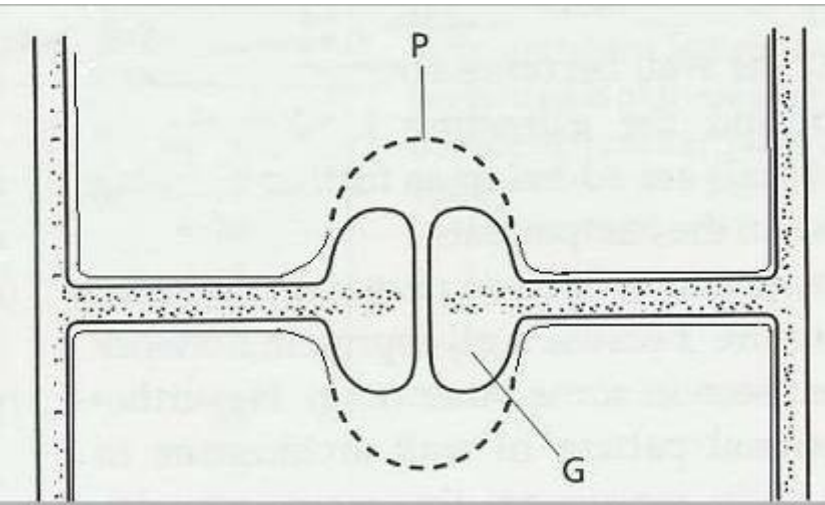
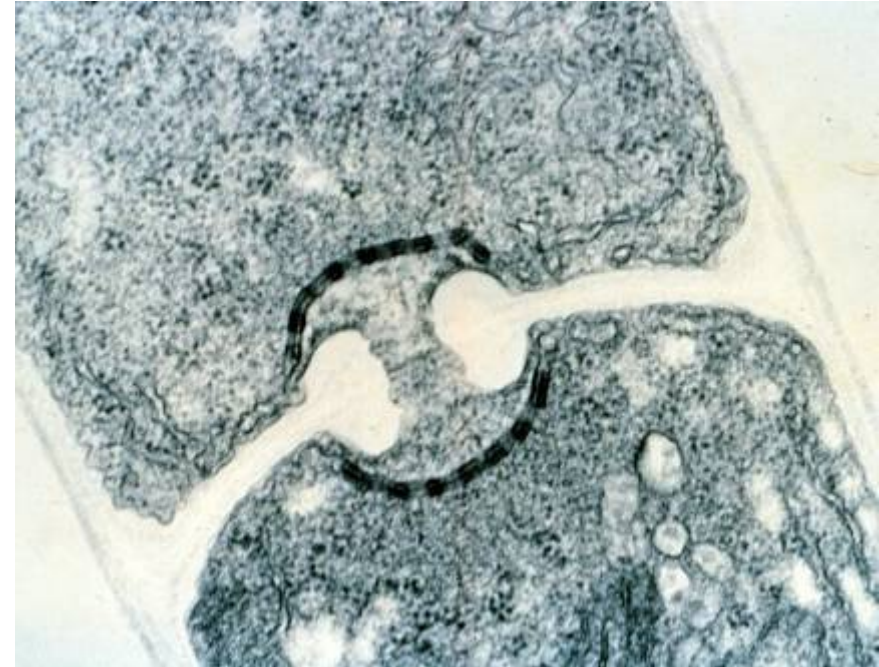
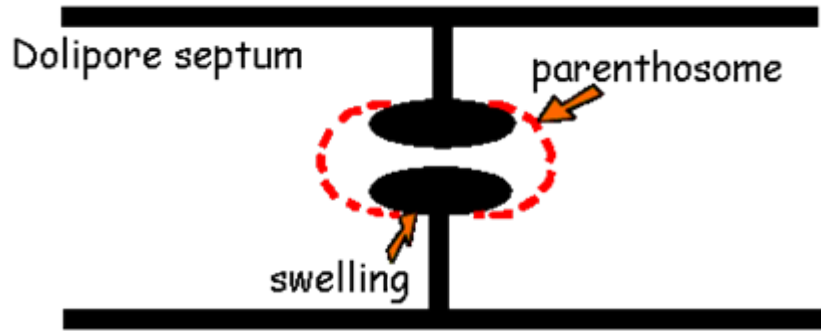
Πρωτογενή εγκάρσια διαφράγματα

- Πολύπλοκη μυκηλιακή κατασκευή σε βασιδιομύκητες, που χαρακτηρίζεται από νεφροειδείς απολήξεις του διαφράγματος στη θέση που σχηματίζουν κεντρικό πόρο
- Οι νεφροειδείς απολήξεις περιβάλλονται από βαρελοειδές ενδοπλασματικό δίκτυο, που καλείται **παρενθόσωμα**, το οποίο συμβάλλει στην επιλεκτική διέλευση πρωτοπλάσματος και ορισμένων μόνο οργανιδίων από κύτταρο σε κύτταρο
- Υφίστανται περιπτώσεις, που τα δολίπορα χωρίσματα μετατρέπονται σε απλά, όπως αυτά των Ασκομυκήτων, και τότε η διακίνηση οργανιδίων και πυρήνων είναι ευχερής



Δολίπορα

Πρωτογενή εγκάρσια διαφράγματα



P: παρενθόσωμα

G: μεγάλες αποθέσεις γλυκάνης



Ψευδοδιαφράγματα

- Παρατηρούνται σε περιπτώσεις μεταβολών στην πυκνότητα του πρωτοπλάσματος
- Αν και στα Χρώμιστα δεν διαθέτουν διαφράγματα, ωστόσο σχηματίζονται χωρίς κεντρικό άνοιγμα στις περιπτώσεις:
 - Διαχωρισμού των καρποφοριών τους από το μυκήλιο (βάση ζωοσποριαγγειοφόρων)
 - Παρουσίας τοξικού περιβάλλοντος γύρω από το μυκήλιο
 - Όταν επιδιώκεται η επούλωση πληγής, για την αποφυγή πρωτοπλάσματος από τις υφές
 - Απομόνωσης τμήματος υφής, που είναι ήδη νεκρό



Πλεκτέγχυμα

- Σχηματισμός ψευδοϊστών
- Όταν η σύνδεση των ιστών είναι χαλαρή και οι υφές διατηρούν την κυλινδικότητά τους, τότε λέγεται **προσέγχυμα**
- Όταν υπάρχει στενή σύνδεση μεταξύ των υφών και η επαφή τους συμπιέζει τα κύτταρα, τότε αποκαλείται **ψευδοπαρέγχυμα**



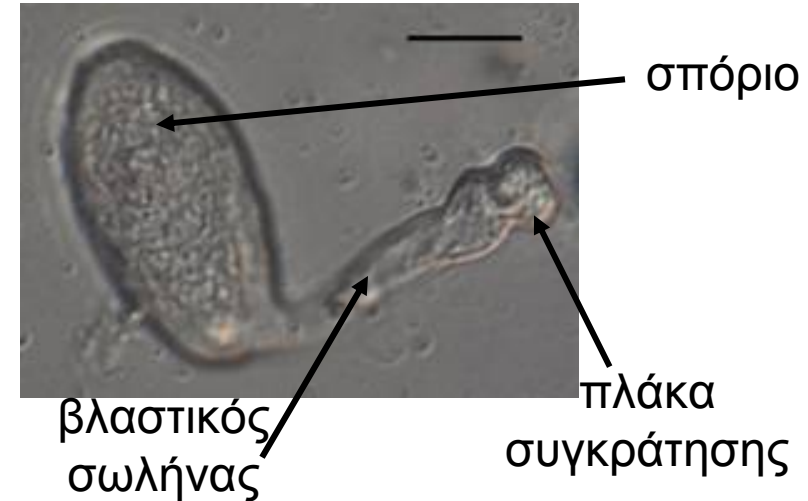
Μυκηλιακές κατασκευές & εξειδικευμένα όργανα

- Πλάκες συγκρατήσεως
- Μυζητήρες
- Μυκηλιακές πλάκες
- Σκληρώτια & Μικροσκληρώτια
- Ριζόμορφα
- Ριζοειδή
- Στολόνια
- Στρώματα
- Υμένια



Πλάκες συγκράτησης

- Απαντάται στους Erysiphales και έχει το ρόλο της εξασφάλισης της προσκόλλησης των υφών στην επιφάνεια φυτικών ιστών, για τη διείσδυση εντός των παρασιτούμενων ιστών
- Πρόκειται για εξογκώσεις του βλαστικού σωλήνα του σπορίου ή της βλαστικής υφής, που αναπτύσσεται στο άκρο τους
- Ακολουθεί ο σχηματισμός της λεπτής υφής διείσδυσης (ράμφος), που απολήγει σε μυζητήρες ή κανονικές υφές

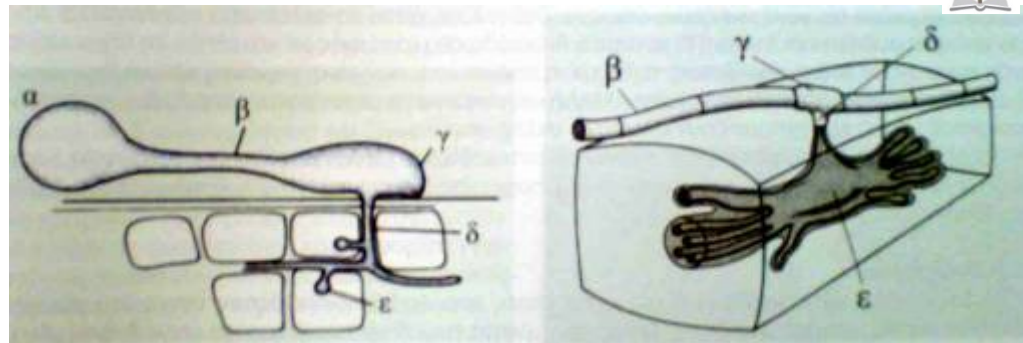


Οπή στο
κυτταρικό
τοίχωμα φυτού
από τη διέλευση
του ράμφους
διείσδυσης



Μυζητήρες

- Απαντώνται στους Erysiphales, Peronosporales, Uredinales και πρόκειται για επάκριες υφές, που αποκτούν το τελικό τους σχήμα μετά τη διείσδυσή τους εντός των παρασιτούμενων κυττάρων, οι οποίες εξασφαλίζουν την απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων με παράλληλη διατήρηση της ζωτικότητας των κυττάρων κατά το μεγαλύτερο διάστημα του παρασιτισμού



Ανάπτυξη επιφυτικού μυκηλίου επί της επιφάνειας των φυτικών ιστών (α: σπορίου, β: βλαστικής υφής, γ: πλάκας συγκατήσεως, δ: υφή διείσδυσης, ε: μυζητήρων)



Πολυσχιδής μυζητήρας
Erysiphales



Μυκηλιακές πλάκες

- Μυκηλιακοί σχηματισμοί βασιδιομυκήτων σε μορφή προσεγχύματος, που εντοπίζονται μεταξύ φλοιού και ξύλου στο ύψος του λαιμού, αλλά και στις κύριες & δευτερεύουσες ρίζες των δένδρων, και αναπτύσσονται υπό μορφή ριπιδίου (βεντάλια)



Μυκηλιακές πλάκες του μύκητα *Armillaria mellea* σε ρίζα ελάτης



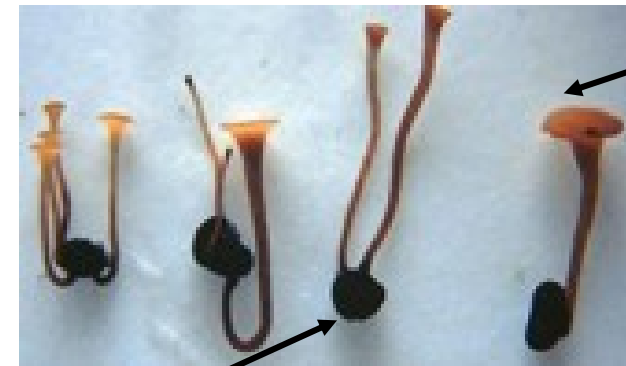
Σκληρώτια & Μικροσκληρώτια (1)

- Εντοπίζονται μέσα ή πάνω σε αποδιοργανούμενες ή σηπόμενες επιφάνειες ετήσιων φυτών
- Είναι σκληρές μυκηλιακές κατασκευές, που προέρχονται από συμπαγείς συναθροίσεις και διαπλοκές μικρού (μικροσκληρώτια) ή μεγάλου (σκληρώτια) αριθμού υφών με καθορισμένη ή ακαθόριστη διάταξη
- Εξωτερικά φέρουν ψευδοπαρέγχυμα, που περιβάλλει το εσωτερικό προσέγχυμα και ασκούν ρόλο διατήρησης και διαιώνισης του παθογόνου
- Βλαστάνοντας δίνουν υφή ή κονιδιοφόρο (αγενής καρποφορία) ή αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία αναπτύσσονται εγγενείς καρποφορίες δισκομυκήτων



Σκληρώτια & Μικροσκληρώτια (2)

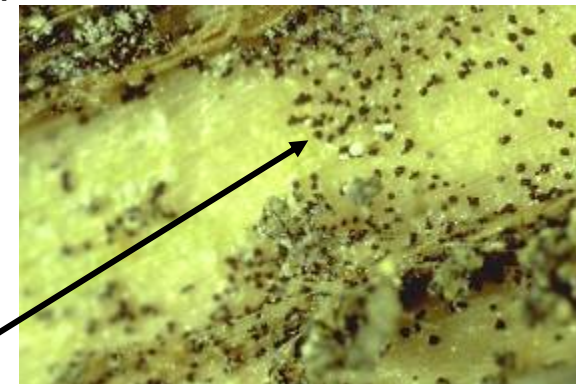
- Είναι μαύρα ή σκουροκάστανα, λόγω της εναπόθεσης μελανίνης στα εξωτερικά τους τοιχώματα
- Μέγεθος ποικίλει; *Verticillium dahliae* 20-150 μm, 1-10 cm για άλλα παθογόνα
- Σχήμα ποικίλει; Σφαιρικά (*Sclerotium rolfsii*), ακανόνιστα πολυγωνικά ή επιμήκη (*Sclerotinia sclerotiorum*) ή πλακοειδή (*Rhizoctonia solani*)



αποθέκιο

Sclerotinia sclerotiorum

Σκληρώτιο



Μικροσκληρώτια του μύκητα *Verticillium dahliae* επί στελέχους βαμβακιού



Ριζόμορφα (1)

- Κορδονοειδείς κατασκευές **καστανές ή μαύρες** βασιδιομυκήτων (*Armillaria mellea*) & ασκομυκήτων (*Roselinia necatrix*) μέσα στο έδαφος διαστάσεων πλάτους 5 mm και μήκους 9 m
- Αναπτύσσονται μεταξύ φλοιού και κεντρικού κυλίνδρου σε σηπόμενες ρίζες ή στη βάση δένδρων
- Αποτελούνται από δεσμίδες υφών με καθορισμένη νηματοειδή διάταξη και με εμφάνιση ανάλογη των ριζών, γιατί περιβάλλονται από νηματοειδείς ελεύθερες υφές, αλλά **δεν διαθέτουν καλύπτρα**
- Έχουν κορυφαία αύξηση με **παρεμπόδιση των πλάγιων διακλαδώσεων**
- Είναι σκληρά και ανθεκτικά στις αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος
- Έχουν ρόλο διαιωνίσεως και μεταδόσεως του παθογόνου στο χώρο

Ριζόμορφα (2)



Armillaria mellea

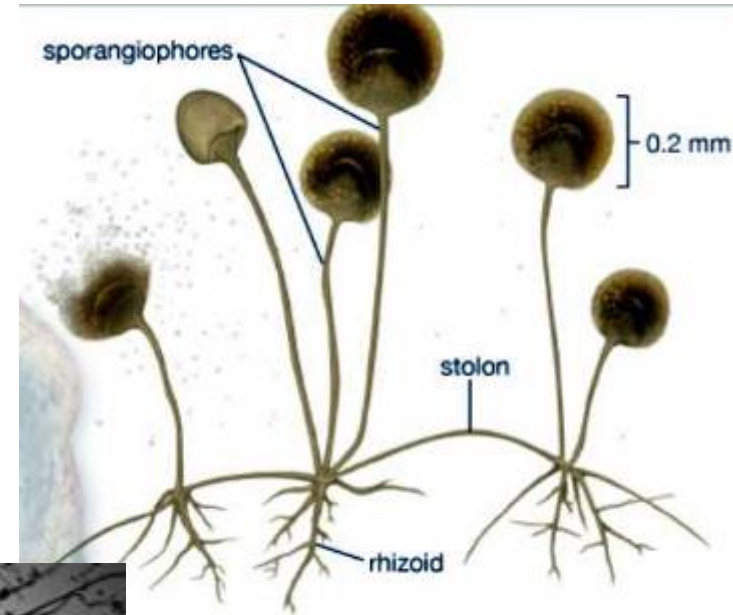
Ριζοειδή

- **Λευκές** κατασκευές ριζοειδούς μορφής βασιδιομυκήτων σε σηπόμενους κορμούς δένδρων σχηματιζόμενες κάτω από συνθήκες υψηλής υγρασίας
- Φέρουν **διακλαδώσεις** και προέρχονται από θέσεις παρούσας στρώματος ή θέσεις σχηματισμού μυκηλιακών πλακών
- Ρόλος διάδοσης του παθογόνου σε μικρές αποστάσεις



Στολόνια

- Εναέριες οριζόντιες υφές, που συνδέουν δύο ριζοειδή
- Χαρακτηριστική κατασκευή των Mucorales των Ζυγομυκήτων

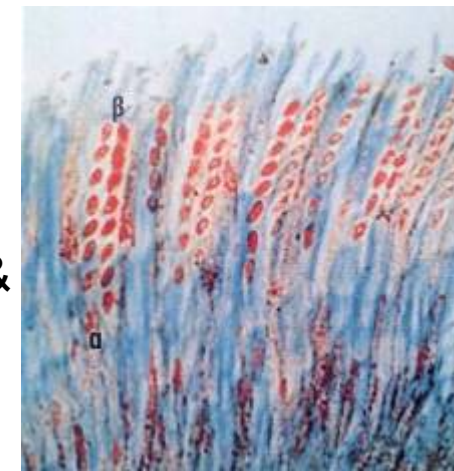
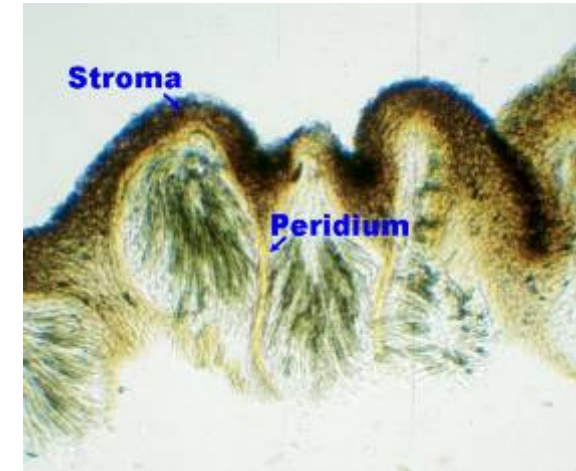


Rhizopus stolonifer



Στρώματα & Υμένια

- **Στρώματα:** Συμπαγείς μυκηλιακοί σχηματισμοί διαφόρων τύπων πάνω στους οποίους αναπτύσσονται οι καρποφορίες των μυκήτων
- **Υμένια:** γόνιμα μυκηλιακά στρώματα ασκομυκήτων & βασιδιομυκήτων



Υμένιο (α. ασκοί & β. ασκοσπόρια)



Θρέψη & ανάπτυξη μυκήτων (1)

- Βασικά συστατικά είναι το νερό και οργανικές & ανόργανες ενώσεις
- Νερό το πρωτόπλασμα περιέχει 90% και τα σπόρια 15-25% (εξαίρεση τα σπόρια Erysiphaceae, που φθάνει στο 50%)
- Οργανικές ουσίες κυρίως πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λιπίδια
- Ανόργανες ουσίες κυρίως ανόργανα άλατα P & K
- Απαραίτητα στοιχεία για την ανάπτυξη: C, H, O, N, P, K, S, Mg, Ca (και σε μικρότερες ποσότητες: Fe, Zn, Cu, Mn, κ.ά.)



Θρέψη & ανάπτυξη μυκήτων (2)

- Αυτά τα στοιχεία προσλαμβάνονται από τα υποστρώματα μέσω της απορρόφησής τους από τα κυτταρικά τοιχώματα των υφών, πάνω στα οποία αναπτύσσονται παρασιτικά ή σαπροφυτικά
- Αυτή η απορρόφηση είναι αποτέλεσμα συνδυασμού της ώσμωσης (το υπόστρωμα να έχει μικρότερη ωσμωτική πίεση από το πρωτόπλασμα των κυττάρων των υφών) και της ενζυματικής δράσης του μύκητα (μύκητες που προσβάλλουν μαλακούς φυτικούς ιστούς εκκρίνουν πηκτινολυτικά ένζυμα, ενώ μύκητες που προσβάλλουν το καρδιόξυλο δένδρων εκκρίνουν λιγνάσες ή κυτταρινάσες)



Αναπαραγωγή των μυκήτων



Γενικές έννοιες αναπαραγωγής

- Αναπαραγωγή με οποιοδήποτε τμήμα του βλαστικού θαλλού
- Αναπαραγωγή με αγενή ή/και εγγενή σπόρια, τα οποία ανάλογα με το είδος είναι μονοκύτταρα, δικύτταρα ή πολυκύτταρα
- **Καρποφορίες:** όργανα στα οποία μέσα ή πάνω σχηματίζονται τα σπόρια
- **Εγγενής:** ένωση πυρήνων, που ποικίλλει στις διάφορες ταξινομικές ομάδες τους
- **Αγενής:** απουσία ένωσης 2 πυρήνων (γαμέτες), αλλά γίνεται με τμήμα μυκηλίου, σκληρώτια, ριζόμορφα και σπόρια

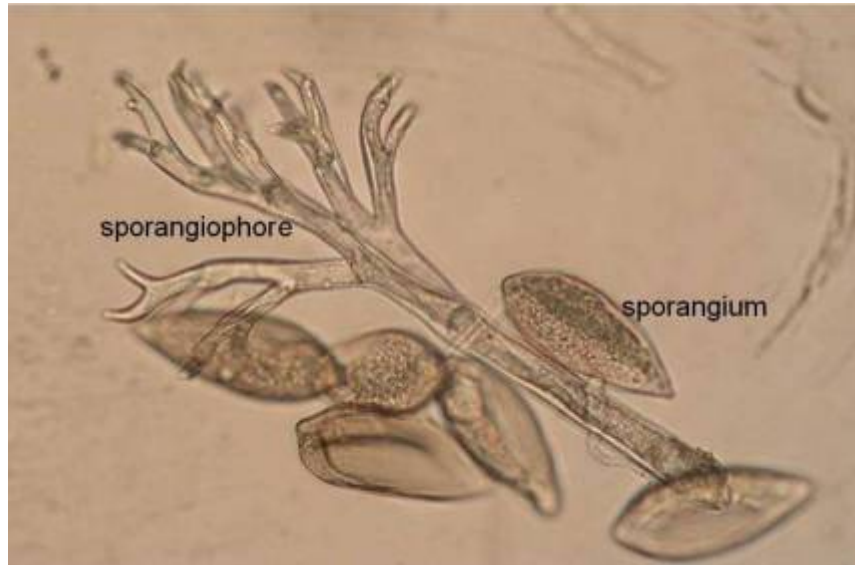
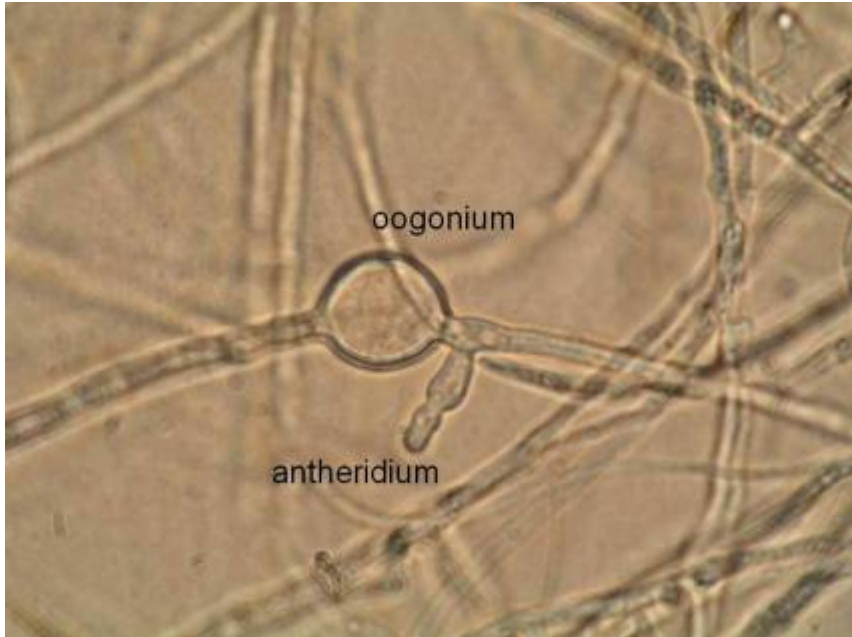


Καρποφορίες αγενούς & εγγενούς τρόπου αναπαραγωγής

- **Καρποφορίες αγενούς:** σποριάγγεια με σποριαγγειοσπόρια, ζωοσποριάγγεια με ζωοσπόρια, κονιδιοφόροι με κονίδια, πυκνίδια (σφαιροειδείς καρποφορίες) με κονίδια και **ακέρβουλα** (κυπελλοειδείς αβαθείς καρποφορίες) με κονίδια
- **Καρποφορίες εγγενούς:** ζυγοσπόριο (συνένωση 2 ισογαμεταγγείων, μορφολογικώς όμοια), **ωοσπόριο**, που είναι σφαιρικό με παχιά τοιχώματα (συνένωση 2 ανισογαμεταγγείων, ανθηρίδιο & ωογόνιο), **ασκοσπόριο** που είναι μέσα σε σακκοειδείς κατασκευές, τους ασκούς, οι οποίοι είναι πάνω ή μέσα σε άλλες καρποφορίες (κλειστοθήκια, περιθήκια, αποθήκια), **βασιδιοσπόριο** επί ροπαλοειδών κατασκευών (βασίδια)



Καρποφορίες αγενούς & εγγενούς τρόπου αναπαραγωγής





Στοιχεία αναπαραγωγής φυτοπαθογόνων μυκήτων

- **Ολοκαρπικοί:** όταν όλος ο θαλλός μετατρέπεται σε ένα ή περισσότερα αγενή ή/και εγγενή αναπαραγωγικά όργανα
- **Ευκαρπικοί:** ένα μικρό τμήμα του θαλλού συμβάλλει στην παραγωγή των αναπαραγωγικών οργάνων, ενώ το υπόλοιπο δεν συμμετέχει
- Η αγενής αναπαραγωγή είναι μεγαλύτερης σημασίας για την αποίκιση των ξενιστών-φυτών από το παθογόνο, επειδή προσφέρει τεράστιους αριθμούς σπορίων, ακόμα και κατά την ίδια καλλιεργητική περίοδο (εγγενής: μία φορά το χρόνο)



Τρόποι αγενούς αναπαραγωγής

- **Κατάτμηση σώματος:** το κάθε τμήμα αναπτύσσεται σε ένα άτομο
- **Σχάση** των σωματικών κυττάρων σε σωματικά κύτταρα (ζύμες)
- **Αποβλάστηση** των σωματικών κυττάρων ή σπορίων, όπου κάθε αποβλάστηση παράγει νέο άτομο
- Σχηματισμός **μιτοσπορικών σπορίων**, όπου κάθε σπόριο συνήθως βλαστάνει για να σχηματίσει βλαστική υφή, η οποία οδηγεί στη δημιουργία του μυκηλίου



Τρόποι εγγενούς αναπαραγωγής

- Σύζευξη 2 κινητών γαμετών (μυξομύκητες, χρώμιστα)
- Σύζευξη 2 ολόκληρων γαμεταγγείων (ζυγομύκητες, ωομύκητες); Τα γαμετάγγεια έχουν πολλούς πυρήνες-γαμέτες, ωστόσο συζεύγνυνται μόνο 2 και οι υπόλοιποι εκφυλίζονται
- Σύζευξη 2 υφών αντίθετης σεξουαλικής πολικότητας ή υφής με γαμετάγγειο (καλείται σωματογαμία σε ασκομύκητες)
- Σύζευξη γαμέτη με υφή αντίθετης σεξουαλικής πολικότητας: ο γαμέτης είναι μικρό σπόριο (σπερμάτιο) και η διαδικασία σύζευξης καλείται σπερματίωση (βασιδιομύκητες)



3 φάσεις εγγενούς αναπαραγωγής

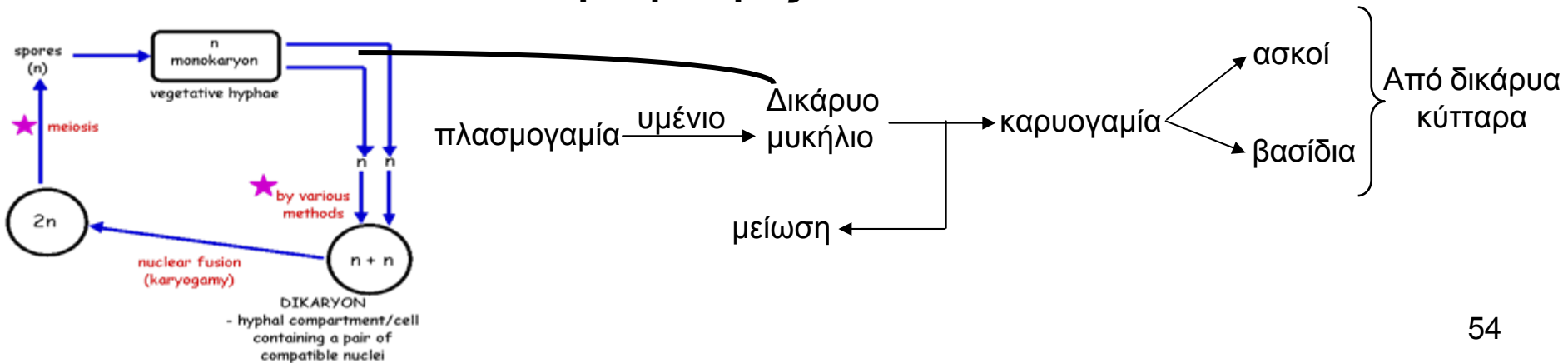
- **Πλασμογαμία:** συνένωση πρωτοπλάσμάτων και φέρνει πλησίον στο ίδιο κύτταρο 2 διαφορετικούς πυρήνες, ήτοι οδηγεί στη δημιουργία διπύρηνων κυττάρων (δικαρυωτικά)
- **Καρυογαμία:** συνένωση πυρήνων (δικάρυο), που ήλθαν σε επαφή μέσω της πλασμογαμίας και σχηματίζεται ο ζυγώτης (**Δικαρυόφαση:** ανάπτυξη και κυτταροδιαίρεση των διπύρηνων κυττάρων και μπορεί να διαιωνισθεί από κύτταρο σε κύτταρο μέσω της **συζυγούς διαίρεσης**, ήτοι σύγχρονες μιτωτικές πυρηνοτομίες 2 απλοειδών πυρήνων με παράλληλη διάταξη των ατράκτων τους)
- **Μείωση:** ελαττώνει τον αριθμό χρωματοσωμάτων σε απλοειδή μέσω μίας μειωτικής και μίας μιτωτικής διαίρεσης του ζυγώτη, ήτοι σχηματισμός 4 απλοειδών πυρήνων, που αποτελούν τους πυρήνες 4 νέων σπορίων



ΕΓΓΕΝΗΣ αναπαραγωγή μυκήτων

- **Εγγενής αναπαραγωγή** γίνεται με σπόρια που παράγονται από την ένωση δύο πυρήνων και περιλαμβάνει τις φάσεις της **πλασμογαμίας**, **καρυογαμίας** και **μείωσης**
- Περίοδος μεταξύ πλασμογαμίας & καρυογαμίας διαρκεί συνήθως αρκετό χρόνο (μυκήλιο δικάρυο, ήτοι με 2 πυρήνες ανά κύτταρο)
- Τα **αγενή σπόρια των μυκήτων χρησιμοποιούνται κυρίως για τη διασπορά τους, ενώ τα εγγενή για τη διατήρησή τους**

Ανώτεροι μύκητες





Ετεροκαρύωση

(προϋπόθεση εγγενούς αναπαραγωγής)

- Παρουσία πυρήνων των ίδιων ή διαφορετικών γονοτύπων στο ίδιο μυκήλιο, στο ίδιο κύτταρο ή στην ίδια υφή
- Τα άτομα λέγονται **ετεροκαρυωτικά** μιας και δεν διαθέτουν όλα τα κύτταρά τους τον ίδιο αριθμό πυρήνων ή την ίδια αναλογία με το κάθε είδος πυρήνων
- Λαμβάνει χώρα στους μύκητες δια (Α) βλαστήσεως ετεροκαρυωτικών σπορίων; (Β) των μεταλλαγών πολυπύρηνων ομοκαρυωτικών κατασκευών και της επακόλουθης επιβίωσης πολλαπλασιασμού και διασποράς τους; (Γ) συνένωσης ορισμένων πυρήνων σε ένα απλοειδές ομοκάρυο και της επακόλουθης επιβίωσης, πολλαπλασιασμού και διασποράς των διπλοειδών πυρήνων μεταξύ των απλοειδών



Ομοθαλλισμός & Ετεροθαλλισμός

- Δεν υφίστανται διαφοροποιημένα άρρενα & θήλεα αναπαραγωγικά όργανα, όπως π.χ. στα φυτά & ζώα, και έτσι δεν είναι δυνατή η διάκριση φύλων
- Διάκριση οργάνων (γαμετών) που λαμβάνουν μέρος στη σύζευξη και προσέρχονται από θαλλούς διαφορετικών ατόμων, χρησιμοποιούνται τα σύμβολα [+]& [-]
- Αυτά τα σύμβολα δεν προσδιορίζουν το φύλο, αλλά γαμέτες αντίθετης σεξουαλικής πολικότητας



Τύποι βλαστικής συμβατότητας εγγενής αναπαραγωγή (1)

- **Ομόθαλλοι:** κάθε θαλλός είναι σεξουαλικά αυτογόνιμος και μπορεί να αναπαραχθεί εγγενώς χωρίς τη συνδρομή άλλων θαλλών (ωομύκητες, πλασμωδιοφορομύκητες, χιτριδιομύκητες, πολλοί ασκομύκητες, ορισμένοι βασιδιομύκητες); Η ένωση διαφορετικών πυρήνων είναι δυνατή, αλλά όχι υποχρεωτική
- **Ετερόθαλλοι:** κάθε θαλλός είναι αυτόστειρος ανεξαρτήτως εάν είναι ερμαφρόδιτος και απαιτεί τη συμβολή ενός συμβατού θαλλού διαφορετικού συζευκτικού τύπου, για εγγενή αναπαραγωγή; Οι πυρήνες που ενώνονται πρέπει οπωσδήποτε να διαφέρουν τουλάχιστον σε ένα ζεύγος αλληλομόρφων



Τύποι βλαστικής συμβατότητας εγγενής αναπαραγωγή (2)

- **Δευτερογενώς ομόθαλλοι:** σε ορισμένους ετερότροφους μύκητες, κατά το σχηματισμό του σπορίου τους 2 πυρήνες διαφορετικού συζευκτικού τύπου ενσωματώνονται κανονικά σε κάθε σπόριο και αυτά τα βλαστημένα σπόρια είναι αυτογόνιμα και συμπεριφέρονται σαν ομοθαλικά, ενώ είναι ετεροθαλικά (**ψευδοθαλλισμός**)
- Ο ετεροθαλλισμός συμβάλει στην εμφάνιση μεγάλης παραλλακτικότητας με ανασυνδυασμούς γονιδίων, η οποία δίνει τη δυνατότητα προσαρμογής των μυκήτων σε διάφορες συνθήκες περιβάλλοντος



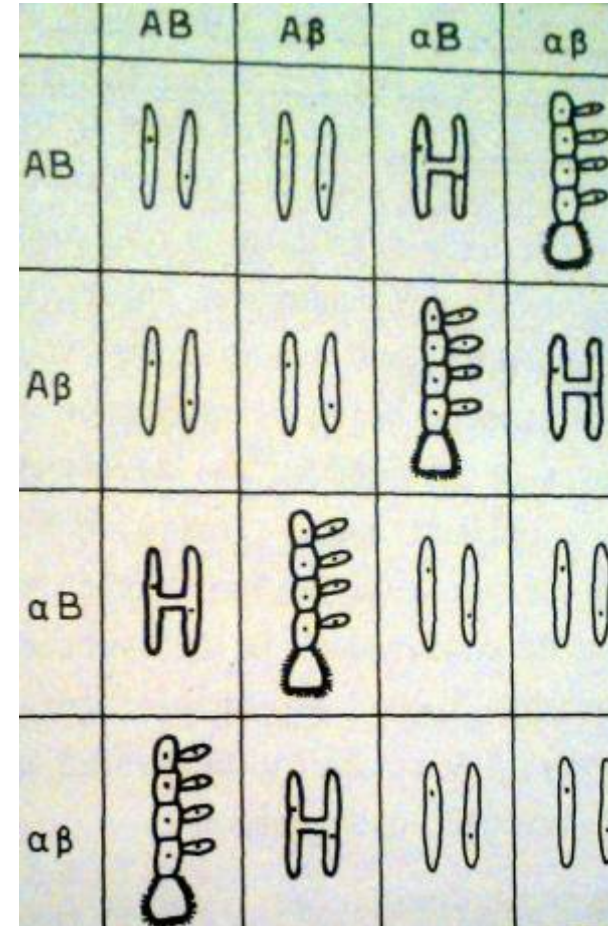
Τύποι ετεροθαλλισμού

- **Διπολικός:** έλεγχος ετεροθαλλισμού από ένα χρωματοσωματικό γόνο με δύο αλληλομόρφους (ύπαρξη 2 συζευκτικών τύπων, A & a)
- **Τετραπολικός:** έλεγχος ετεροθαλλισμού από δύο ανεξάρτητους γόνους; Αν ο κάθε γόνος έχει δύο αλληλομόρφους, τότε υφίστανται 4 συζευτικοί τύποι (AB, Aβ, αB, αβ)
- Αν και κατά τον ετεροθαλλισμό είναι απαραίτητη η σύζευξη στελεχών με διαφορετικό γονότυπο, μειώνεται αρκετά η πιθανότητα πραγμάτωσης εγγενούς αναπαραγωγής
- **Ετεροθαλλισμός πολλαπλών αλληλομόρφων:** ύπαρξη πολλών αλληλομόρφων του καθενός από τους γόνους, που καθορίζουν το συζευτικό τύπο (ανώτεροι μήκητες)



Τετραπολικός ετεροθαλλισμός στους Ustilaginales

- Δεν αναστομώνονται δύο σπορίδια με τον ίδιο αλληλόμορφο και του γόνου A και του γόνου B
- Όταν διαφέρουν μόνο στο γόνο A γίνεται αναστόμωση, αλλά δεν ακολουθεί σχηματισμός τελειοσπορίου και βασιδίου
- Ο κύκλος συμπληρώνεται μόνο στο 25% των περιπτώσεων, όταν δηλαδή τα σπορίδια διαφέρουν και στους δύο γόνους





Τρόπος σχηματισμού ζυγώτη κατώτεροι μύκητες

- **Μυξομύκητες:** με την ένωση 2 όμοιων κινητών γαμετών
- **Πλασμοδιοφορομύκητες:** με την ένωση δύο πολυπύρηνων γαμεταγγείων (γαμεταγγειογαμία)
- **Ζυγομύκητες:** με την ένωση δύο όμοιων γαμμεταγγείων
- **Χρώμιστα:** με την ένωση δύο ανόμοιων (μικρότερο: ανθηρίδιο, μεγαλύτερο: ωγόνιο) γαμμεταγγείων
- Τα ωοσπόρια και ζυγοσπόρια έχουν παχύ εξωτερικό τοίχωμα και έχουν προσαρμοσθεί να αντέχουν στις δυσμενείς συνθήκες και διατηρούν τη βλαστική ικανότητά τους μερικές φορές για πολλά έτη



Τρόπος σχηματισμού ζυγώτη ασκομύκητες (1)

- Ξεκινά με τη γονιμοποίηση ενός ειδικού κυττάρου, το ασκογόνιο που είναι συχνά εφοδιασμένο με το τριχόγυνο (δεκτική υφή), είτε από ένα σπερμάτιο, είτε από ένα ανθηρίδιο
- Από το γονιμοποιημένο ασκογόνιο προέρχονται δικαρυωτικές ασκογόνες υφές, που δίνουν διαδοχικά άγκιστρα
- Εντός αυτού του δικαρυωτικού κυττάρου, οι 2 πυρήνες (ένας προέρχεται από το ασκογόνιο και ο άλλος από το σπερμάτιο ή ανθηρίδιο) ενώνονται σε ένα διπλοειδή

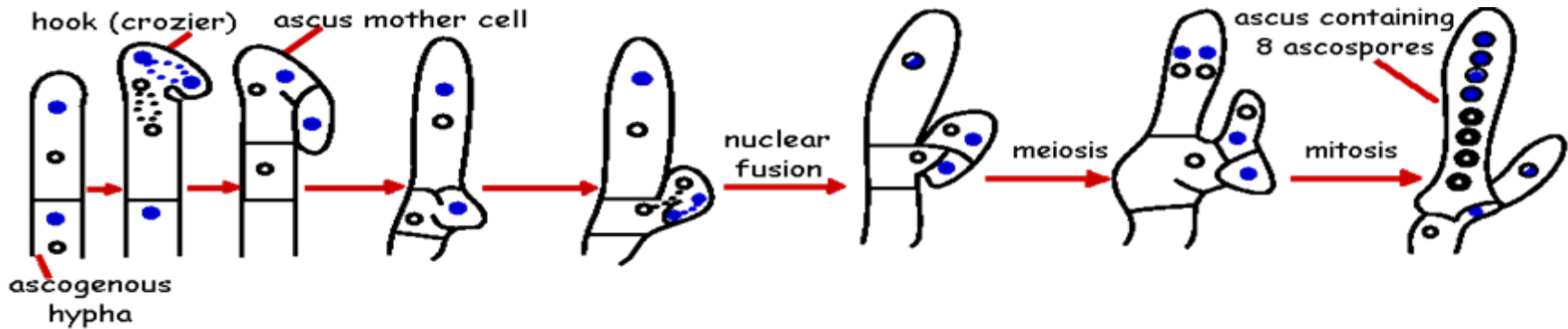


Τρόπος σχηματισμού ζυγώτη ασκομύκητες (2)

- Ακολουθεί μειωτική πυρηνοτομία αμέσως και συνήθως μίτωση
- Τελικά το κύτταρο αυτό περιέχει 8 απλοειδείς πυρήνες
- Γύρω από τον καθένα από τους πυρήνες αυτούς συγκεντρώνεται πρωτόπλασμα και με εναπόθεση κυτταρικού τοιχώματος, λαμβάνει χώρα ο σχηματισμός του ασκοσπορίου



Πορεία σχηματισμού ΑΣΚΟΥ





Τρόπος σχηματισμού ζυγώτη βασιδιομύκητες (1)

- Ξεκινά με την αναστόμωση δύο μη διαφοροποιημένων απλοειδών υφών
- Παρασιτικό απλοειδές μυκήλιο παράγει τριχόγυνα, τα οποία εξέχουν από την επιφάνεια του ξενιστή και γονιμοποιούνται από σπερμάτια του αντίθετου συζευκτικού τύπου (μόνο στους ετερόθαλλους Uredinales)
- Μετά το σχηματισμό του πρώτου δικαρυωτικού κυττάρου ακολουθεί η μετανάστευση πυρήνων, ακόμα και σε σημαντικές αποστάσεις μέσα στο μυκήλιο

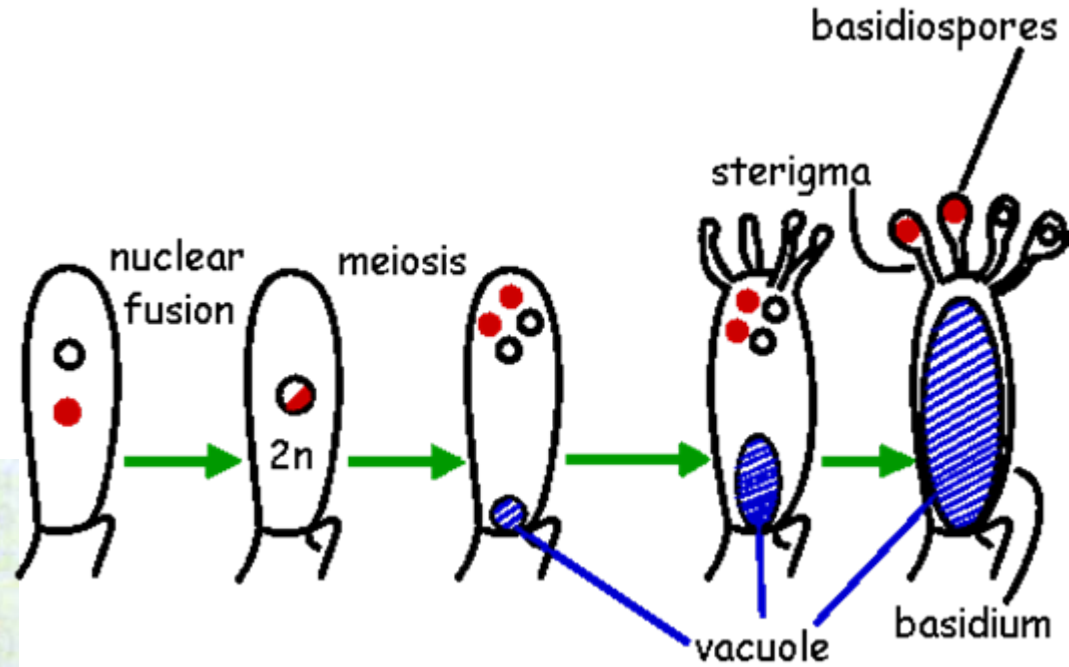
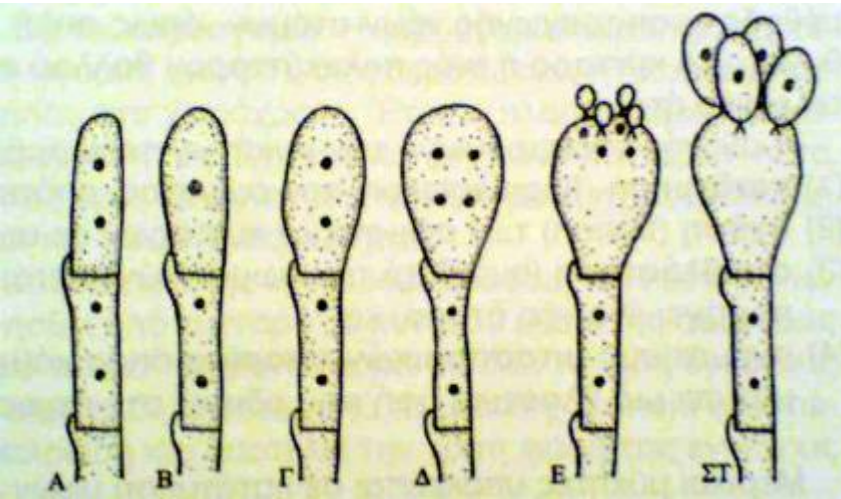


Τρόπος σχηματισμού ζυγώτη βασιδιομύκητες (2)

- Η δικαρυόφαση καταλαμβάνει χρονικά το μεγαλύτερο μέρος του κύκλου ζωής των βασιδιομυκήτων
- Ένωση των δύο ανόμοιων πυρήνων γίνεται μόνο μέσα στα κύτταρα, τα οποία δίνουν βασίδια, ενώ το υπόλοιπο μυκήλιο παραμένει δικαρυωτικό
- Μετά τη μειωτική πυρηνοτομία, οι πυρήνες μεταναστεύουν σε ειδικές προεκβολές του βασιδίου, που δίνουν τα (συνήθως 4 ανά βασίδιο) βασιδιοσπόρια



Πορεία σχηματισμού ΒΑΣΙΔΙΟΥ





Παραφυλετικός κύκλος

- Δυνατότητα ύπαρξης νέων συνδυασμών γόνων σε ορισμένους μύκητες, που δεν έχουν ικανότητα εγγενούς αναπαραγωγής



Βιολογικός κύκλος-Παθογένεση των μυκήτων



Βιολογικός κύκλος (1)

- Στους νηματοειδείς μύκητες (θαλλός) αρχίζει με τη βλάστηση σπορίου χημειοτακτικά ή ηλεκτροστατικά, όταν αυτό βρεθεί σε κατάλληλες συνθήκες
- Από τη βλάστηση του σπορίου σχηματίζεται μυκηλιακή υφή ή βλαστικός σωλήνας, στην άκρη της οποίας και επί της φυτικής επιφάνειας σχηματίζεται η πλάκα προσκόλλησης ή συγκράτησης (appressorium)
- Το καλά προσκολλημένο στην φυτική επιφάνεια appressorium σχηματίζει λεπτή υφή (υφή διάτρησης ή ράμφος μόλυνσης) με την οποία διατρύπá μηχανικά (κυρίως) ή ενζυματικά (π.χ. κουτινάση) την εφυμενίδα ή/και το κυτταρικό τοίχωμα



Βιολογικός κύκλος (2)

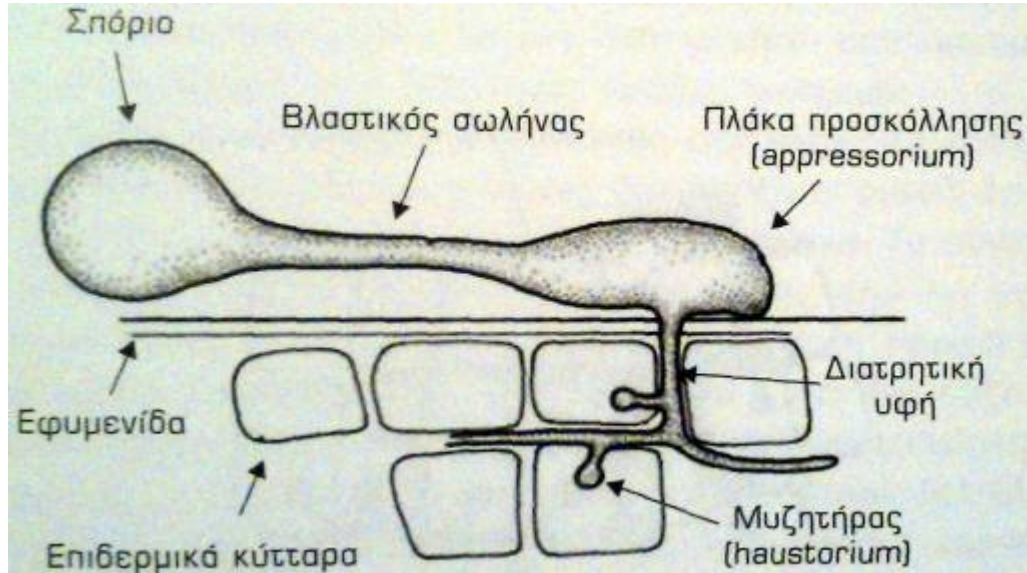
- Ορισμένοι μύκητες που δεν δύνανται να διατρυπούν απευθείας εισέρχονται από φυσικά ανοίγματα του φυτού (στομάτια, φακίδια, στίγμα άνθους) ή από πληγές
- Στη συνέχεια η υφή διάτρησης/ράμφος μόλυνσης αποκτά το κανονικό της πάχος και αναπτύσσεται το μυκήλιο
- Το μυκήλιο εισέρχεται εντός των φυτικών ιστών (**ενδοφυτικό**, π.χ. περονόσποροι, σκωριάσεις, αλτερνάρια κ.λπ.) ή αναπτύσσεται στην επιφάνεια του ξενιστή (**εκτοφυτικό**, π.χ. ωίδια), ενώ σε άλλες περιπτώσεις αναπτύσσεται μεταξύ εφυμενίδας και επιδερμίδας (**εφυμενίδωση**, π.χ. φουζικλάδιο, κυκλοκόνιο)



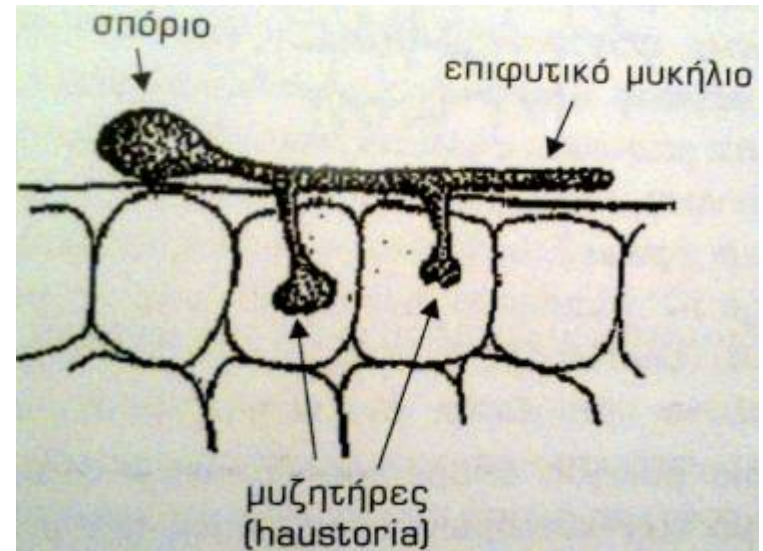
Βιολογικός κύκλος (3)

- Ενδοφυτικό μυκήλιο αναπτύσσεται διακλαδιζόμενο είτε ανάμεσα στα κύτταρα του φυτού (**μεσοκυττάριο**), είτε διαπερνώντας τα (**ενδοκυττάριο**)
- Ενδοκυττάριο μυκήλιο απορροφά θρεπτικά στοιχεία απευθείας από το κυττόπλασμα των κυττάρων ου ξενιστή μέσω του κυτταρικού τοιχώματος των υφών του
- Επιφανειακό & μεσοκυττάριο μυκήλιο τα θρεπτικά στοιχεία από το κυττόπλασμα μέσω των **μυζητήρων** τους, οι οποίοι εντοπίζονται εντός των κυττάρων του ξενιστή

Βιολογικός κύκλος (4)



Βλάστηση σπορίου και είσοδος μυκηλίου στο φυτό

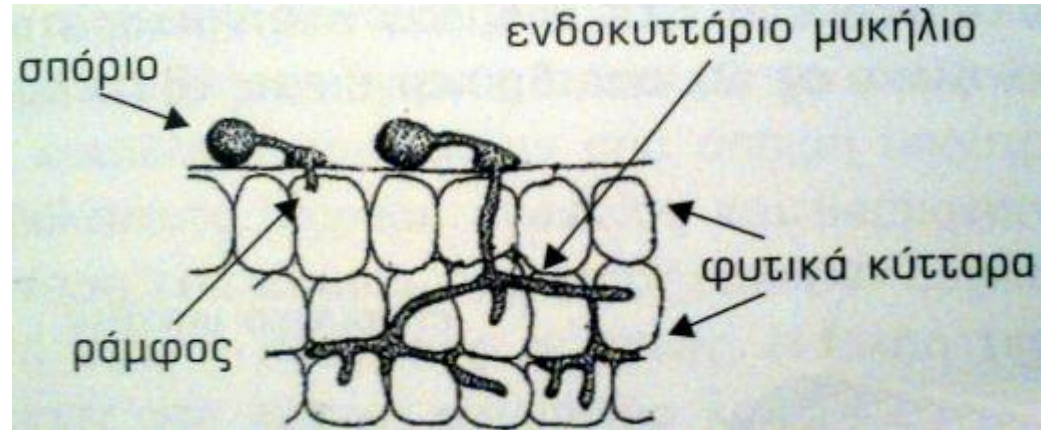


Ανάπτυξη επιφυτικού μυκηλίου επί της επιφάνειας των φυτικών ιστών

Βιολογικός κύκλος (5)



Ανάπτυξη μεσοκυττάριου μυκηλίου εντός των φυτικών ιστών



Ανάπτυξη ενδοκυττάριου μυκηλίου εντός των φυτικών ιστών



Βιολογικός κύκλος (6)

- Όταν το μυκήλιο αποικίσει σημαντικό μέρος του υποστρώματος σχηματίζει τα αναπαραγωγικά όργανα του μύκητα
- Όλοι οι μύκητες σχηματίζουν αγενή & εγγενή σπόρια, εκτός των αδηλομυκήτων που σχηματίζουν μόνο αγενή
- Αγενή σπόρια (ζωοσπόρια, κονίδια) σχηματίζονται απευθείας από τις μυκηλιακές υφές σε απλές ή σύνθετες καρποφορίες
- Εγγενή σπόρια (ωοσπόρια, ασκοσπόρια, βασιδιοσπόρια) σχηματίζονται μετά από σύζευξη 2 πυρήνων διαφορετικού γονότυπου, προκύπτει ο ζυγώτης (διπλοειδής πυρήνας) από τον οποίο προκύπτουν τελικά τα εγγενή σπόρια, που σχηματίζονται επί απλών ή σύνθετων καρποφοριών



Βιολογικός κύκλος (7)

- Ωοσπόρια ελεύθερα, βασιδιοσπόρια σε βασίδια, ασκοσπόρια σε ασκούς ελεύθερους ή εντός ασκοκαρπίων
- Εγγενή σπόρια (όπως και αγενή) είναι απλοειδή, επειδή κατά τη διαδικασία σχηματισμού τους από το ζυγώτη μεσολαβεί μείωση
- Στους περισσότερους μύκητες κατά την παρασιτική τους φάση, τα σπόρια και οι καρποφορίες σπορίων σχηματίζονται στην εξωτερική επιφάνεια του φυτού ή κάτω από την εφυμενίδα του, ώστε να είναι εύκολη η απελευθέρωση και διασπορά τους
- Σε μερικούς που προσβάλλουν τα αγγεία του ξύλου (π.χ. *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum*), τα σπόρια σχηματίζονται στα αγγεία και διασπείρονται εντός του φυτού με τον ανιόντα χυμό



Βιολογικός κύκλος (8)

- Στη σαπροφυτική φάση των μυκήτων, τα σπόρια τους σχηματίζονται στα νεκρά φυτικά υπολείμματα ή στο έδαφος
- Η εγγενής φάση των μυκήτων εμφανίζεται μία φορά κατά τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου, ενώ η αγενής περισσότερες
- Συνήθως, με την εγγενή φάση (ή τέλεια μορφή) τους οι μύκητες επιβιώνουν (π.χ. στο έδαφος), λόγω έλλειψης κατάλληλου ξενιστή ή δυσμενών συνθηκών και σε αυτή την περίπτωση οι πρώτες μολύνσεις γίνονται από τη βλάστηση των εγγενών σπορίων
- Κατά την αγενή φάση (ή τέλεια μορφή), που ακολουθεί, παράγουν επί του ξενιστή συνεχείς γενεές αγενών σπορίων με τα οποία και διασπείρονται σε άλλα φυτά και περιοχές



Βιολογικός κύκλος (9)

- Δικάρυο μυκήλιο ορισμένων μυκήτων έχει ειδικά επιδημιολογικά χαρακτηριστικά, π.χ. Ustilaginales (άνθρακες & δαυλίτες σιτηρών) κατά τη δικάρυα περίοδο ζουν παρασιτικά, ενώ κατά την μονοκάρυα (απλοειδή) ζουν σαπροφυτικά
- Βιολογικός κύκλος ολοκληρώνεται σε ένα είδος φυτού-ξενιστή, ενώ ορισμένοι Uredinales των Βασιδιομυκήτων χρειάζονται, εκτός από τον κύριο, και έναν ενδιάμεσο ξενιστή (**ετεροοικία**)
- Εκτός από τα σπόρια, στο βιολογικό κύκλο σημαντικό ρόλο κατέχουν και τα σκληρώτια ή ριζόμορφα; Τα πρώτα εξασφαλίζουν επιβίωση και τα δεύτερα συμβάλλουν στην επέκτασή του εντός του εδάφους



Βιολογικός κύκλος (10)

- Για τη βλάστηση του σπορίου και τα υπόλοιπα στάδια, ώσπου να ολοκληρωθεί η είσοδος, απαιτείται ύπαρξη σταγόνα ύδατος ή πολύ υψηλή σχετική υγρασία αέρος (εξαίρεση: ωίδια)
- Είσοδος μέσω πληγών ο μύκητας συνήθως αναπτύσσεται πρώτα σε αποδιοργανωμένα νεκρά κύτταρα και κατόπιν προχωρά σκοτώνοντας γειτονικά ζωντανά κύτταρα με τοξίνες ή ένζυμα
- Την είσοδο ακολουθεί η μόλυνση, κατά τη διάρκεια της οποίας μερικοί μύκητες αποκτούν θρεπτικά συστατικά από τα ζωντανά κύτταρα χωρίς να τα νεκρώνουν (υποχρεωτικά παράσιτα), άλλοι τα στατικά θανατώνουν χρησιμοποιώντας τα συστατικά τους καθώς προχωρούν και άλλοι σκοτώνουν και αποδιοργανώνουν (με τοξίνες & ένζυμα) τους ιστούς πολύ πριν το μυκήλιο φθάσει σε αυτούς (νεκροτροφικοί)



Διάρκεια βιολογικού κύκλου

- Ποικίλλει και εξαρτάται από το είδος του μύκητα, το είδος του ξενιστή, τις περιβαλλοντολογικές συνθήκες
- Αερομεταδιδόμενοι μύκητες έχουν συνήθως πολλές και μικρής διάρκειας γενεές, ενώ οι εδαφομεταδιδόμενοι εμφανίζουν λίγες και μακράς διάρκειας γενεές
- Σε ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας, ο βιολογικός κύκλος συντομεύει χρονικά αρκετά, ιδιαίτερα όταν ο μύκητας εντοπίζεται σε ευαίσθητο ξενιστή



Συστηματική ταξινόμηση των μυκήτων



Ταξινόμηση των μυκήτων

- Φυτοπαθογόνοι μύκητες κατατάσσονται σε διάφορα Φύλα και Τάξεις ανάλογα με τα μορφολογικά στοιχεία, τις καρποφορίες, τις ιδιομορφίες στην αναπαραγωγή και τη φυλογενετική τους προέλευση
- Φυτοπαθογόνοι μύκητες ταξινομούνται σε 3 Βασίλεια: Protozoa, Chromista & Fungi (πραγματικοί μύκητες)
- **Ψευδομύκητες:** Protozoa & Chromista



Ταξινόμηση: 3 Βασίλεια «μυκήτων»

- «Κατώτεροι μύκητες» (*παλαιά κατάταξη*)
 - **PROTOZOA** (Κλάσεις Myxomycetes, Plasmodiophoromycetes)
 - **CHROMISTA** (Κλάση Oomycetes)
- **Πραγματικοί (true) μύκητες**
 - **FUNGI** (Κλάσεις Chytridiomycetes, Zygomycetes, Ascomycetes, Basidiomycetes, Deuteromycetes)



Βασίλειο Protozoa

- Μονοκύτταροι μ/ο, που σχηματίζουν πλασμώδια
- Πολυκύτταροι, που εμφανίζονται ως απλές αποικίες
- Απουσία υφών και κυτταρικού τοιχώματος, ενώ το σώμα αυτών είναι κυρίως μία άμορφη μάζα πρωτοπλάσματος (**πλασμώδιο**) και ζουν μέσα σε κύτταρα ριζών
- Φυτοπαθολογικό ενδιαφέρον εμφανίζουν οι μυκητοειδείς μ/ο, που ανήκουν στα Φύλα Myxomycota & Plasmodiophoromycota
- Ασθένειες που ευνοούνται από υπερβολική υγρασία εδάφους



Βασίλειο Chromista (1)

- Ονομάζονται έτσι, λόγω της παρουσίας χρώματος, επειδή περιέχουν χρωστικές (π.χ. χλωροφύλλη c) μιας και φωτοσυνθέτουν
- Έχουν ιδιομορφίες ως προς το μαστίγιο, πλαστίδια, γενετική τους διάταξη
- Οι **ωομύκητες** αποτελούν την κυριότερη Κλάση φυτοπαθογόνων (πρώην κατώτερων) μυκήτων, οι οποίοι είναι κοινοκύτταροι (φέρουν μυκήλιο), νηματόμορφοι οργανισμοί, που σχηματίζουν αποικίες



Βασίλειο Chromista (2)

- Οι **ωοκύκητες** χαρακτηρίζονται από την παραγωγή ζωοσπορίων σε ζωοσποριάγγεια (αγενής μορφή) και ωοσπόρια (εγγενής μορφή)
- Στα κυτταρικά τοιχώματα φέρουν **κυτταρίνη** και στις μεμβράνες τους **δεν φέρουν εργοστερόλη**
- Ανήκουν οι 3 Τάξεις Monoblepharidales, Saprolegniales (*Aphanomyces*) & Peronosporales (Pythiaceae: σποριάγγεια σε μη διαφοροποιημένες υφές; Peronosporaceae: διαφοροποιημένοι δενδρωειδείς σποριαγγειοφόροι με ένα σποριάγγειο στην κάθε διακλάδωση; Albuginaceae: σποριαγγειοφόροι κοντοί, ροπαλοειδείς με σποριάγγεια σε αλυσίδες)



Βασίλειο Fungi (1)

- **Χυτριομύκητες:** δεν έχουν τυπικό μυκήλιο (υποτυπώδες κοινοκύτταρο), αλλά έχουν κυτταρικό τοίχωμα (οι μυξομύκητες δεν έχουν και τα δύο) από χιτίνη
- Ζουν εντός του ξενιστή τους και κατά την ολοκλήρωση της ανάπτυξής τους όλος ο βλαστικός θαλλός μετατρέπεται στο έδαφος ή στα προσβεβλημένα φυτά σε ένα ή περισσότερα **υπνοσπόρια**
- Βλαστάνοντας τα υπνοσπόρια δίνουν ζωοσπόρια με ένα οπίσθιο απλό μαστίγιο, τα οποία προκαλούν νέες μολύνσεις και σχηματισμό σποριαγγείων, τα οποία παράγουν νέα ζωοσπόρια
- Μόνο η Τάξη Chytridiales έχει φυτοπαθολογικό ενδιαφέρον (είδη υδρόβια, σαπροφυτικά και μερικά προσβάλλουν ρίζες φυτών, π.χ. *Olpidoum brassicae*, *Synchytrium endobioticum*, *Physoderma maydis*, *Uroflyctis alfalfae*)



Βασίλειο Fungi (2)

- **Ζυγομύκητες:** έχουν τυπικό μυκήλιο χωρίς διαφράγματα, αλλά με γρήγορη αύξηση και πλούσια διακλάδωση; Κυτταρικό τοίχωμα με χιτίνη και μεμβράνες με εργοστερόλη
- Εγγενής πολλαπλασιασμός με ζυγοσπόρια (προϊόντα σύζευξης 2 όμοιων γαμεταγγείων) και αγενής με μη κινητά σποριαγγειοσπόρια (απλανοσπόρια) ή σποριάγγεια που βλαστάνουν σαν κονίδια (**όχι ζωοσπόρια**)
- Ζυγοσπόριο βλατάνοντας δίνει σποριαγγειοφόρο με σποριάγγειο ή κονιδιοφόρο με κονίδια
- Φυτοπαθολογικού ενδιαφέροντος είναι οι Τάξεις **Mucorales** (σαπρόφυτα με σποριάγγεια σε σποριαγγειοφόρους; Είδη: *Rhizopus* & *Mucor* Οικ. Mucoraceae), **Glomales** (μυκόρριζες) & **Entomophthorales**



Βασίλειο Fungi (3)

- **Ασκομύκητες:** παρουσία χιτίνης & εργοστερόλης; Κύριος εκπρόσωπος φυτοπαθολογικού ενδιαφέροντος είναι τα **ξηροφυτικής φύσεως ωΐδια** (υποχρεωτικά παράσιτα με άφθονα αγενή σπόρια και επιφυτικό συνήθως μυκήλιο, που προκαλούν την λευκή εξάνθιση στα υπέργεια όργανα των φυτών)
- **Βασιδιομύκητες (1):** μεγάλη χρονικά δικαρυόφαση με την παρουσία κρίκων στο δικαρυωτικό μυκήλιο; Παρουσία χιτίνης και εργοστερόλης; 2 Υποκλάσεις (παλαιά κατάταξη): Ετεροβασιδιομύκητες (πολυκύτταρο ή πολυσχιδές βασίδιο, που προέρχεται από το τελειοσπόριο) και τους Ομοβασιδιομύκητες (βασίδιο τυπικό, μονοκύτταρο και ροπαλόμορφο)



Βασίλειο Fungi (4)

- **Βασιδιομύκητες (2):** Δύο Τάξεις Ετροβασιδιομυκήτων, την Ustilaginales & Uredinales (υποχρεωτικά παράσιτα); Διαφέρουν ότι στους πρώτους το κάθε βασίδιο παράγει απεριόριστο, ενώ στους δεύτερους περιορισμένο αριθμό βασιδιοσπορίων
- **Αδηλομύκητες:** φέρουν εγκάρσια διαφράγματα, αλλά δεν έχουν τέλεια μορφή (ασκοί & βασίδια) και κατατάσσονται τεχνητά οι ατελείς μορφές των μυκήτων; 4 Τάξεις: Sphaeropsidales (κονίδια σε πυκνίδιο), Melanconiales (κονίδια σε ακέρβουλο), Moniliales (κονίδια σε κονιδιοφόρους ή σύννημα ή σποριοδοχείο), Mycelia sterilia (απουσία κονιδίων και παρουσία μόνο μυκηλίου και καμιά φορά και μυκηλιακοί ιστοί από ψευδοϊστό)



Καταλήξεις των ταξινομικών κατηγοριών των μυκήτων

- **Διαίρεση (Φύλο):** ...mycota
- **Υποδιαίρεση:** ...mycotina
- **Κλάση:** ...mycetes
- **Υποκλάση:** ...mycetidae
- **Τάξη:** ...ales
- **Υπόταξη:** ...ineae
- **Οικογένεια:** ...aceae
- **Υποοικογένεια:** ...oideae
- **Γένος & Είδος:** απουσία υποχρεωτικών καταλήξεων
- **Παθότυποι (forma specialis, f. sp.):** ομάδα ατόμων ενός είδους με εξειδικευμένη παθογένεια ως προς ορισμένες ποικιλίες ενός ξενιστή



Παλαιότερη ταξινόμηση φυτοπαθογόνων μυκήτων

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	PLANTAE
Υποβασιλείο	Cryptogamae
Φύλο	Mycota (μύκητες)
Κλάση	Archimycetes (θαλλός αμοιβαδοειδής ή υποτυτώδες μυκήλιο)
Υποκλάσεις	Plasmodiophoromycetidae
	Chytriomycetidae
Κλάση	Phycomycetes (θαλλός τυπικό μυκήλιο χωρίς septa)
Υποκλάσεις	Oomycetes
	Zygomycetidae
Κλάση	Ascomycetes (θαλλός τυπικό μυκήλιο με septa, εγγενή σπόρια σε ασκούς)
Υποκλάσεις	Hemiascomycetidae
	Euriascomycetidae
Σειρές	Plectomycetes
	Pyrenomycetes
	Discomycetes
	Loculoascomycetes
Κλάση	Basidiomycetes (θαλλός τυπικό μυκήλιο με septa, εγγενή σπόρια σε βασίδια)
Υποκλάσεις	Heterobasidiomycetes
	Homobasidiomycetes
Κλάση	Deuteromycetes (θαλλός τυπικό μυκήλιο με septa, μόνο αγενή σπόρια ή καθόλου σπόρια)



Παλαιά ταξινόμηση φυτοπαθογόνων μυκήτων

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	FUNGI (ΜΥΚΗΤΕΣ)
----------	-----------------

Φύλο	Μυχοmycota (θαλλός αμειβαδοειδής)
Κλάσεις	Protosteliomycetes
	Ceratiomycetes
	Dictyosteliomycetes
	Acrasiomycetes
	Μυχοmycetes
	Plasmodiophoromycetes
	Labirynthulomycetes

Φύλο	Eumycota (θαλλός νηματοειδής με ή χωρίς septa)
Υπόφυλο	Mastigomycotina
Κλάσεις	Chytriomycetes
	Hyphochytriomycetes
	Oomycetes

Υπόφυλο	Zygomycotina
Κλάσεις	Zygomycetes
	Trichomycetes

Υπόφυλο	Ascomycotina
Κλάσεις	Hemiascomycetes
	Loculoascomycetes
	Plectomycetes
	Laboulbeniomycetes
	Pyrenomycetes
	Discomycetes

Υπόφυλο	Basidiomycotina
Κλάσεις	Hymenomycetes
	Gasteromycetes
	Urediniomycetes
	Ustilaginomycetes

Υπόφυλο	Deuteromycotina
Κλάσεις	Coelomycetes
	Hyphomycetes



Νέα ταξινόμηση φυτοπαθογόνων μυκήτων

ΨΕΥΔΟΜΥΚΗΤΕΣ	
Βασίλειο	Protozoa
Φύλο	Myxomycota
Κλάση	Myxomycetes

Φύλο	Plasmodiophoromycota
Κλάση	Plasmodiophoromycetes

Βασίλειο	Chromista
Φύλο	Oomycota
Κλάση	Oomycetes

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΙ ΜΥΚΗΤΕΣ	
Βασίλειο	Fungi (μύκητες)

Φύλο	Chytridiomycota
Κλάση	Chytriumycetes

Φύλο	Zygomycota
Κλάση	Zygomycetes

Φύλο	Ascomycota
Κλάσεις	Archiascomycetes
	Saccharomycetes
	Plectomycetes
	Pyrenomycetes
	Loculoascomycetes
	Discomycetes
	Deuteromycetes
	Ατελείς μορφές ασκομυκήτων

Φύλο	Basidiomycota
	υποδιαίρεση σε Τάξεις



Απελευθέρωση & διασπορά των μολυσμάτων των μυκήτων



Μετακίνηση & διασπορά των μολυσμάτων των μυκήτων (1)

- Επιτυγχάνεται με τη λύση και αποδιοργάνωση των υφών ή των καρποφοριών τους (π.χ. ωσπόρια, ζυγοσπόρια)
- Στη συνέχεια απελευθέρωσης των σπορίων τους, η οποία οφείλεται μέσω της ενζυματικής δράσης ή στην αποδιοργάνωση των σημείων επαφής των σπορίων με το σώμα του μύκητα ή στην αύξηση της ωσμωτικής πίεσης
- Μετακίνηση & διασπορά των μυκήτων επιτυγχάνεται κυρίως μέσω διαφόρων ειδών σπορίων και μυκηλιακών κατασκευών



Μετακίνηση & διασπορά των μολυσμάτων των μυκήτων (2)

- Με τα σπόρια καλύπτονται αποστάσεις από μερικά cm μέχρι χιλιάδες km
- Διασπορά, επίσης, με τις μυκηλιακές υφές, (μικρο)σκληρώτια πάνω ή μέσα σε παρασιτούμενους ή αποσυντιθέμενους φυτικούς ιστούς σε σημαντικές αποστάσεις αναλόγως του μέσου μετακίνησής τους
- Διασπορά και με τα ριζοειδή & ριζόμορφα, σε μικρές όμως αποστάσεις
- Παθητική μεταφορά των ασκοσπορίων & βασιδιοσπορίων, παρόλο που απελευθερώνονται αυτόνομα



Παθητική απελευθέρωση μυξοσπορίων

- Μυξοσπόρια περιβάλλονται από κολλώδεις υδατοδιαλυτές ουσίες και απομακρύνονται από τους καρποφορίες τους με το νερό
- Σχηματίζεται επάκρια σταγόνα εμπεριέχοντας φιαλοκονίδια, για να απελευθερωθούν τα προσκολλημένα στους κονιδιοφόρους μυξοσπόρια
- Σταγονίδια επικάθονται σε διάφορα ζωικά παράσιτα (π.χ. έντομα) ή παρασύρονται από τα σταγονίδια της βροχής και μεταφέρονται σε μικρές ή μεγάλες αποστάσεις; Απουσία εντόμων ή βροχής οδηγεί τις σταγόνες σε αποξήρανση, οπότε τα μυξοσπόρια αποσπώνται και παρασύρονται με τους πνέοντες ανέμους ή από μηχανικά αίτια
- Τέλος, η διαβροχή των φυτικών οργάνων και η δημιουργία υγρής επιφάνειας διαλυτοποιεί τις κολλώδεις ουσίες και τα κονίδια αιωρηματοποιούνται



Παθητική απελευθέρωση ξηροσπορίων

- Ξηροσπόρια έχουν υδρόφοβη επιφάνεια και μηχανικά αίτια (μικρά ζώα, παραγωγοί, μηχανήματα προκαλούν ρεύματα αέρα) ή ηλεκτροστατικά φορτία συμβάλλουν στην απελευθέρωση και διασπορά τους
- Σταγόνες βροχής που προσκρούουν σε μολυσμένα φυτικά όργανα διαταράσσουν τη νηνεμία των σπορίων στις φυτικές επιφάνειες και τα ξηροσπόρια έτσι ανυψώνονται και παρασύρονται από τις μικροδίνες ή πνέοντες ανέμους και μετακινούνται αναλόγως σε διάφορες αποστάσεις
- Ηλεκτροστατική απώθηση τα απομακρύνει από τους κονιδιοφόρους τους μιας και τα ξηροσπόρια & καρποφορίες τους φέρουν ίδια ηλεκτρικά φορτία



Ενεργητική απελευθέρωση σπορίων

- Ζωοσπόρια πρωτοζώων, χρωμίστων, χυτριομυκήτων είναι τα μοναδικά όργανα αναπαραγωγής μυκήτων, που κινούνται αυτόνομα σε αποστάσεις μικρών χιλιοστών
- Σχηματισμός & ωρίμανση ζωοσποριαγγείων χρωμίστων λαμβάνει χώρα σε περιβάλλον υγρό (βροχή, πότισμα) με υψηλή ωσμωτική πίεση, συνθήκες που ευνοούν και την απελευθέρωση ζωοσπορίων
- Απελευθέρωση (εκσφενδόνιση) ασκοσπορίων στον αέρα υπό μορφή νέφους και μεταφορά τους με τα ρεύματα αέρα



Ενεργητική απελευθέρωση σπορίων

- Απελευθέρωση βασιδιοσπορίων των Hymenomycetes με τη δημιουργία σταγόνας πιθανώς λόγω συμπύκνωσης υδρατμών στο σημείο συνένωσης του στηρίγματος με το βασιδιοσπόριο, το οποίο και ανατρέπεται; Βασιδιοσπόρια καθώς κινούνται καθοδικά προς το έδαφος, ρεύματα αέρα τα μεταφέρουν σε μεγαλύτερες αποστάσεις
- Σπόρια αδηλομυκήτων απελευθερώνονται με τον αέρα για μικρή συνήθως πεδίοδο και η αλλαγή των φορτίων, που είναι αναγκαία για την απομάκρυνση των σπορίων, επιτυγχάνεται με την υπέρυθρη ακτινοβολία



Διασπορά των μολυσμάτων

- Παθητική διασπορά σπορίων πραγματοποιείται με τα ξηροσπόρια και μυξοσπόρια
- Παθητική μετακίνηση μολυσμάτων (σπόρια, μυκηλιακές κατασκευές) στηρίζεται στον άνεμο, νερό ποτίσματος & βροχής, ζωικά παράσιτα (έντομα, ακάρεα, νηματώδεις), ζώα, αγενές & εγγενές πολλαπλασιαστικό υλικό, γεωργικά εργαλεία, καλλιεργητικές επεμβάσεις



Οικολογία, γεωγραφική εξάπλωση & επιβίωση των μυκήτων



Οικολογία μυκήτων

- **Εδαφογενείς μύκητες:** το μεγαλύτερο διάστημα της σαπροφυτικής φάσης του βιολογικού τους κύκλου διατηρούνται και επιβιώνουν ελεύθερα ή σε φυτικά υπολείμματα ή στο έδαφος
- **Παθογόνους μύκητες εναέριων φυτικών οργάνων,** παρόλο που πολλοί εξ αυτών επιβιώνουν σε φυτικά υπολείμματα ή στο έδαφος
- Μακροχρόνια εδαφική φάση σε πολλούς φυτοπαθογόνους μύκητες είναι συνάρτηση της ανθεκτικότητας των κατασκευών τους



Μορφές & όργανα ξενιστή & θέσεις διατήρησης των μυκήτων (1)

- Πρωτόζωα επιβιώνουν με τα σποριάγγεια (*Physarum*) ή κυστοσωρούς (*Plasmodiophora*) ή σπογγώδη συσσωματώματα (*Spongospora*)
- Χρώμιστα επιβιώνουν με τα εγγενή ωοσπόρια (διαθέτουν παχύ τοίχωμα) και λειτουργούν ως υπνοσπόρια (*Pythium* & *Phytophthora*); *Plasmopara viticola*: με ωοσπόρια με 2 περιβλήματα, εσωτερικώς το ενδοσπόριο και εξωτερικώς το επισπόριο



Μορφές & όργανα ξενιστή & θέσεις διατήρησης των μυκήτων (2)

- Ασκομύκητες επιβιώνουν με βλαστοσπόρια (*Taphrina*) ή με μυκήλιο & κλειστοθήκια (*Erysiphaceae*) ή με μυκηλιακές πλάκες & λεπτά ριζόμορφα (*Rosellinia*) ή με περιθήκια βυθισμένα στο ξύλο (*Eutypa*) ή με ψευδοθήκια (*Venturia*) ή με αποθήκια σε μουμιοποιημένους καρπούς & έλκη (*Monilinia*) ή με μαύρα σκληρώτια (*Sclerotinia*)
- Βασιδιομύκητες επιβιώνουν πυκνές λευκές μυκηλιακές πλάκες και μαύρα ριζόμορφα (*Armillaria*) ή με σκληρούς φελλώδεις ή ξυλώδεις καρποφόρους (*Phellinus*) ή με ώριμα τελειοσπόρια σε σωρούς επί του ξενιστή (*Tilletia* & *Ustilago*)



Βιβλιογραφία

Γεωργόπουλος Σ.Γ., 1984. Βασικές γνώσεις φυτοπαθολογίας. ΑΘΗΝΑ, 260 σελ.

Ζωάκη-Μαλισιόβα Δ., 1995. Μαθήματα Φυτοπροστασίας Ι. Διδακτικές σημειώσεις, Εκδόσεις ΤΕΙ Ηπείρου, 121 σελ.

Ηλιόπουλος Α.Γ., 2004. Γενική Φυτοπαθολογία. Εκδόσεις Έμβρυο, 296 σελ.

Τζάμος Ε.Κ., 2007. Φυτοπαθολογία. Εκδόσεις Σταμούλης, 557 σελ.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου. Δρ Δήμητρα Ζωάκη
Μαλισιόβα.

Γενική Φυτοπαθολογία Θεωρία. Φυτοπαθολογική μυκητολογία.

Έκδοση: 1.0. Άρτα, 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<<http://eclass.teiep.gr/courses/TEXG101/>>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λπ., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Δρ Αντωνόπουλος Δημήτριος

Γεωπόνος-Φυτικής Παραγωγής ΓΠΑ

Γεωπόνος-Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας ΓΠΑ

ΕΠΠΑΙΚ ΑΣΠΑΙΤΕ

ΜΔΕ (MPhil) Φυτοπροστασίας ΓΠΑ

ΜΔΕ (MSc) Ασφάλειας Τροφίμων WUR

ΔΔ (PhD) Φυτοπαθολογίας ΓΠΑ

Μετα-ΔΔ (Post-Doc) Φυτοπαθολογίας NCSU USA

Μετα-ΔΔ (Post-Doc) Φυτοπαθολογίας ΓΠΑ-ΙΚΥ

Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





Σημειώματα



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη Δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει) μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

