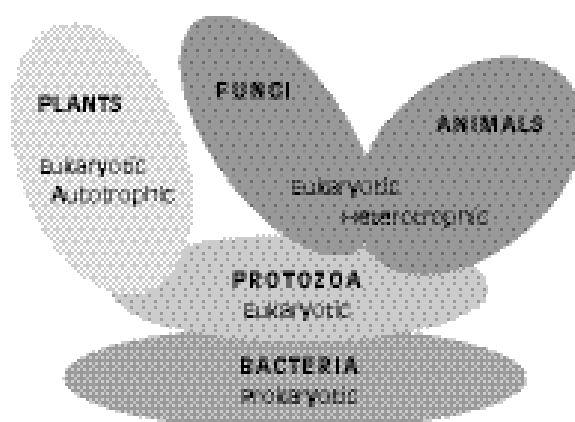


1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ

Οι μύκητες είναι ευκαρυωτικά θαλλόφυτα, φυτά χωρίς χλωροφύλλη, που στερούνται ρίζας, κορμού και φύλλων. Αποτελούν μία βαθμίδα ανώτερη των σχιζομυκήτων, δηλ. των βακτηρίων, και ανήκουν στα ανώτερα πρώτιστα.

Οι μύκητες εξετάζονται ως ξεχωριστό βασίλειο των ζώντων οργανισμών, το βασίλειο των μυκήτων (Εικ. 1). Είναι ετερότροφοι, δεν έχουν την ικανότητα φωτοσύνθεσης και εξαρτώνται από οργανικές ενώσεις άνθρακα για τη διατροφή τους. Τρέφονται με έκκριση ενζύμων μέσα στο υπόστρωμα και εν συνεχεία παίρνουν τα πεφθέντα συστατικά μέσω του κυτταρικού τοιχώματος. Το κυτταρικό τους τοίχωμα αποτελείται κυρίως από γλυκάνη και χιτίνη και μερικά άλλα μακρομόρια όπως μανάνη και χιτοσίνη.



Εικόνα 1. Βασίλειο ζώντων οργανισμών (ευγενική προσφορά Dr. D. Ellis από τη συλλογή Kaminski).

Το γενετικό υλικό των μυκήτων είναι οργανωμένο σε πυρήνα που περιβάλλεται από μεμβράνη. Αυτή η μεμβράνη είναι συνέχεια του ενδοπλασματικού δικτύου. Η κυτταρική διαίρεση γίνεται με μείωση ή μίτωση. Κυτταρικά οργανίλια όπως μιτοχόνδρια, ριβοσωμάτια, κενοτόπια, λιποσώματα και άλλα έγκλειστα είναι παρόντα.

Πάνω από 100.000 είδη μυκήτων έχουν περιγραφεί, αλλά 100 είδη έχουν ενοχοποιηθεί ως παθογόνα για τον άνθρωπο και τα ζώα. Μερικές ακόμη εκατοντάδες είδη προκαλούν ευκαιριακές λοιμώξεις. Οι μύκητες δεν έχουν ανάγκη από παράγοντες ανάπτυξης, γιατί είναι σε θέση να συνθέτουν όλες τις απαραίτητες βιταμίνες μόνοι τους.

Διακρίνονται τρία βασικά είδη μυκήτων με βάση τις διατροφικές τους ανάγκες:

- 1) **Ζωότροφοι**, χρειάζονται ζώντες ιστούς για ανάπτυξη τουλάχιστον ενός τμήματος του κύκλου της ζωής τους και πεθαίνουν ή μπαίνουν σε ένα νέο τμήμα κύκλου ζωής, όταν πεθαίνει ο ξενιστής.
- 2) **Νεκρότροφοι**, χρησιμοποιούν νεκρά οργανικά υλικά που παράγονται από σπονδυλωτά ζώα.
- 3) **Σαπρόφυτοι**, χρησιμοποιούν νεκρά οργανικά υλικά από μη σπονδυλωτά.

Οι παθογόνοι μύκητες είναι ζωότροφοι και έχουν μια οικολογική στρατηγική που τους καθιστά ικανούς να ελαττώνουν την αποτελεσματικότητα του αμυντικού μηχανισμού του ξενιστή. Οι ευκαιριακά παθογόνοι μύκητες είναι νεκρότροφοι ή σαπρόφυτοι και έχουν τη φυσική τους θέση εκτός του ξενιστή, αλλά μπορούν να ενοφθαλμισθούν στο ζωϊκό ιστό και στη συνέχεια να επιζήσουν¹.

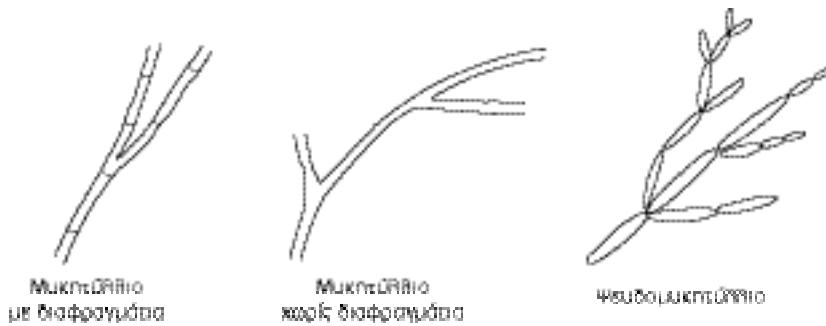
Η ιατρική μυκητολογία είναι ένας συναρπαστικός κλάδος των βιολογικών επιστημών για όσους την έχουν μελετήσει. Μολονότι η γνώση του ρόλου των μυκήτων στην παθογένεια λοιμωδών νόσων βρίσκεται βαθιά στο παρελθόν, και μάλιστα προηγείται κατά πολύ της μελέτης των άλλων μικροοργανισμών, άλλα λοιμογόνα αίτια τράβηξαν την προσοχή των ερευνητών, και κυρίως τα βακτήρια και οι ιοί. Σταθμό στη μυκητολογία αποτελεί το 1839 που γίνεται η απομόνωση του αιτίου του άχωρα (*Schoenleini*) από τον Gruby και, την ίδια χρονιά, η περιγραφή του βλαστομύκητα που προκαλεί στοματίτιδα, δηλ. της *Candida albicans* από τον Lagenbeck. Παρά το τόσο παλιό της ξεκίνημα, η μυ-

κητολογία μένει στο σκοτάδι μέχρι το 1910, οπότε ο Sabouraud, που θεωρείται το μεγαλύτερο όνομα στην ιατρική μυκητολογία, δημοσιεύει το μνημειώδες βιβλίο του που ακόμη και σήμερα θεωρείται ως πρότυπο επιστημονικής παρατήρησης. Πολλοί από τους μελετητές των μυκήτων, που ακολούθησαν, δεν υπήρξαν τόσο λεπτολόγοι και προσεκτικοί όσο ο Sabouraud, με αποτέλεσμα να γεμίσει η βιβλιογραφία με πολυάριθμα συνώνυμα για τον ίδιο μύκητα. Έτσι στην *C. albicans* δόθηκαν περίπου 100 διαφορετικά ονόματα.

Στις αρχές του 1960 η παθολογία η σχετική με τους μύκητες παρουσιάζει μια καινούργια μορφή. Άρχισαν να εμφανίζονται με μεγαλύτερη συχνότητα σπυραιμίες ή γενικευμένες σπλαχνικές μυκητιάσεις, οφειλόμενες σε σαπροφυτικούς, μη παθογόνους, κοσμοπολίτικους μύκητες. Οι μύκητες αυτοί, ενώ είναι αβλαβείς, μετατρέπονται σε παθογόνους, όταν βρεθούν σε ξενιστή που παρουσιάζει τις κατάλληλες ευνοϊκές γι' αυτούς συνθήκες.

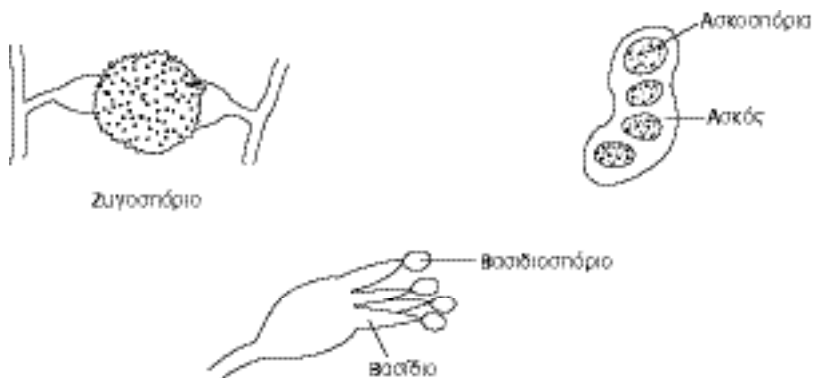
Στους μύκητες ανήκουν παράσιτα φυτών, ζώων και ανθρώπου, καθώς και είδη που με τη διάσπαση μεγαλομοριακών ουσιών του εδάφους το καθιστούν ευφορότερο. Στους μύκητες ανήκουν επίσης είδη που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία για την παρασκευή διαφόρων τροφίμων και βιομηχανικών προϊόντων και είδη που παράγουν αντιβιοτικές ουσίες πολύτιμες για την καταπολέμηση των νόσων από βακτηρίδια, παράσιτα ή παθογόνους μύκητες. Για παράδειγμα ο *Saccharomyces cerevisiae* χρησιμοποιείται για να κάνει την αλκοόλη στην μπύρα. Ο ίδιος μύκητας χρησιμοποιείται για να φουσκώσει το ψωμί, αλλιώς θα ήταν πλάκα. Χωρίς τους μύκητες θα είχαμε σωρούς σκουπιδιών παντού, επειδή οι μύκητες παίρνουν την τροφή τους από τα σκουπίδια και τα μετατρέπουν σε χώμα. Εξαιτίας αυτού είναι που δεν κατοικούμε σε ένα σκουπιδότοπο. Υπάρχουν επίσης μύκητες εδωδιμοί, τα κοινά μανιτάρια, και τέλος μύκητες τοξινογόνοι των οποίων οι τοξίνες προκαλούν μεγάλες ζημιές στα ζώα και στον άνθρωπο. Αυτή η τελευταία ομάδα αποτελεί σήμερα θέμα εκτεταμένων μελετών². Οι μύκητες είναι επίσης αυτοί που εξαιτίας τους συμβαίνουν μεγάλες τροποποιήσεις στα τρόφιμα.

Το αδιαφοροποίητο φυτικό σώμα των μυκήτων λέγεται υφή. Η υφή μεγάλωνοντας σχηματίζει το μυκητόλλιο. Τα μυκητόλλια μπορεί να έχουν εγκάρσια διαφραγμάτια (π.χ. Ασπέργιλλος) ή όχι (π.χ. *Mucor*) (Σχ. 1). Τα σπόρια είναι τα πρωταρχικά κύτταρα από τα οποία βλαστάνει κάθε μύκητας. Με αυτά γίνεται ο πολλαπλασιασμός των μυκήτων, και διακρίνονται σε:



Σχήμα 1. Μορφές Μυκητυλλίων.

- 1) **Τέλεια** (αμφιγονικά σπόρια) προκύπτουν κατόπιν μείωσης (σύμμιξης του πυρήνα δύο κυτάρων) και τα οποία διακρίνονται σε ασκοσπόρια (εντός σάκου, του ασκού-ασκομύκητες), ζυγοσπόρια (φυκομύκητες), ωοσπόρια (φυκομύκητες), βασιδιοσπόρια (πάνω σε ροπαλοειδή σωμάτια, τα βασίδια), που ανευρίσκονται στους βασιδιομύκητες. Εδώ υπάγονται οι εδώδιμοι μύκητες (Σχ. 2).



Σχήμα 2. Αμφιγονικά σπόρια – Τέλεια σπόρια (sexual spores).

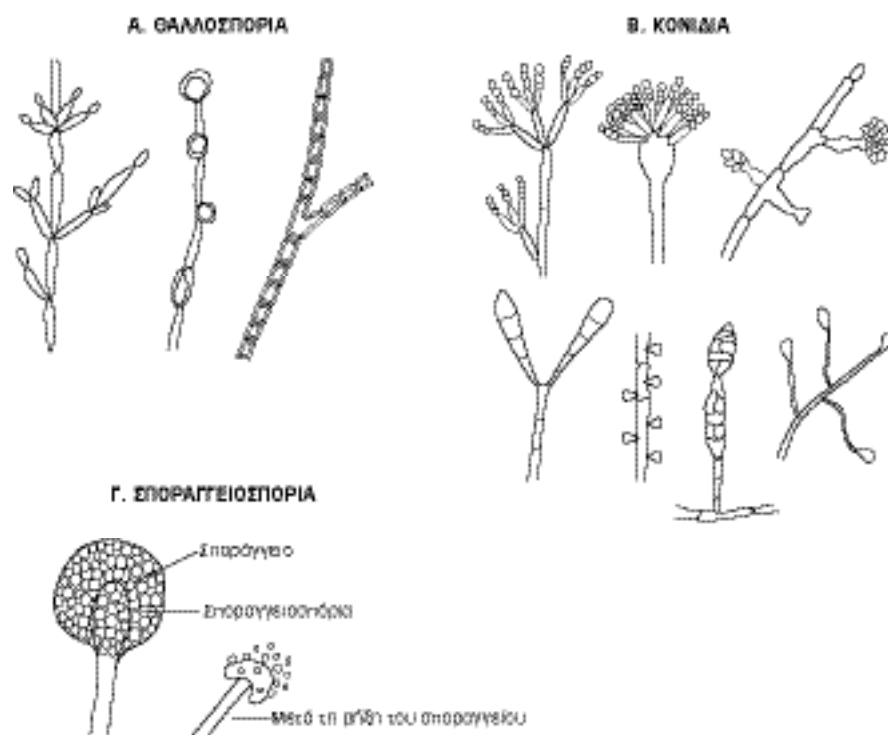
- 2) **Ατελή** (μονογονικά σπόρια), τα οποία προέρχονται χωρίς σύμμιξη των κυττάρων και διακρίνονται σε:
- α) **Θαλλοσπόρια:** παράγονται μετά από μεταβολές μέσα στο μυκητόυλλιο και διακρίνονται σε βλαστοσπόρια (δι' εκβλαστήσεων των μητρικών κυτ-

τάρων- σακχαρομύκτας, κρυπτοκοκκιακά), χλαμυδοσπόρια (είναι σπόροι με σκληρά τοιχώματα) και αρθροσπόρια (παράγονται κατόπιν κατατμήσεως του μυκητηλίου – όπως στο γεώτρικο κ.α) (Σχ. 3, Σχ. 4).

β) **Κονίδια** (μάκρο-, μικρο-). Τα κονίδια παράγονται από ειδικό μόρφωμα, τον κονιδιοφόρο, και βρίσκονται στους ατελείς μύκητες και διακρίνονται σε μικροκονίδια και μακροκονίδια.

γ) **Σποραγγειοσπόρια**. Παράγονται εντός ειδικού μορφώματος, του σποραγγείου, στο οποίο καταλήγει η υφή. Βρίσκονται στους φυκομύκητες (Σχ. 3).

Ψευδοϋφές ή ψευδομυκητύλλια είναι οι σχηματισμοί που δημιουργούνται από βλαστοσπόρια που μετά τη γένεσή τους παραμένουν το ένα πλησίον του άλλου και επιμηκύνονται δίνοντας την εντύπωση υφής (Σχ. 1, Σχ. 4). Ψευδοϋφές σχηματίζουν οι βλαστομύκητες.



Σχήμα 3. Μονογονικά σπόρια – Ατελή σπόρια (Asexual spores).



Σχήμα 4. *C. albicans*.

Η ταξινόμηση των μυκήτων καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τη μορφολογία. Η σημαντικότερη διαίρεση βασίζεται σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά της τελειόμορφης ή σεξουαλικής φάσης του κύκλου ζωής, ώστε οι ομοταξίες **Βασιδιομύκητες**, **Ασκομύκητες** και **Ζυγομύκητες** χαρακτηρίζονται από την παραγωγή **βασιδιοσπορίων**, **ασκοσπορίων** και **ζυγοσπορίων** αντιστοίχως. Οι μύκητες εκείνοι δίχως τελειόμορφη φάση τοποθετούνται στους *Μιτωσπορικούς μύκητες*, γνωστούς άλλοτε ως *Δευτερομύκητες* ή *Ατελείς Μύκητες*.

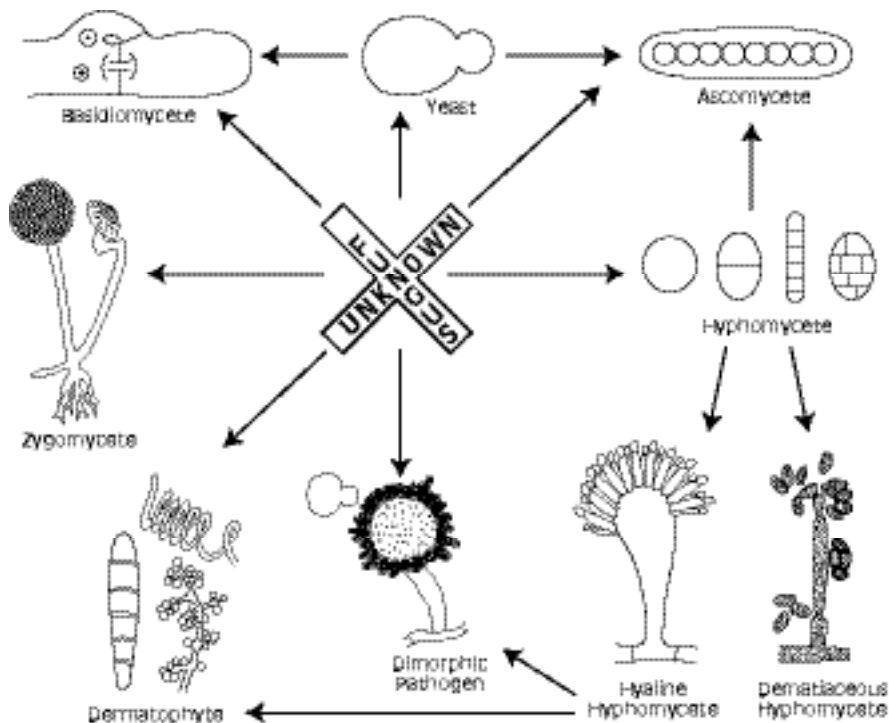
Οι μύκητες, με κριτήριο τη μακροσκοπική μορφολογία των αποικιών τους, μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις κατηγορίες:

1. **Βλαστομύκητες** ή **Ζυγομύκητες (Yeasts)** των οποίων οι αποικίες είναι κρεμοειδείς και μοιάζουν με αυτές των σχιζομυκήτων π.χ. *Candida*, *Cryptococcus*.
2. **Υφομύκητες** ή **νηματοειδείς μύκητες (Moulds)** των οποίων οι αποικίες είναι μεμβρανώδεις, κοκκιώδεις ή χνουδωτές π.χ. *Aspergillus*, *Penicillium*. Οι μύκητες αυτοί ανάλογα με το χρώμα που έχουν οι υφές τους διακρίνονται σε δύο υποκατηγορίες:
 - α) **τους υαλοειδείς υφομύκητες (Hyaline Hyphomycetes)** των οποίων οι υφές είναι άχρωμες και παράγουν κονιδία που μπορεί να είναι άχρωα ή να έχουν χρώμα. Η επιφάνεια των αποικιών τους είναι λευκή, γκρι, σοκολατόχρους, ροδόχρους ή πρασινωπή, η κάτω επιφάνεια είναι λευκή ή ελαφρά χρωματισμένη. Μερικοί από αυτούς είναι παθογόνοι (π.χ. ο *Coccidioides immitis*), αλλά οι περισσότεροι είναι ευκαιρια-

κά παθογόνα και προκαλούν νόσο σε ανοσοκατασταλμένους. Μερικά γένη που ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία είναι: *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Paecilomyces* spp., *Sporulariopsis* spp., *Chryso-sporium* spp., *Trichoderma* spp., *Acremonium* spp., *Fusarium* spp.³

β) **τους μελανομύκητες ή δεματιακούς (Dematiaceous Hyphomycetes)** των οποίων οι υφές είναι μελανές λόγω της παρουσίας μελανίνης στο κυτταρικό τους τοίχωμα. Οι αποικίες που παράγουν είναι σκούρου χρώματος (πράσινο ελαιώδες, καφέ, γκρι ή μαύρο). Μερικοί μύκητες που ανήκουν στην κατηγορία αυτή είναι: *Scedosporium apio-spermtum*, *Scedosporium prolificans*, *Pseudallescheria boydii*, *Altenaria* spp., *Bipolaris* spp., *Curvularia* spp., *Phoma* spp., *Exserohilum* spp., κ.α.³

3. **Δίμορφοι μύκητες (Thermally Dimorphic Fungi)**, των οποίων οι αποικίες έχουν τη μορφή βλαστομύκητα στους 37° C και τη μορφή υφομύκητα στους



Εικόνα 2. Ταυτοποίηση μυκήτων με ιατρικό ενδιαφέρον (ευγενική προσφορά Dr. D. Ellis από τη συλλογή Kaminski).

25°-30° C. Μύκητες που ανήκουν στην κατηγορία αυτή είναι: *Sporothrix schenckii*, *Histoplasma capsulatum*, *Blastomyces dermatitidis*, *Penicillium marneffe*³.

Στην Εικ. 2 φαίνεται σχηματικά η ταυτοποίηση των μυκήτων με ιατρική σημασία και στον πίνακα 1 οι κυριότεροι μύκητες με κλινική σημασία.

Πίνακας 1. Οι κυριότεροι μύκητες με κλινική σημασία⁴

| ΒΛΑΣΤΟΜΥΚΗΤΕΣ | ΥΦΟΜΥΚΗΤΕΣ |
|----------------------------|--------------------------------|
| Είδη <i>Candida</i> | Είδη <i>Aspergillus</i> |
| <i>C. albicans</i> | <i>Asp. fumigatus</i> |
| <i>C. tropicalis</i> | <i>Asp. flavus</i> |
| <i>C. parapsilosis</i> | <i>Asp. niger</i> |
| <i>C. glabrata</i> | Ζυγομύκητες |
| <i>C. krusei</i> | <i>Mucor</i> |
| Τριχόσπορο | <i>Rhizopus</i> |
| Κρυπτόκοκκος | <i>Cunninghamella</i> |
| Σακχαρομύκητας | <i>Fusarium</i> |
| <i>Malassezia furfur</i> | <i>Penicillium</i> |
| <i>Rhodotorula</i> | <i>Acremonium</i> |
| | <i>Scedosporium</i> |
| | Μελανινομύκητες |
| | <i>Bipolaris</i> |
| | <i>Altenaria</i> |
| | <i>Curvularia</i> |
| | <i>Exserohilum</i> spp. |
| | Δερματόφυτα |