

# ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Η κυριότερη λειτουργία των μικροοργανισμών στη φύση είναι η δεινίση του είδους τους. Κατά τη διεκπεραίωση αυτής της βασικής λειτουργίας, οι ετερότροφοι μικροοργανισμοί διεξάγουν την ακόλουθη γενική αντίδραση:

Οργανική ύλη + Νερό → Ενέργεια + Ανόργανες ενώσεις + Οργανικά Οξέα + CO<sub>2</sub>  
(πρωτεΐνες, λίπη, υδατάνθρακες) (αζωτούχες, θειούχες κ.λ.π.)

Η αλλοίωση των τροφίμων από τους μικροοργανισμούς είναι απλά η προσπάθεια της μικροχλωρίδας του τροφίμου να διεξάγει την παραπάνω γενική αντίδραση. Παρά την απλότητα της δομής τους σε σύγκριση με τους ανώτερους οργανισμούς, οι μικροοργανισμοί μπορούν να διεξάγουν πολύπλοκες χημικές αντιδράσεις που είναι απαραίτητες για τη δεινίση τους. Για να το επιτύχουν αυτό, παίρνουν θρεπτικά συστατικά από την οργανική ύλη, ένα μέρος της οποίας αποτελούν τα τρόφιμα.

Αν κανείς αναλογισθεί τα είδη των μικροοργανισμών που απαντώνται στα φυτά και τα ζώα του πλανήτη μας μπορεί να υποθέσει τα είδη των μικροοργανισμών που αναμένεται να υπάρχουν σ' ένα τρόφιμο. Μικροβιολογικές αναλύσεις πολλών εργαστηρίων έχουν δείξει ότι οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των τροφίμων και τα νωπά τρόφιμα περιέχουν ένα ποικίλο αριθμό βακτηρίων, ζυμών και μυκήτων και το ερώτημα που γεννάται είναι, κατά πόσο ένα τρόφιμο είναι ασφαλές (αβλαβές) για τον καταναλωτή, παίρνοντας σαν κριτήριο το συνολικό μικροβιολογικό φορτίο του τροφίμου. Η ερώτηση έχει δύο σκέλη: Ποιος είναι ο συνολικός αριθμός των μικροοργανισμών που υπάρχουν ανά g ή ml του τροφίμου και ποια είδη μικροοργανισμών αντιπροσωπεύονται σ' αυτόν τον αριθμό; Για να απαντήσει κανείς σ' αυτά τα ερωτήματα πρέπει να ξέρει ποιοι μικροοργανισμοί υπάρχουν σ' ένα συγκεκριμένο τρόφιμο στη φυσική του κατάσταση και ποιοι από τους μικροοργανισμούς δεν είναι φυσικό (αναμενόμενο) να απαντώνται στο συγκεκριμένο τρόφιμο. Γι' αυτό είναι σημαντικό να γνωρίζει κανείς τη γενική διασπορά των βακτηρίων στη φύση και τα είδη των μικροοργανισμών που είναι φυσικό να απαντώνται στα διάφορα τρόφιμα και στους χώρους επεξεργασίας των τροφίμων. Ορισμένοι από τους μικροοργανισμούς είναι επιθυμητοί σε ορισμένα τρόφιμα, άλλοι προκαλούν αλλοιώσεις των τροφίμων και άλλοι είναι παθογόνοι.

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

Οι μικροοργανισμοί που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τα τρόφιμα είναι οι μύκητες, οι ζύμες και τα βακτήρια.

Οι μύκητες (κοινώς μούχλα) είναι πολυκύτταροι μικροοργανισμοί που πολλαπλασιάζονται με σπόρια. Αναπτύσσονται στην επιφάνεια κάθε υποστρώματος, ακόμη και σε αυτά που έχουν λίγη υγρασία, όπως το ψωμί, αρκεί να υπάρχει διαθέσιμο οξυγόνο, και σε ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών. Καταστρέφονται εύκολα με θέρμανση στους 90°C για 1 λεπτό. Πολλοί μύκητες είναι ωφέλιμοι. Παράδειγμα αποτελούν οι μύκητες που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή των τυριών Roquefort και Camembert. Όμως οι μύκητες προκαλούν σημαντικές απώλειες

στην παραγωγή που προορίζεται για πρώτη ύλη στην κονσερβοποιία, ενώ ο τοματοπολτός που περιέχει μεγάλο αριθμό μυκηλιακών υφών απορρίπτεται από το εμπόριο. Τέλος ορισμένοι μύκητες παράγουν μυκοτοξίνες που θεωρούνται επικίνδυνες για την υγεία του ανθρώπου και των ζώων.

Οι ζύμες είναι μονοκύτταροι μύκητες που πολλαπλασιάζονται κυρίως με εκβλάστηση. Αναπτύσσονται σε ένα εύρος θερμοκρασιών από 20° έως 30°C σε τρόφιμα που περιέχουν σάκχαρα και οργανικά οξέα και έχουν όξινο pH, όπως σε καρπούς, μαρμελάδες, χυμούς φρούτων κ.α. Είναι κατά κανόνα αερόβιοι μικροοργανισμοί και παρουσιάζουν την ίδια αντοχή στη θέρμανση με τους μύκητες. Τα είδη *Saccharomyces cerevisiae* και *Saccharomyces ellipsoideus* χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία για την παραγωγή διαφόρων τροφίμων όπως το ψωμί, το κρασί, η μύρα κ.α. Όμως οι άγριες ζύμες προκαλούν σοβαρές ζημιές στην οινοποιία και την παραγωγή βρώσιμων ελιών.

Τα βακτήρια είναι μονοκύτταροι μικροοργανισμοί που πολλαπλασιάζονται με διχοτόμηση. Με βάση το σχήμα που έχουν οι βλαστικές τους μορφές διακρίνονται κυρίως σε κόκκους και σε βακίλους. Ορισμένα βακτήρια, τα σπορογόνα, έχουν την ικανότητα όταν βρεθούν κάτω από αντίξοες συνθήκες να δημιουργούν σπόρια, τα οποία είναι ανθεκτικά στη θέρμανση, την αφυδάτωση, την ψύξη και σε άλλες επεξεργασίες. Με βάση τις απαιτήσεις τους σε οξυγόνο τα βακτήρια διακρίνονται σε αερόβια, αναερόβια και προαιρετικά αναερόβια. Τα αερόβια βακτήρια δεν αναπτύσσονται απουσία οξυγόνου, ενώ τα αναερόβια δεν αναπτύσσονται παρουσία οξυγόνου. Τα προαιρετικά αναερόβια βακτήρια αναπτύσσονται τόσο παρουσία όσο και απουσία οξυγόνου. Με βάση τις απαιτήσεις τους σε θερμοκρασία για την ανάπτυξή τους τα βακτήρια διακρίνονται σε ψυχρόφιλα, σε μεσόφιλα και σε θερμόφιλα. Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης για τα ψυχρόφιλα βακτήρια είναι από 14° έως 20°C, για τα μεσόφιλα από 30° έως 37°C και για τα θερμόφιλα από 50° έως 60°C. Σε σχέση με τους μύκητες τα βακτήρια έχουν υψηλότερες απαιτήσεις σε υγρασία για να αναπτυχθούν. Πολλά βακτήρια, όπως τα γαλακτικά, είναι ωφέλιμα και χρησιμοποιούνται ως καλλιέργειες στην παραγωγή τροφίμων. Τα περισσότερα όμως βακτήρια προκαλούν αλλοιώσεις στα τρόφιμα και χαρακτηρίζονται ως αλλοιωγόνα. Επίσης πολλά βακτήρια θεωρούνται παθογόνα επειδή είναι υπεύθυνα για τροφικές δηλητηριάσεις και λοιμώξεις που προκαλούν στον άνθρωπο.

## **ΠΗΓΕΣ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΒΙΩΝ ΠΟΥ ΑΠΑΝΤΩΝΤΑΙ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ**

**Έδαφος και Νερό:** Τα δύο αυτά οικοσυστήματα εξετάζονται μαζί επειδή είναι κοινοί οι μικροοργανισμοί που απαντώνται σ' αυτά. Οι μικροοργανισμοί του εδάφους μεταφέρονται στην ατμόσφαιρα με τον αέρα και κατόπιν με τη βροχή εισέρχονται στο υδάτινο οικοσύστημα. Μπορούν επίσης να μεταφερθούν από το οικοσύστημα του εδάφους στο υδάτινο οικοσύστημα με το νερό της βροχής. Οι μικροοργανισμοί του υδάτινου οικοσυστήματος μεταφέρονται στο έδαφος μέσω του σχηματισμού σύννεφων και της βροχής. Αυτός ο κύκλος έχει σαν αποτέλεσμα οι μικροοργανισμοί των οικοσυστημάτων του εδάφους και του νερού να είναι κατά ένα μεγάλο βαθμό οι ίδιοι. Ορισμένοι μικροοργανισμοί του υδάτινου οικοσυστήματος και ειδικά εκείνοι που προέρχονται από το θαλάσσιο νερό δεν επιβιώνουν στο έδαφος. Βακτήρια του γένους *Aeromonas* που υπάρχουν στο θαλάσσιο οικοσύστημα απαιτούν για την

ανάπτυξή τους χλωριούχο νάτριο στη συγκέντρωση που υπάρχει στο θαλάσσιο νερό, ενώ δεν μπορούν να επιβιώσουν στο έδαφος.

**Φυτά και φυτικά προϊόντα:** Αν και οι περισσότεροι μικροοργανισμοί του εδάφους και του νερού μολύνουν τα φυτά μόνο ένας μικρός αριθμός τους μπορεί να επιβιώσει σ' αυτά. Οι μικροοργανισμοί που επιβιώνουν είναι εκείνοι που έχουν την ικανότητα να προσκολλώνται στην επιφάνεια των φυτών και βρίσκουν τα θρεπτικά συστατικά που χρειάζονται για την ανάπτυξή τους. Σημαντικοί τέτοιου είδους μικροοργανισμοί είναι τα γαλακτικά βακτήρια και οι ζύμες ενώ μεταξύ των παθογόνων μικροοργανισμών για τα φυτά συγκαταλέγονται πολλά είδη μυκήτων και από τα βακτήρια τα γένη *Corynebacterium*, *Curtobacterium*, *Pseudomonas* και *Xanthomonas*.

**Δοχεία, Σκευή, Μηχανήματα επεξεργασίας:** Οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στην επιφάνεια των διαφόρων φυτικών προϊόντων μολύνουν τα δοχεία συγκομιδής και μεταφοράς των προϊόντων με αποτέλεσμα να υπάρχει σ' αυτά ένα ανάλογο του προϊόντος μικροβιολογικό φορτίο. Οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στα σφάγια των ζώων μολύνουν τις επιφάνειες κοπής του κρέατος, τα μαχαίρια ή τα μηχανήματα κοπής. Ο βαθμός μόλυνσης είναι ανάλογος του αριθμού των μικροοργανισμών που φέρει το σφάγιο.

**Εντερική οδός του ανθρώπου και των ζώων:** Οι μικροοργανισμοί του εντερικού σωλήνα μέσω του νερού μολύνουν τα τρόφιμα, όταν χρησιμοποιείται μολυσμένο νερό για το πλύσιμο των πρώτων υλών των τροφίμων. Ορισμένοι μικροοργανισμοί του εντερικού σωλήνα δεν επιβιώνουν για μεγάλο χρονικό διάστημα στο νερό, ενώ άλλοι και μεταξύ αυτών τα περισσότερα βακτήρια της οικογένειας *Enterobacteriaceae* επιβιώνουν.

**Προσωπικό που έρχεται σε επαφή με τα τρόφιμα:** Η μικροχλωρίδα των χεριών και των ρούχων του προσωπικού έχει σχέση με τους μικροοργανισμούς που υπάρχουν στο έδαφος, το νερό, τον αέρα, τη σκόνη κλπ. Του χώρου εργασίας. Εφ' όσον δεν τηρούνται οι κανόνες υγιεινής, μικροοργανισμοί από τη μύτη, το στόμα, το δέρμα και τον γαστροεντερικό σωλήνα του προσωπικού μπορεί να μολύνουν τα τρόφιμα.

**Ζωοτροφές:** Οι ζωοτροφές αποτελούν σημαντική πηγή μόλυνσης με σαλμονέλλες των πουλερικών και των ζώων. Επίσης με τις ενσιρωμένες ζωοτροφές η *Listeria monocytogenes* μεταδίδεται στα ζώα γαλακτοπαραγωγής και κρεατοπαραγωγής. Οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στις ζωοτροφές μεταδίδονται και στο δέρμα των ζώων.

**Δέρμα ζώων:** Οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στο νωπό γάλα αντικατοπτρίζουν τη μικροχλωρίδα του μαστού και του περιβάλλοντος της μονάδας γαλακτοπαραγωγής. Μικροοργανισμοί που προέρχονται από το μαστό και το δέρμα μπορεί να μολύνουν το χώρο της μονάδος γαλακτοπαραγωγής, τα δοχεία συλλογής γάλακτος και τα χέρια του προσωπικού.

**Αέρας και σκόνη:** Όλοι οι μικροοργανισμοί μπορεί μερικές φορές να βρεθούν στον αέρα και τη σκόνη μιας μονάδας επεξεργασίας τροφίμων, όμως οι μικροοργανισμοί που αντέχουν και επιβιώνουν είναι κυρίως κάποια βακτήρια, μεγάλος αριθμός μυκήτων και ορισμένες ζύμες. Γενικά, οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στον αέρα και τη σκόνη είναι οι σπορογόνοι μικροοργανισμοί.