

ΣΥΝΟΠΤΙΚΕΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

ΓΕΝΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΥΚΗΤΕΣ

- ❖ Υπό τον όρο «μύκητας» καλύπτεται μια πολύ μεγάλη ποικιλία, ευκαρυωτικών κυτταρικών δομών, σφαιρικών ή διακλαδισμένων, απλών ή σύνθετων, κινητών ή ακίνητων, παρασιτικών, σαπροφυτικών, ή συμβιωτικών, μικροσκοπικών ή μακροσκοπικών. Διακρίνονται σε τρεις ομάδες:
 - **Μούχλες** (*molds*)
 - **Ζυμομύκητες ή Ζύμες** (*yeasts*)
 - **Μανιτάρια** (*mushrooms*)
- ❖ Τα κύτταρα των μυκήτων απαντώνται σε δύο βασικούς μορφολογικούς τύπους ως:
 - **Κοινοκυτταρικές διακλαδιζόμενες δομές** που καλούνται **υφές** (*hyphae*) και είναι οι «κλασσικοί μύκητες» που είναι ορατοί δια «γυμνού οφθαλμού». Στην ομάδα αυτή ανήκουν οι **μυκηλιακοί μύκητες** (μούχλες) καθώς και οι **μακροσκοπικοί μύκητες** που είναι τα γνωστά μας μανιτάρια
 - **Μονοκύτταρες δομές** που καλούνται **ζύμες** και οι οποίες είναι ορατές μόνο μέσω μικροσκοπίου.
- ❖ Οι μύκητες, ως ευκαρυωτικοί μικροοργανισμοί, φέρουν στο κυτταρόπλασμά τους διακριτό πυρήνα και κυτταρικά οργανίδια (μιτοχόνδρια, ενδοπλασματικό δίκτυο, κ.α.). Οι μύκητες δημιουργούνται μέσω αλληπάλληλων κυτταρικών διαιρέσεων, αυξάνουν σε μέγεθος και σταδιακά εμφανίζονται ως μια πολυπύρηνη κυτταροπλασματική μάζα. Η μορφή αυτή οργάνωσης χαρακτηρίζεται ως «**κοινοκυτταρική**» («*coenocytic*»). Καθώς το μυκηλιακό κύτταρο αναπτύσσεται σχηματίζονται, σταδιακά και κατά περίπτωση, οι ακόλουθες, δομές:
 - **Υφές:** Οι υφές (*hyphae*) είναι σωληνοειδείς – νηματοειδείς προεκβολές που προέρχονται από την ανάπτυξη του αρχικού κυττάρου ενός μύκητα. Οι υφές εξαπλώνονται διακλαδιζόμενες προς όλες τις κατευθύνσεις.
 - **Μυκήλιο:** Πολλές υφές μαζί σχηματίζουν ένα μυκήλιο (*mycelium*). Το μυκήλιο είναι δομή που βλέπουμε όταν εντοπίζουμε μια μούχλα.
 - **Θαλλός:** Πολλά μυκήλια μαζί σχηματίζουν ένα θαλλό (*thallus*). Ο θαλλός παρουσιάζει δυο μέρη, το βλαστικό (*vegetative*) και το αναπαραγωγικό (*reproductive*). Το πρώτο συλλέγει και αξιοποιεί τις θρεπτικές ουσίες του περιβάλλοντος και το δεύτερο εξυπηρετεί τις ανάγκες πολλαπλασιασμού. Θαλλός είναι το σαρκώδες τμήμα των μανιταριών.
- ❖ Το κυτταρικό τοίχωμα των μυκήτων μοιάζει με αυτό των φυτών αλλά από χημικής απόψεως δομείται από **χιτίνη** (*chitin*) από την οποία αποτελείται ο εξωσκελετός των εντόμων. Επίσης δεν έχουν χλωροφύλλη, όπως τα φυτά. Ακόμη, διαφοροποιούνται εντελώς από τα ζώα διότι, οι μύκητες έχουν κυτταρικό τοίχωμα, το οποίο στερούνται τα ζώα.
- ❖ Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των μυκήτων είναι:
 - **Θρεπτικά συστατικά:** Οι μύκητες αναπτύσσονται στη φύση παρασιτικά σε βάρος ενός ζωντανού οργανισμού ή συμβιωτικά με έναν άλλο ζωντανό οργανισμό ή σαπροφυτεί σε νεκρή οργανική ύλη.
 - **Θερμοκρασία:** Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης των περισσότερων μυκήτων είναι μεταξύ 20-25°C. Υπάρχουν όμως και θερμοφιλά είδη που μπορούν να αναπτυχθούν σε θερμοκρασίες μέχρι 65°C καθώς και ψυχρόφιλα είδη μυκήτων.

- **pH:** Οι μύκητες αναπτύσσονται σε τιμές pH μεταξύ 3.0-8.0. Τα περισσότερα είδη όμως αναπτύσσονται καλύτερα σε τιμές μεταξύ 4.5-6.5.
 - **Οξυγόνο:** Η ανάπτυξη των μυκήτων απαιτεί οξυγόνο, αντίθετα το διοξείδιο του άνθρακα αναστέλλει την ανάπτυξη των μυκήτων.
 - **Φωτισμός:** Έχει παρατηρηθεί ότι ο φωτισμός ευνοεί την παραγωγή σπορίων από τους μύκητες. Η άμεση ηλιακή ακτινοβολία επιδρά αρνητικά στην ανάπτυξη των μυκήτων ενώ η υπερώδη είναι καταστρεπτική.
 - **Ενεργότητα του νερού:** Τα περισσότερα είδη μυκήτων για την ανάπτυξή τους απαιτούν λιγότερη υγρασία απ' ό,τι τα βακτήρια και οι ζύμες. Υπάρχουν και οσμώφιλα είδη μυκήτων που έχουν την ικανότητα να αναπτύσσονται σε υποστρώματα με πολύ χαμηλή ενεργότητα νερού (a_w 0.6). Οι μύκητες αυτοί καλούνται και «ξηρόφιλοι» (*xerophiles*).
- ❖ Αρκετοί μύκητες – οι μυκηλιακές υφές τους στην πραγματικότητα - είναι ευαίσθητοι στη θέρμανση και εύκολα καταστρέφονται στις θερμοκρασίες που εφαρμόζονται κατά το μαγείρεμα των τροφίμων. Τα σπόρια των μυκήτων, αν και είναι ανθεκτικότερα στη θέρμανση από τις υφές, αδρανοποιούνται κατά την παστερίωση αλλά όχι σε όλες τις περιπτώσεις ! Υπάρχουν σπόρια μυκήτων που απαιτούν θερμοκρασίες υψηλότερες του βρασμού για να καταστραφούν.
- ❖ Οι μύκητες έχουν εξαιρετικά πλούσιο ενζυμικό σύστημα ικανό να παράγει ένζυμα που διασπούν όχι μόνο πρωτεΐνες, και λίπη αλλά και την δύσκολα διασπώμενη δομική ύλη των φυτών και των δέντρων, την κυτταρίνη.
- ❖ Οι μύκητες διαιωνίζονται με έναν ή και με τους δύο ακόλουθους τρόπους:
- με **αγενή** (μη-φυλετική) αναπαραγωγή
 - με **εγγενή** (φυλετική) αναπαραγωγή
- ❖ **Αγενής αναπαραγωγή (asexual reproduction)** – αγενή σπόρια: Στην αγενή αναπαραγωγή η παραγωγή του πυρήνα του νέου κυττάρου προέρχεται από μιτωτική πυρηνοτομία του αρχικού κυττάρου. Τα νέα κύτταρα είναι γενετικές «φωτοτυπίες» του αρχικού κυττάρου. Η αγενής αναπαραγωγή των μυκήτων μοιάζει πάρα πολύ με τον πολλαπλασιασμό των ανώτερων φυτών.
- ❖ Οι τρόποι αγενούς αναπαραγωγής των μυκήτων είναι:
- **Αναπαραγωγή με τμήμα μυκηλιακής υφής:** Η αναπαραγωγή του μύκητα γίνεται αποκλειστικά από ένα ή περισσότερα κύτταρα της υφής του.
 - **Αναπαραγωγή με αγενή σπόρια:** Τα αγενή σπόρια σχηματίζονται με τους ακόλουθους τρόπους: μέσω εξάρθρωσης των υφών ή μέσω εκβλάστησης από κύτταρα και κυρίως από εξειδικευμένα τμήματα του μυκηλίου που ονομάζονται *κονιδιοφόροι*.
- Τα αγενή (**μη-φυλετικά**) σπόρια προκύπτουν από έναν πυρήνα και διακρίνονται σε:
- **θαλλοσπόρια.** Προέρχονται από κύτταρα του θαλλού και μετασχηματίζονται λειτουργώντας ως πολλαπλασιαστικά όργανα. Ανάλογα με τον τρόπο που σχηματίζονται διακρίνονται σε βλαστοσπόρια, χλαμυδοσπόρια και αρθροσπόρια.
 - **κονίδια ή σποραγγειοσπόρια.** Τα σπόρια σχηματίζονται πάνω στους κονιδοφόρους ή σποριαγγειοφόρους και ονομάζονται κονίδια και σποριαγγειοσπόρια, αντίστοιχα.

- ❖ **Εγγενής αναπαραγωγή (sexual reproduction)** – εγγενή σπόρια: Με τη εγγενή αναπαραγωγή συγχωνεύονται δύο πυρήνες προσφέροντας το ήμισυ του γενετικού υλικού τους. Τα κύτταρα που προφέρουν τους πυρήνες καλούνται γαμέτες και η διαδικασία γονιμοποίηση. Το κύτταρο που προκύπτει από την σύζευξη των δύο γαμετών ονομάζεται ζυγώτης, φέρει διπλοειδή πυρήνα και δίνει εγγενή (φυλετικά) σπόρια που διακρίνονται σε: *ασκοσπόρια, βασιδιοσπόρια, ζυγοσπόρια, ωσπόρια* και σποροφόρα όργανα.
- ❖ **Βιολογικός κύκλος των μυκήτων:** Πολλά είδη μυκήτων – όχι όμως όλα – κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου τους αναπαράγονται και εγγενώς και αγενώς – ασφαλώς όχι ταυτόχρονα. Το τμήμα του βιολογικού κύκλου κατά το οποίο ο μύκητας πολλαπλασιάζεται αγενώς καλείται ατελές στάδιο και η μορφή του **ατελής (imperfect ή anamorph)**. Όταν ο μύκητας αναπαράγεται εγγενώς το στάδιο του βιολογικού κύκλου του καλείται εγγενές ή **τέλειο στάδιο**. Η μορφή του μύκητα είναι διαφοροποιείται στο στάδιο αυτό και καλείται **τέλεια (perfect ή teleomorph)**. Γι' αυτό το λόγο πολύ συχνά στη βιβλιογραφία οι μύκητες έχουν διπλή ονομασία όπως:
 - *Geotrichum* (ατελής μορφή - *anamorph*) και *Galactomyces* (τέλεια μορφή - *perfect*).
 - *Candida* (ατελής μορφή - *anamorph*) και *Debaryomyces* (τέλεια μορφή - *perfect*).
- ❖ Σε γενικές γραμμές η ανάπτυξη του μύκητα εξελίσσεται στις ακόλουθες φάσεις:
 - **μη-φανερής ανάπτυξης:** η ανάπτυξη του μύκητα είναι πολύ αργή και δεν είναι ορατή με τα συνήθη διαγνωστικά μέσα.
 - **ταχείας ανάπτυξης:** ο μύκητας αναπτύσσεται ταχύτατα μέχρι να εξαντληθούν οι θρεπτικές ουσίες του υποστρώματος
 - **διακοπής ή αυτόλυσης του μύκητα:** το βάρος του μύκητα αρχίζει να ελαττώνεται και στο υπόστρωμα ανάπτυξης αρχίζουν να εμφανίζονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις N_2 , φωσφορικά άλατα και τοξικοί μεταβολίτες.
- ❖ **Μύκητες και τρόφιμα:** Οι μύκητες, κατά περίπτωση, μπορεί να είναι επιθυμητοί στα τρόφιμα λόγω της ποικιλίας των ενζύμων που παράγουν και επηρεάζουν θετικά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά ενώ στις περισσότερες των περιπτώσεων είναι επιβλαβείς.
 - **Μύκητες και Τυριά:** Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα εφαρμογής μυκήτων είναι το Γαλλικό τυρί *Roquefort* το οποίο είναι επίσης γνωστό – εκτός Γαλλίας – ως *Blue cheese*. Στην ωρίμανση του τυριού αυτού συμμετέχει ο μύκητας *Penicillium roqueforti* ο οποίος αναπτύσσεται στη μάζα του τυριού και με την πάροδο του χρόνου και μέσω των ενζύμων τα οποία παράγει (λιπολυτικά και πρωτεολυτικά) δίνει την ιδιαίτερη και πικάντικη γεύση που έχουν.
 - **Μύκητες και Αλλαντικά:** Επίσης μύκητες χρησιμοποιούνται και για την ανάπτυξη της ιδιαίτερης γεύσης ωρισμένων αλλαντικών ωρίμανσης και συγκεκριμένα σαλάμι αέρος – τα οποία αναγνωρίζονται διότι το μη-βρώσιμο περίβλημά τους έχει λευκό χρώμα (μοιάζει να έχει λευκή σκόνη). Στην πραγματικότητα τα σαλάμια αυτά λίγο μετά την ενθήκευσή τους εμβολιάζονται εξωτερικά με κατάλληλα σπόρια μυκήτων και κατόπιν ωριμάζουν σε θαλάμους ελεγχόμενης θερμοκρασίας/ υγρασίας. Οι μύκητες αναπτύσσονται επιφανειακά και σταδικά τα παραγόμενα ένζυμα εμπλουτίζουν την μάζα του αλλαντικού που ωριμάζει και τελικά του δίνουν την ιδιαίτερη γεύση του. Μετά το πέρας της ωρίμανσης με ειδικές βούρτσες απομακρύνεται το μυκήλιο του μύκητα από την επιφάνεια του αλλαντικού.
- ❖ **Αλλοιώσεις από μύκητες:** Είναι εμφανείς από την ανάπτυξη μυκηλίου στην επιφάνεια των τροφίμων. Είναι σε όλους μας γνωστή ως «*μούχλα*». Συνήθως εμφανίζεται σε τρόφιμα χαμηλής ενεργότητας (a_w) νερού (π.χ. ψωμί) ή χαμηλής τιμής pH (π.χ. τοματοχυμοί) ή και τα δύο. Σε αρκετές περιπτώσεις, ασφαλώς όμως όχι σε

όλες, η ανάπτυξη του μυκηλίου προέρχεται από προϋπάρχοντα σπόρια τα οποία εκβλαστάνουν όταν βρεθούν υπό τις κατάλληλες προϋποθέσεις.

- **Μύκητες και αρτοσκευάσματα:** Δεν είναι σπάνιες οι περιπτώσεις όπου εμφανίζεται μύκητας (μούχλα) σε αρτοσκευάσματα – τα σπόρια προέρχονται από το αλεύρι. Ασφαλώς έχει προηγηθεί η έψησή τους η οποία δεν έχει αδρανοποιήσει το σύνολο των σπορίων των μυκήτων, διότι υπάρχουν και θερμοάντοχα είδη μυκήτων με τα αντίστοιχα σπόρια. Η χαμηλή ενεργότητα νερού (a_w) σε ορισμένα από αυτά ή/και η χρήση κατάλληλων συντηρητικών (σορβικά ή/και βενζοϊκά άλατα) αποτρέπουν την ανάπτυξή τους. Ωστόσο εάν τοπικά στην επιφάνεια του τροφίμου αυξηθεί η υγρασία, π.χ. από σταγονίδια συμπύκνωσης, τότε τα σπόρια των μυκήτων μπορούν να εκβλαστήσουν διότι δυνατότητα των συντηρητικών να αναχαιτίζουν την εκβλάστηση των σπορίων δεν είναι απεριόριστη. Αυτή είναι και η αιτία που ποτέ δεν συσκευάζονται άρτοι και αρτοσκευάσματα ενώ ακόμη είναι ζεστά, διαφορετικά καθώς ψύχονται συσκευασμένα, η υγρασία εντός της ατμόσφαιρας της συσκευασίας υγροποιείται, καταλήγει στην επιφάνεια του τροφίμου, αυξάνει τοπικά η υγρασία και ενεργοποιούνται οι σπόροι που είναι ήδη εκεί.
 - **Μύκητες και τρόφιμα φυτικής προέλευσης:** Συχνά αναπτύσσονται μύκητες σε προϊόντα φυτικής προέλευσης, με πολύ χαρακτηριστική περίπτωση τα προϊόντα τομάτας (π.χ. πελτές). Και σε αυτές τις περιπτώσεις, τα σπόρια αλλά και οι μυκηλιακές υφές υπάρχουν ήδη στη σάρκα της τομάτας. Άλλωστε η τομάτα, είναι σε επαφή με το έδαφος και είναι έχει χαμηλό pH (όξινη). Η θερμική επεξεργασία δεν είναι ικανή να αδρανοποιήσει τα σπόρια ούτε το σύνολο των μυκηλιακών υφών αλλά μόνο η συσκευασία στην οποία δεν υπάρχει οξυγόνο. Θα πρέπει να έχουμε πάντοτε υπόψη ότι για την ανάπτυξη των μυκήτων απαιτείται οξυγόνο – ενώ δεν ισχύει το ίδιο για τις ζύμες! Είναι πολύ χαρακτηριστικό το ακόλουθο παράδειγμα: Όταν ανοίγουμε ένα προϊόν τομάτας σε αρκετές περιπτώσεις υπάρχει πιθανότητα με την πάροδο του χρόνου να αναπτυχθούν μυκηλιακές υφές (μούχλα) αρχικά στην επιφάνεια και αργότερα και στην μάζα του. Ένα πολύ παραδοσιακός τρόπος αποφυγής της ανάπτυξης «μούχλας» στην επιφάνεια των προϊόντων αυτών είναι η προσθήκη λαδιού το οποίο δεν επιτρέπει την εισαγωγή του οξυγόνου στην μάζα του τροφίμου.
- ❖ Οι Ζύμες είναι **μονοκυτταρικοί μύκητες** ή μύκητες με μικροσκοπικό θαλλό. Από ταξινομικής απόψεως ο όρος ζύμη (*yeast*) δεν υπάρχει. Είναι πρακτική ονομασία μιας ειδικής ομάδας μυκήτων των οποίων κοινό χαρακτηριστικό είναι είτε η απουσία μυκηλίου είτε ο σχηματισμός ψευδομυκηλίου ή μικροσκοπικού θαλλού. Είναι μονοκυτταρικοί μύκητες και συχνά χαρακτηρίζονται ως «μικρομύκητες» ή «ζυμο-μύκητες».
 - ❖ Οι ζύμες έχουν δύσκαμπτο κυτταρικό τοίχωμα, στην εσωτερική πλευρά του οποίου υπάρχει μεμβράνη, η κυτταροπλάσματική μεμβράνη. Στο κυτταρόπλασμα των ζυμών υπάρχει ο πυρήνας που είναι ευδιάκριτος και φέρει πυρηνική μεμβράνη. Δεν έχουν χλωροφύλλη και δεν κινούνται. Στο μικροσκόπιο εμφανίζονται έχοντας σχήμα «οβάλ» και το μέγεθός τους είναι σημαντικά μεγαλύτερο (περίπου 10 φορές) από το αντίστοιχο των βακτηρίων.
 - ❖ Ορισμένα είδη ζυμών έχουν χαρακτηριστικό κόκκινο, πορτοκαλί ή κίτρινο χρώμα – ως αποικίες – το οποίο οφείλεται στην παρουσία των χρωστικών της ομάδας των καροτενοειδών. Συνεπώς εάν π.χ. στην επιφάνεια κίτρινων τυριών εμφανιστούν κίτρινες ή πορτοκαλί χρώματος αποικίες, συνήθως πρόκειται για ζύμες.
 - ❖ Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των ζυμών είναι:
 - **Θρεπτικά συστατικά:** Οι ζύμες αναπτύσσονται στη φύση κυρίως στην επιφάνεια υποστρωμάτων που είναι πλούσια σε σάκχαρα, π.χ. φρούτα, ζαχαρώδη προϊόντα, κ.α. Οι ζύμες μεταβολίζουν με άνεση σάκχαρα ακόμα και όταν αυτά είναι σε υψηλές συγκεντρώσεις.

- **Θερμοκρασία:** Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης των περισσότερων μυκήτων είναι μεταξύ 25-28°C. Δεν είναι πολλά τα είδη που μπορούν να αναπτυχθούν σε θερμοκρασίες ανώτερες των 30°C ενώ αρκετά παραμένουν μεταβολικά δραστικά ακόμα και σε θερμοκρασίες ψύξης (4°C).
- **pH:** Οι ζύμες αναπτύσσονται καλύτερα/ ταχύτερα σε όξινα υποστρώματα. Αναπτύσσονται σε όρια τιμών pH μεταξύ 3.0-8.0 με την άριστη να βρίσκεται μεταξύ 4.5-6.5.
- **Οξυγόνο:** Οι ζύμες, γενικά, αναπτύσσονται παρουσία αέρα έστω και σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις. Δεν υπάρχουν αυστηρά αναερόβιες ζύμες. Ο μεταβολισμός τους και συνεπώς και τα προϊόντα του είναι άμεσα συνδεδεμένα με το δυναμικό οξειδοαναγωγής του περιβάλλοντος που αναπτύσσονται.
 - Παρουσία έντονου αερισμού (υψηλό δυναμικό οξειδοαναγωγής) ο μεταβολισμός είναι «οξειδωτικός» (*oxidative*) και τα σάκχαρα του υποστρώματος μετατρέπονται προς νερό και διοξείδιο του άνθρακα. Η αντίδραση συνοδεύεται από έντονη ανάπτυξη του πληθυσμού των βακτηρίων (βιομάζας - κυτταροπλασσία).
 - Παρουσία πολύ χαμηλών συγκεντρώσεων αέρα ο μεταβολισμός τους χαρακτηρίζεται ως «ζυμωτικός» (*fermentative*) διότι τα σάκχαρα (ζυμώνονται) προς αλκοόλη και διοξείδιο του άνθρακα (ζύμωση γλεύκους προς παραγωγή κρασιού). Η μετατροπή αυτή συνοδεύεται από την έκλυση θερμότητας (εξώθερμη αντίδραση).
- **Ενεργότητα του νερού:** Συνήθως αναπτύσσονται σε εύρος ενεργότητας νερού μεταξύ 0.85 και 0.95. Εξαιρέση αποτελούν οι οσμώφιλες ζύμες που αναπτύσσονται σε εξαιρετικά «ξηρό» περιβάλλον με a_w μόλις 0.62.

Γενικά θα μπορούσε να σημειωθεί το εξής: Οι ζύμες αναπτύσσονται σε συνθήκες που αναπτύσσονται και τα βακτήρια ωστόσο αρκετά είδη ζυμών αναπτύσσονται σε περιβάλλον όπου δεν μπορούν να αναπτυχθούν τα βακτήρια, ειδικά χαμηλό pH και ενεργότητα νερού (a_w).

❖ Οι ζύμες πολλαπλασιάζονται είτε *αγενώς* είτε *εγγενώς*.

Αγενώς πολλαπλασιάζονται με τους ακόλουθους τρόπους:

- με **εκβλάστηση** (*budding*)
- με **κυτταρική διαίρεση** (*fission*)
- με συνδυασμό των δύο παραπάνω τρόπων

Ο συνηθέστερος πολλαπλασιασμός είναι μέσω εκβλάστησης.

❖ **Ζύμες και τρόφιμα:** Οι ζύμες έχουν εξαιρετική και πολυποίκλη παρουσία στα τρόφιμα. Δεν είναι υπερβολή να αναφερθεί ότι η απουσία των ζυμών από τα τρόφιμα θα μας στερούσε ορισμένα πολύ διαδεδομένα και αγαπητά από αυτά όπως μπύρα, κρασί, ψωμί, κ.α. Άλλωστε μια από τις πιο βασικές διαφορές ζυμών και μυκήτων είναι ότι οι ζύμες έχουν την δυνατότητα της αλκοολικής ζύμωσης, δηλαδή τον ζυμωτικό μεταβολισμό των σακχάρων – μόνο και δισακχαριτών – προς διοξείδιο του άνθρακα και αιθυλική αλκοόλη με παράλληλη παραγωγή θερμότητας (εξώθερμη αντίδραση).

❖ **Ζύμες, αλκοολική ζύμωση και άρτος:** Στην περίπτωση αυτή η ζύμη *Saccharomyces cerevisiae* – με διαφορά ο πιο σημαντικός ζυμομύκητας – συμμετέχει στην παραγωγή του ψωμιού. Συγκεκριμένα, ο ζυμομύκητας μεταβολίζει του μόνο- και δισακχαρίτες του αλεύρου – μαλτόζη – καθώς και την μικρή ποσότητα ζάχαρης

που προστίθεται στο μίγμα και αρχίζει να πολλαπλασιάζεται. Καθώς αναπτύσσεται παράγει CO₂ και προκαλεί την σταδιακή διόγκωση του ζυμαριού (φουσκώνει). Η αντίδραση είναι εξώθερμη, δηλαδή αυξάνεται ελαφρά η θερμοκρασία του ζυμαριού αλλά αυτό είναι θετικό διότι διευκολύνεται ο πολλαπλασιασμός των κυττάρων. Ασφαλώς παράγεται και αλκοόλη αλλά το ψήσιμο εξατμίζεται. Στην περίπτωση αυτή η τεχνολογία παραγωγής του συγκεκριμένου τροφίμου βασίζεται στο CO₂ (διόγκωση).

- ❖ **Ζύμες, αλκοολική ζύμωση και αλκοολούχα ποτά ενδογενούς παραγωγής αλκοόλης:** Δύο ποτά που καταναλώνει ο άνθρωπος εδώ και χιλιάδες χρόνια είναι η μπύρα και το κρασί. Πολύ περιληπτικά και στις δύο περιπτώσεις ο ζυμομύκητας *Saccharomyces cerevisiae* καταναλώνει τα σάκχαρα του «γλεύκους» – ζυθογλεύκος στην μπύρα και οινογλεύκος («μούστος») στο κρασί – πολλαπλασιάζεται και παράγει και πάλι CO₂ (διοξείδιο του άνθρακα), CH₃CH₂OH (αιθανόλη) με παράλληλη παραγωγή θερμότητας. Στα πρώτα στάδια της ζύμωσης γίνεται διοχέτευση οξυγόνου ώστε να πολλαπλασιαστεί η βιομάζα της ζύμης, δηλαδή ο πληθυσμός του *Saccharomyces cerevisiae*. Κατόπιν σταματά η παροχή οξυγόνου και πλέον ο αυξημένος πληθυσμός της ζύμης μεταπίπτει σε ζυμωτικό μεταβολισμό, δηλαδή δεν πολλαπλασιάζεται αλλά καταναλώνει τα σάκχαρα που υπάρχουν και παράγεται αλκοόλη μαζί ασφαλώς με CO₂. Τότε έχουμε το φαινόμενο του «βρασμού», όπου βέβαια δεν υπάρχει κάποια θερμική επεξεργασία αλλά εμφανίζονται έντονες φυσαλίδες στην επιφάνεια που οφείλεται στο CO₂.

Ερωτήσεις

Οι απαντήσεις των ερωτήσεων μπορεί να προέρχονται από τις διαφάνειες του μαθήματος, τις συζητήσεις επί των ερωτήσεων κατά τη διάρκεια του μαθήματος, καθώς και οποιαδήποτε άλλη έγκυρη επιστημονική πηγή

1. Τί είναι οι Μύκητες;
2. Σε πόσες ομάδες διακρίνονται οι μύκητες;
3. Έχετε καταναλώσει Μύκητα;
4. Οι Ζύμες είναι Μύκητες; Εάν ναι γιατί έχουν διαφορετικό όνομα;
5. Οι μύκητες έχουν έναν ή περισσότερους πυρήνες;
6. Περιγράψτε σε γενικές γραμμές την οργάνωση των δομών ενός μύκητα
7. Περιγράψτε τους όρους: (α) υφές, (β) μυκήλιο ή μυκητύλλιο, (γ) θαλλός
8. Υπάρχουν μύκητες του τρώγονται από τον άνθρωπο;
9. Ποιά κοινή ιδιότητα έχουν οι μύκητες και τα έντομα;
10. Ποιά κοινή ιδιότητα έχουν τα φυτά και οι μύκητες;
11. Ποιά βασική διαφορά έχουν οι μύκητες από τα ζώα;
12. Οι μύκητες έχουν χλωροφύλλη;
13. Οι μύκητες καλούνται και «σαπρόφυτα». Γιατί;
14. Συναντάμε συχνά μύκητες σε λεμόνια, πορτοκάλια, και γενικά όξινα φρούτα (χαμηλό pH). Γιατί;
15. Σε κλειστές «κονσέρβες» (π.χ. τοματοπολτός) δεν μπορούν να εμφανιστούν μύκητες. Όταν όμως τις ανοίξουμε, αναπτύσσονται. Γιατί; Πώς μπορούμε να αποτρέψουμε το φαινόμενο αυτό και που οφείλεται η αποτελεσματικότητά του;
16. Σε ψωμί καθώς και σε κατεψυγμένα κρέατα μπορούν να αναπτυχθούν μύκητες. Οι μύκητες αυτοί καλούνται «ξηρόφιλοι». Γιατί;
17. Τα μανιτάρια αναπτύσσονται στο έδαφος καθώς και σε κορμούς δέντρων. Σε ποιά ένζυμα οφείλουν την δυνατότητα αυτή;
18. Οι μύκητες αναπτύσσονται φυλετικά ή μη-φυλετικά;
19. Αναφέρατε τρόπους αγενούς αναπαραγωγής των μυκήτων.
20. Τι είναι τα κονίδια;
21. Πώς γίνεται η εγγενής αναπαραγωγή των μυκήτων;
22. Πότε ένας μύκητας βρίσκεται στην «μη-τελεία» (ατελή) μορφή του; Πότε λέμε ότι ένας μύκητας είναι «τέλειος»;

23. Συχνά στην βιβλιογραφία ένας μύκητας αναγράφεται με δύο ονόματα (π.χ. *Candida* / *Debaryomyces*). Γιατί;
24. Στο μικροσκόπιο οι ζύμες φαίνονται μεγαλύτερες ή μικρότερες από τα βακτήρια;
25. Συχνά τα έντομα είναι φορείς ζυμών στα τρόφιμα. Με ποιό τρόπο;
26. Στην επιφάνεια κρέατος που αλλοιώνεται είναι πιο πιθανό να βρούμε ζύμες ή βακτήρια; Εξηγήστε
27. Στην επιφάνεια μερέντας είναι πιο πιθανό να έχουμε αλλοίωση από ζύμη ή βακτήρια ; Εξηγήστε
28. Αναπτύσσονται ζύμες: (α) υπό κενό, (β) σε ατμόσφαιρα CO₂;
29. Αναπτύσσουμε ζύμες υπό ατμόσφαιρα έντονου αερισμού. Τι περιμένουμε να συμβεί;
30. Αναπτύσσουμε ζύμες σε υπόστρωμα πλούσιο σε σάκχαρα (π.χ. μούστος/γλεύκος), υπό ατμόσφαιρα πολύ χαμηλής συγκεντρώσεως οξυγόνου. Τι αναμένουμε να συμβεί;
31. Κατά την παραγωγή κρασιού, οι δεξαμενές που χρησιμοποιούνται είναι ψυχόμενες; Γιατί;
32. Κατά την παραγωγή του κρασιού όταν ο μούστος (γλεύκος) ζυμώνεται, λέμε ότι «βράζει». Γιατί χρησιμοποιούμε την λέξη αυτή;
33. Είναι θανάσιμα επικίνδυνο να βρισκόμαστε σε χώρους που δεν αερίζονται καλά και «βράζει» ο μούστος για την παραγωγή κρασιού. Γιατί;
34. Πως πολλαπλασιάζονται οι ζύμες;
35. Αγοράσατε μια συσκευασία ψωμί για τوست. Μόλις το ανοίξατε ανακαλύψατε ότι στο κέντρο της συσκευασίας, τα ψωμιά είχαν μούχλα. Τί μπορεί να έχει συμβεί;
36. Ανοίγουμε μια συσκευασία τοματοχυμού. Μετά από ορισμένες ημέρες, διαπιστώνουμε ότι μια γλοιώδης μάζα υπάρχει στο εσωτερικό της κονσέρβας. Τί έχει συμβεί;
37. Υπεύθυνος/ υπεύθυνη Ποιοτικού Ελέγχου λαμβάνει φρουτοχυμό του οποίου η συσκευασία έχει διογκωθεί. Την ανοίγει, την μυρίζει και λέει ότι η αλλοίωση κατά πάσα πιθανότητα προήλθε από ζύμες. Γιατί κατέληξε στο συμπέρασμα αυτό;
38. Μόλις ξεφουρνήσουμε ψωμί, δεν πρέπει να το συσκευάσουμε άμεσα. Γιατί;