

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Το γάλα αποτελεί ένα θαυμάσιο φυσικό υπόστρωμα για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Κατά συνέπεια, έχει ιδιαίτερη σημασία η υγιεινή του γαλακτοπαραγωγού ζώου, ο υγιεινός τρόπος λήψεως, η σωστή επεξεργασία και διάθεση του γάλακτος, ώστε τελικά το προϊόν που προσφέρεται στον καταναλωτή να είναι υγιεινό και γενικότερα καλής ποιότητας.

Η υγιεινή του περιβάλλοντος των εργοστασίων γάλακτος έχει επίσης ιδιαίτερη σημασία για την παρασκευή γαλακτοκομικών προϊόντων, τα οποία να έχουν επιθυμητές ιδιότητες και να μη περικλείουν κινδύνους για την υγεία του καταναλωτή.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα των μικροοργανισμών είναι η ικανότητά τους να πολλαπλασιάζονται με ταχύτητα, που εξαρτάται ιδιαίτερα από τη θερμοκρασία που διατηρείται το γάλα. Είναι ιδιαίτερης σημασίας η δυνατότητα ορισμένων να αναπτύσσονται στις χαμηλές θερμοκρασίες διατηρήσεως του γάλακτος και να προκαλούν σφάλματα στο ίδιο το γάλα και σε προϊόντα που παρασκευάζονται από τέτοιο γάλα. Στις άριστες θερμοκρασίες αναπτύξεώς τους ορισμένοι πολλαπλασιάζονται κάθε

είκοσι λεπτά, εφόσον και οι υπόλοιπες συνθήκες περιβάλλοντος είναι ευνοϊκές, ώστε αν ληφθεί υπόψη, ότι ο πολλαπλασιασμός τους γίνεται με γεωμετρική πρόοδο, καταλαβαίνει κανείς εύκολα ότι πολύ γρήγορα ένας χαμηλός αρχικά αριθμός μπορεί να φτάσει στα ύψη σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η εξάντληση των θρεπτικών συστατικών του γάλακτος και η δημιουργία άλλων αναχαιτιστικών παραγόντων (χαμηλό pH, προϊόντα μεταβολισμού) σταματούν την ανάπτυξή τους και οδηγούν πολλά κύταρα στον θάνατο.

Η δράση των μικροοργανισμών στα συστατικά του γάλακτος και των προϊόντων του συνδέεται με την παρουσία ενζύμων, από τα οποία άλλα δρουν έξω από το κύτταρο (εξωκυτταρικά ένζυμα) και άλλα δρουν σε ουσίες που μεταφέρονται μέσα στο κύτταρο (εσωκυτταρικά ένζυμα) και απελευθερώνονται με το θάνατο των κυττάρων. Η γεύση και το άρωμα των τυριών, του βουτύρου, του γιασουρτιού κλπ. βασίζονται στις βιοχημικές δράσεις των μικροοργανισμών, κατά τη διάρκεια του πολλαπλασιασμού τους, στα συστατικά του γάλακτος. Ο τρόπος δράσεως διαφέρει ανάλογα με το τύπο του μικροοργανισμού, με αποτέλεσμα τα προϊόντα μεταβολισμού να είναι διαφορετικά, ακόμα και όταν πρόκειται για δράση στο ίδιο υπόστρωμα.

Η ποιότητα των διάφορων γαλακτοκομικών προϊόντων εξαρτάται από την ποιότητα της πρώτης ύλης, δηλαδή του γάλακτος, την καταλληλότητα των γαλακτικών καλλιεργειών και τη μόλυνση με μικροοργανισμούς που προέρχονται από το περιβάλλον και το προσωπικό των εργοστασίων γάλακτος. Η ρύθμιση των συνθηκών παραγωγής κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να περιορίζονται στο ελάχιστο οι δευτερεύουσες μολύνσεις και η χρησιμοποίηση καλής ποιότητας πρώτης ύλης οδηγεί στην απόκτηση προϊόντων επιθυμητής ποιότητας, με τη δράση των μικροοργανισμών της καλλιέργειας.

Για την κατανόηση των ιδιοτήτων των μικροοργανισμών και των ευνοϊκών δράσεων ή των προβλημάτων που δημιουργούν στο γάλα και τα προϊόντα του, είναι απαραίτητη η συστηματική τους ταξινόμηση σε ομάδες με παραπλήσιες ιδιότητες. Η χρώση Gram και η μορφολογία του κυττάρου αποτελούν βασικά ταξινομικά χαρακτηριστικά για μια χοντρε-

κή τοποθέτησή τους. Για την τέλεια αναγνώρισή τους (ταυτοποίηση) χρησιμοποιούνται ταξινομικά κριτήρια, με βάση τα οποία τοποθετούνται σε οικογένειες, γένη, είδη και υποείδη. Τα ταξινομικά κριτήρια που προσφέρονται για το σκοπό αυτό από το Bergey's Manual 8th ed. για την ταξινόμηση των βακτηρίων, δεν είναι δυνατό σε πολλές περιπτώσεις να εφαρμοστούν στην καθημερινή πράξη για την ταξινόμηση μεγάλου αριθμού μικροοργανισμών. Έτσι, προτιμούνται παλιότερα ταξινομικά κριτήρια, αναγνωρισμένα ωστόσο και ιδιαίτερης σημασίας ακόμα μέχρι και σήμερα. Όμως η τοποθέτηση των βακτηρίων σε οικογένειες, φυλές, γένη και είδη γίνεται σε παγκόσμια κλίμακα σύμφωνα με την τελευταία έκδοση του Bergey's Manual. Η ταξινόμηση και ταυτοποίηση των ζυμών και μυκήτων αποτελεί επίσης μια επέπονη εργασία και γίνεται με τη χρησιμοποίηση μορφολογικών, φυσιολογικών και βιοχημικών κριτηρίων που περιγράφονται σε διάφορες κλείδες προσδιορισμών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Buchanan, R.E. and N.E. Gibbons (1974). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 8th ed. The Williams and Wilkins Company, Baltimore.
- Foster, E.M., F.E. Nelson, M.L. Speck, R.N. Doetsch, J.C. Olson (1958). *Dairy Microbiology*. McMillan and Co LTD, London.
- Stanier, R.Y., M. Doudoroff, E.A. Adelberg (1972). *General Microbiology*. The Macmillan Press LTD, London.

2

2. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ

Τα βακτήρια (ή σχιζομύκητες) είναι μικρού μεγέθους μονοκύτταροι μικροοργανισμοί, σχήματος ραβδόμορφου, σφαιρικού ή σπείρας. Τα ραβδόμορφα βακτήρια σχηματίζουν ζεύγη ή αλυσίδες κυττάρων, τα σφαιρικά (κόκκοι) ζεύγη (διπλόκοκκοι), αλυσίδες, τετράδες ή συσσωματώματα, ενώ οι σπείρες βρίσκονται ως μεμονωμένα κύτταρα.

Στο κύτταρο των βακτηρίων διακρίνουμε: Τον πυρήνα, σχήματος σφαιρικού, ωοειδούς ή ακανόνιστου, που αποτελείται από ουσία κοκκοειδή, τη χρωματίνη και είναι φορέας των κληρονομικών ιδιοτήτων του κυττάρου. Ο πυρήνας των βακτηρίων αποτελείται από DNA και πρωτεΐνη και στερείται πυρηνικής μεμβράνης, ώστε να μη δημιουργούνται σαφή όρια μεταξύ του πυρήνα και του πρωτοπλασματος. Το πρωτόπλασμα (ή κυτόπλασμα) περιβάλλει τον πυρήνα, είναι πλούσιο σε RNA και είναι δυνατό να περιέχει αποθέματα ουσιών (άμυλο, γλυκογόνο, λιπίδια, κοκκία θείου, κοκκία βολουτίνης) και κενοτόπια. Η πρωτοπλασματική μεμβράνη (ή κυτοπλασμική μεμβράνη) είναι ημιδιαπερατή μεμβράνη, ρυθμίζει την είσοδο ουσιών από το περιβάλλον στο κύτταρο και βρίσκεται κάτω από το κυτταρικό τοίχωμα. Το κυτταρι-

κό τοίχωμα περιβάλλει το κύτταρο, το προστατεύει από τις αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος, καθορίζει το σχήμα του και παίζει ιδιαίτερο ρόλο στον πολλαπλασιασμό του. Η σύνθεσή του επιτρέπει το διαχωρισμό των βακτηρίων σε δύο μεγάλες ομάδες, τα θετικά και τα αρνητικά κατά Gram. Η ύπαρξη λιπιδίων στο κυτταρικό τοίχωμα των αρνητικών κατά Gram επιτρέπει τη διαφορετική τους συμπεριφορά ως προς τη χρώση Gram, σε σύγκριση με τα θετικά, τα οποία δεν έχουν λιπίδια.

Τα βακτήρια είναι κινητά ή ακίνητα. Τα κινητά φέρουν μαστίγια, νηματοειδείς δηλαδή προεξοχές, που ξεκινούν από το πριτόπλασμα, διαπερνούν το κυτταρικό τοίχωμα και καταλήγουν στο περιβάλλον. Τα μαστίγια έχουν ως κύριο συστατικό πρωτεΐνη, μήκος πολλαπλάσιο του μήκους του κυττάρου και ανάλογα με τη θέση και τον αριθμό τους στο βακτηριακό κύτταρο τα διακρίνουμε σε πολικά (μονότριχα ή πολύτριχα) και σε περίτριχα. Οι βλεφαρίδες είναι επίσης νηματοειδείς προεξοχές μικρότερου μεγέθους από τα μαστίγια, με τις οποίες το κύτταρο προσκολλάται στο υπόστρωμα απ' όπου διατρέφεται και βρίσκονται σε κινητά και ακίνητα βακτήρια.

Πολλά βακτήρια εκκρίνουν γλοιώδεις ουσίες, οι οποίες άλλοτε μένουν προσκολλημένες στο κύτταρο (κάψουλα ή έλυτρο) και άλλοτε διαχέονται στο υπόστρωμα. Χημικές αναλύσεις στο περιεχόμενο των ελύτρων έδειξαν, ότι αποτελούνται από αζωτούχες ενώσεις ή πολυζαχαρίτες. Οι πιο συνηθισμένοι πολυζαχαρίτες είναι η δεξτράνη (πολυμερές της γλυκόζης) και η λεβάνη (πολυμερές της φρουκτόζης).

Ορισμένα βακτήρια σχηματίζουν σπόρια. Τα σπόρια είναι μορφές βακτηρίων πολύ πιο ανθεκτικές από τις αντίστοιχες βλαστικές στη θέρμανση, την ωσμοτική πίεση, τις διάφορες χημικές ουσίες κλπ. Περιέχουν αυξημένες ποσότητες ασβεστίου, διπικολινικό οξύ και ένζυμα. Όταν βρεθούν σε ευνοϊκές συνθήκες βλασταίνουν και δίνουν καινούργιες βλαστικές μορφές.

Η ανάπτυξη των βακτηρίων επηρεάζεται από παράγοντες όπως:

Η σύγκριση του θρεπτικού υποστρώματος. Το μέσο (θρεπτικό υπόστρωμα) αναπτύξεως των βακτηρίων πρέπει να περιέχει τα απαραίτητα

για την ανάπτυξή τους συστατικά, δημιουργώντας ουσίες, όπως ζάχαρη, άλατα, νερό κλπ. Η είσοδος των θρεπτικών ουσιών στο κύτταρο γίνεται με διάχυση (παθητική είσοδος) ή με τη βοήθεια ενζύμων που λέγονται περιμεάσεις (ενεργητική είσοδος).

Η_θερμοκρασία. Με βάση τη θερμοκρασία αναπτύζεται το βακτήριο διακρίνονται σε ψυχρότροφα (δυνατότητα αναπτύξεως στους 70°C σε 10 μέρες), μεσόφιλα (άριστη θερμοκρασία αναπτύξεως μεταξύ 20°C και 40°C, δυνατότητα αναπτύξεως σε θερμοκρασία >100°C) και θερμόφιλα (άριστη ανάπτυξη σε θερμοκρασία >50°C). Για κάθε βακτήριο υπάρχει μία ελάχιστη, μία μέγιστη και μία άριστη θερμοκρασία αναπτύξεως.

Το_pH. Τα βακτήρια αναπτύσσονται σε διάφορα όρια pH (ελάχιστο και μέγιστο), ενώ το άριστο pH για την ανάπτυξή τους βρίσκεται μεταξύ 6,5 και 7,5.

Το_οξυγόνο. Με βάση τις απαιτήσεις τους σε οξυγόνο τα βακτήρια διακρίνονται σε αερόβια (αναπτύσσονται όταν υπάρχει οξυγόνο), αναερόβια (αναπτύσσονται όταν απουσιάζει το οξυγόνο), προαιρετικά αναερόβια (ανάπτυξη είτε παρουσία είτε απουσία οξυγόνου) και μικρο-αερόφιλα (ανάπτυξη σε μικρή πίεση οξυγόνου).

Το_νερό. Θεωρείται απαραίτητο για το μεταβολισμό τους. Οι απαιτήσεις σε νερό των βακτηρίων εκφράζονται ποσοτικά με την δραστηριότητα ύδατος (aw) του υποστρώματος. Για κάθε βακτήριο υπάρχει μία μέγιστη, μία άριστη και μία ελάχιστη τιμή aw.

Το_αλάτι. Τα βακτήρια που έχουν ιδιαιτερες απαιτήσεις σε λόντα Na⁺ και συχνά Cl⁻ λέγονται αλόφιλα. Τα ελαφρά αλόφιλα αναπτύσσονται πολύ καλά, όταν το υπόστρωμα περιέχει 2-5% (W/V) NaCl. Τα μέτρια αλόφιλα προτιμούν υποστρώματα με 5-10% (W/V) NaCl. Τα εξαιρετικά αλόφιλα αρέσουν τα υποστρώματα που περιέχουν 20-30% (W/V) NaCl.

Διάφοροι_αντιμικροβιακοί_παράγοντες. Σ' αυτούς συμπεριλαμβάνονται τα απολυμαντικά, τα αντισηπτικά και τα αντιβιοτικά.

Ακτινοβολίες. Ακτινοβολίες λοντσιμού (μήκος κύματος <10 nm), υπεριώδεις ακτινοβολίες (10-300 nm), ορατή ακτινοβολία (300-1000 nm) και υπέρυθρες ακτινοβολίες (1000-100.000 nm) επηρεάζουν την α-

νάπτυξη των βακτηρίων.

Η επιφανειακή τάση του υποστρώματος αναπτύξεως, το δυναμικό οξειδωναγωγής του και η ωσμοτική πίεση είναι παράγοντες που επίσης επηρεάζουν την ανάπτυξη των βακτηρίων. Χαρακτηριστική τέλος είναι η ολιγοδυναμική δράση των βαρέων μετάλλων (Ag, Cu κλπ.), που σε μικρή συγκέντρωση δρουν τοξικά στα βακτήρια.

Τα βακτήρια πολλαπλασιάζονται αγενώς με διχοτόμηση του κυττάρου. Είναι ο πιο συνηθισμένος τρόπος αναπαραγωγής των βακτηρίων, ενώ η εγγενής αναπαραγωγή με σπόρια παρατηρείται σε μικρό ποσοστό βακτηρίων. Σε πολύ περιορισμένο αριθμό βακτηρίων παρατηρείται σύζευξη, συνένωση δηλαδή δύο κυττάρων αντίθετου φύλου.

Είναι ευρύτατα διαδεδομένα στο περιβάλλον. Ορισμένα είναι παθογόνα για τον άνθρωπο, άλλα για τα φυτά και τα ζώα. Η ύπαρξη ορισμένων στα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι επιθυμητή, γιατί συμβάλλουν στην παρασκευή και ωρίμανσή τους και στην απόκτηση επιθυμητών χαρακτηριστικών. Η παρουσία όμως εκείνων, που προκαλούν σφάλματα στο γάλα και τα προϊόντα του ή βλάβες στην υγεία του ανθρώπου είναι ανεπιθύμητη και αποφεύγεται με διάφορους τρόπους, όπως η παστερίωση του γάλακτος, η χρησιμοποίηση καλλιεργειών κλπ.

2.2. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΖΥΜΩΝ

Οι ζύμες είναι μονοκύτταροι μικροοργανισμοί, με σφαίρικά, αυγοειδή ή ελλειπτικά κύτταρα, θετικοί κατά Gram, ακίνητοι.

Κατά γενικό κανόνα, τα κύτταρά τους είναι μεγαλύτερα από τα κύτταρα των βακτηρίων και ο πυρήνας περιβάλλεται από πυρηνική μεμβράνη. Το μέγεθος και το σχήμα των κυττάρων κάθε είδους ποικίλει ανάλογα με την ηλικία και το περιβάλλον.

Με εξαίρεση τα γένη *Sterigmatomyces* και *Schizosaccharomyces*, όλες οι υπόλοιπες ζύμες πολλαπλασιάζονται με εκβλάστηση (βλαστική, αγενής αναπαραγωγή), ενώ σε μερικά γένη παρατηρείται μια μορφή πολλαπλασιασμού ενδιάμεση μεταξύ εκβλαστήσεως και σχίσεως. Χαρακτηριστικό του γένους *Sterigmatomyces*, που το διακρίνει από τις υπόλοι-

πες ζύμες, είναι ο σχηματισμός κονιδίων σε στηρίγματα, ενώ του γενούς *Schizosaccharomyces* η αγενής αναπαραγωγή με σχίσιμο του κυττάρου. Ορισμένες ζύμες σχηματίζουν ασκοσπόρια (εγγενής αναπαραγωγή) και τοποθετούνται στην ομάδα των *Ascomycetes*. Ζύμες της οικογένειας *Sporobolomycetaceae* σχηματίζουν βαλλιστοσπόρια και τοποθετούνται στους *Basidiomycetes*, στους οποίους ανήκουν και τα γένη *Leucosporidium* και *Rhodosporidium*. Οι ζύμες που πολλαπλασιάζονται μόνο με εκβλάστηση είναι γνωστές ως "ψευδεύς ζύμες". Στην ομάδα αυτή περιλαμβάνονται ζύμες που προκαλούν ανεπιθύμητες ζυμώσεις καθώς και είδη ιατρικού ενδιαφέροντος. Οι ζύμες που σχηματίζουν ασκοσπόρια λέγονται "αληθείς ζύμες" και είναι εκείνες που χρησιμοποιούνται στην αρτοποιΐα και τις βιομηχανίες ζυμώσεων. Ζύμες που είναι γνωστές ως "άγριες" βρίσκονται στα σταφύλια και άλλα φρούτα στη φυσική τους κατάσταση. Στελέχη τέτοιων ζυμών με αποδεδειγμένες ζυμωτικές ικανότητες χρησιμοποιούνται στην οινοποιΐα.

Οι ζύμες αναπτύσσονται καλά σε θερμοκρασίες 25-40°C και σε συνθήκες χαμηλού pH (3,5). Δεν έχουν στο κύτταρό τους χλωροφύλλη και αποκτούν την ενέργεια που τους χρειάζεται με αερόβια οξειδωτική αφομοίωση ή με αναερόβια ζύμωση. Γενικά, δεν είναι πρωτεολυτικοί μικροοργανισμοί, ενώ ορισμένα είδη έχουν λιπολυτικές ικανότητες.

Είναι ευρύτατα διαδεδομένες στη φύση. Βρίσκονται σε φρούτα και σπόρους, στο έδαφος, τον αέρα, το δέρμα και το έντερο των ζώων και σε μερικά έντομα. Η πλειονότητά τους είναι σαπρόφυτα, ενώ μερικά είναι παθογόνα για τα φυτά, τα ζώα και τον άνθρωπο.

2.3. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΜΥΚΗΤΩΝ

Οι μύκητες είναι πολυκύτταροι μικροοργανισμοί χωρίς χλωροφύλλη (ετερότροφοι), που διαφέρουν σημαντικά τόσο από τα βακτήρια όσο και από τις περισσότερες ζύμες. Τα κύτταρά τους έχουν πυρήνες με πυρηνική μεμβράνη.

Τρέφονται από νεκρές οργανικές ουσίες (σαπρόφυτα) ή από ζωντανούς ζενιστές (παράσιτα) και αφομοιώνουν τους υδατάνθρακες, τα λίπη και μερικές πρωτεΐνες.

Είναι αερόβιοι και αναπτύσσονται σε ευρέα όρια pH, θερμοκρασίας και ωσμοτικής πιέσεως. Οι περισσότεροι μύκητες αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες μεταξύ 0 και 35°C (άριστη μεταξύ 25 και 30°C), ενώ αντέχουν για λίγες ώρες σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (-195°C). Το άριστο pH αναπτύξεως για τα περισσότερα είναι περίπου 6, ενώ οι περισσότεροι αναπτύσσονται σε χαμηλό pH (3,5).

Αποτελούνται από πρωτοπλασματικές υφές, το σύνολο των οποίων σχηματίζει το μυκήλιο, με ή χωρίς κάθετα διαχωριστικά τοιχώματα (septa). Σχηματίζουν αποικίες διάφορων χρωμάτων (άσπρο, κρεμώδες, πράσινο, μαύρο, καφέ). Μύκητες των γενών *Alternaria*, *Cladosporium*, και *Hormodendron* έχουν σκοτεινού χρώματος μυκήλια. Στα γένη *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus* και *Geotrichum* τα μυκήλια είναι άχρωμα, ενώ τα σπόριά τους, με εξαίρεση τους μύκητες του τελευταίου γένους, είναι πράσινα ή μαύρα.

Πολλαπλασιάζονται αγενώς και εγγενώς.

Ο αγενής πολλαπλασιασμός περιλαμβάνει:

α. Το διαχωρισμό των υφών σε τμήματα. Οι υφές διαχωρίζονται στα επί μέρους κύτταρα, που στην περίπτωση αυτή λέγονται ωδια ή αρθροσπόρια και τα οποία συμπεριφέρονται ως σπόρια. Όταν τα κύτταρα περιβληθούν με παχύ τοίχωμα πριν να διαχωριστούν μεταξύ τους ή από άλλες υφές, λέγονται χλαμυδοσπόρια.

β. Το διαχωρισμό του καθενός κυττάρου σε δύο ίσα θυγατρικά κύτταρα.

γ. Την εκβλάστηση.

δ. Την παραγωγή σπορών που διαφέρουν ως προς το σχήμα, το μέγεθος και τον αριθμό των κυττάρων (1 μέχρι πολλά), τη διάταξη των κυττάρων και τον τρόπο σχηματισμού τους. Τα αγενή σπόρια ή παράγονται μέσα σε σποράγγεια και λέγονται σποραγγειοσπόρια ή στην άκρη ή στις πλευρές υφών, οπότε λέγονται κονίδια. Τα σποραγγειοσπόρια είτε κινούνται με μαστίγια, οπότε λέγονται ζωοσπόρια, είτε είναι ακίνητα και ονομάζονται απλανοσπόρια. Οι μύκητες σχηματίζουν επίσης διάφορους τύπους κονίδιων.

Ο εγγενής πολλαπλασιασμός περιλαμβάνει την ένωση δύο πυρήνων και διαφέρει στις διάφορες τάξεις μυκήτων. Έτσι, έχουμε το σχηματισμό ωσπορίων, ζυγοσπορίων, ασκοσπορίων και βασιδιοσπορίων.

Είναι ευρύτατα διαδεδομένοι στο περιβάλλον. Βρίσκονται στο ξηραφος, στη σκόνη, στην κοπριά, στα ακάθαρτα σκεύη και στα διάφορα τρόφιμα. Το γάλα δεν αποτελεί ιδιαίτερα ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξή τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexopoulos, C.J. (1962). Introductory Mycology, 2^{de} ed. John Wiley & Sons, Inc., New York-London.
- Foster, E.M., F.E. Nelson, M.L. Speck, R.N. Doetsch, J.C. Olson (1958). Dairy Microbiology. McMillan & Co LTD, London.
- Salle, A.J. (1967). Fundamental principles of Bacteriology, 6th ed., McGraw-Hill Book Company.
- Staniel, R.Y., M. Doudoroff, E.A. Adelberg (1972). General Microbiology. The MacMillan Press LTD, London.

3

3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΠΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΥΝ ΤΟ ΓΑΛΑ

3.1. ΒΑΚΤΗΡΙΑ

Τα βακτήρια που ενδιαφέρουν το γάλα είναι θετικά και αρνητικά κατά Gram κόκκοι και ραβδιά, που ταξινομούνται σε οικογένειες, γένη και είδη, όπως στη συνέχεια περιγράφεται.

3.1.1. ΒΑΚΤΗΡΙΑ ΡΑΒΔΟΜΟΡΦΑ ΑΡΝΗΤΙΚΑ ΚΑΤΑ GRAM ΑΕΡΟΒΙΑ

Οικογένεια *PSEUDOMONADACEAE*

Γένη *Pseudomonas*

Alcaligenes

Brucella

Γένος *PSEUDOMONAS*

α. Γενικά χαρακτηριστικά

Βακτήρια αρνητικά κατά Gram, ραβδόμορφα, αυστηρά αερόβια, με λίγες εξαιρέσεις, κινητά με πολικό μαστίγιο μονότριχο ή πολύτριχο. Πολλά μέλη του γένους χρησιμοποιούν οργανικές ουσίες ως πηγή άνθρακα. Ορισμένα είδη παράγουν φθορίζουσες διαχεόμενες χρωστικές, άλλα διαχεόμενες ή αδιάλυτες χρώματος μπλέ, κόκκινου, κίτρινου ή πράσι-

vou. Δίνουν θετική τη δοκιμή καταλάσης. Είναι επίσης θετικά στη δοκιμή οξειδάσης, μερικά όμως είναι ασθενή θετικά ή αρνητικά.

Αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες μεταξύ 4 και 43°C με άριστη τους 30°C για τα περισσότερα είδη. Η ανάπτυξη των περισσότερων αναχαιτίζεται σε pH χαμηλότερο από 6, ευνοείται όμως σε ουδέτερο ή αλκαλικό pH (7-8,5).

Βρίσκονται στο έδαφος, στα νερό, στη θάλασσα και στον αέρα. Μερικά είδη είναι παθογόνα για τα φυτά, ενώ άλλα είναι παθογόνα για τα ζώα και τον άνθρωπο.

β. Ταξινόμηση και περιγραφή των κυριότερων ειδών

. Ο πίνακας 3.1.1. δίνει τη διαφοροποίηση μερικών ψευδομονάδων.

Ps. aeruginosa. Κινητό, με πολικό μονότριχο μαστίγιο, σπάνια 2 ή περισσότερα μαστίγια (εικ. 1). Παράγει διαχεόμενες φθορίζουσες χρωστικές και πυοκυανίνη. Μερικά στελέχη παράγουν σκουροκόκκινη χρωστική. Αναπτύσσεται στους 41°C αλλά όχι στους 40°C , με άριστη τους 37°C .

Βρίσκεται στο έδαφος και στο νερό. Απόμονώνεται πολύ συχνά από τραύματα, εγκαύματα και μολύνσεις του ουροποιητικού συστήματος. Παθογόνο και για τα φυτά σε ορισμένες περιπτώσεις. Ένα από τα αίτια της μαστίτιδας.

Ανήκει στην ομάδα των ψυχρότροφων μικροοργανισμών και απομονώνεται από νωπό γάλα, στο οποίο εκκρίνει πρωτεολυτικά ένζυμα (πρωτεΐνάσες). Είναι ασθενώς λιπολυτικό.

Ps. putida. Κινητό, με πολικά πολύτριχα μαστίγια. Παράγει διαχεόμενες φθορίζουσες χρωστικές. Άριστη θερμοκρασία αναπτύξεως $25-30^{\circ}\text{C}$. Δεν αναπτύσσεται στους 41°C . Μερικά στελέχη αναπτύσσονται σε 40°C ή λιγότερο.

Βρίσκεται στο έδαφος και στο νερό.

Απομονώνεται από νωπό γάλα που διατηρείται σε χαμηλές θερμοκρασίες, όπου πολλαπλασιάζεται και σχηματίζει πρωτεολυτικά (πρωτεΐνάσες) και λιπολυτικά (λιπάσες) ένζυμα.

Πίνακας 3.1.1. Διαφοροποίηση μερικών οξειδωτικών ψευδομονάδων

	<i>Ps. aeruginosa</i>	<i>Ps. fluorescens</i>	<i>Ps. putida</i>	<i>Ps. fragi</i>	<i>Ps. cepacia</i>	<i>Ps. cichori</i>	<i>Ps. syringae</i>	<i>Ps. marina</i>
Χρωστικές:	Πρόστινη, μερικές φορές απουσία	Πρόστινη	Απουσία	Απουσία	Πρόστινη	Απουσία	Απουσία	Απουσία
Όχι φθερίζουσα	Μπλέ - πρόστινη, κόκκινη, καφέ-μαύρη ή απουσία	Απουσία ή πορτοκαλί	Απουσία	Απουσία	Ρόδινη ή πορτοφυρή οε με-ρικά υπό-στρώματα	Απουσία	Απουσία	Απουσία
Όχι διαχεδίσην	Απουσία	Συνήθως απουσία, σε μερικές περιπτώσεις πορτοκαλί ή μπλε (σπάνια)	Συνήθως α-πουσία, πολύ συχνά κίτρινη	Απουσία	Κίτρινη ή απουσία ή πορφυρή σε μερικά υπό-στρώματα	Απουσία	Απουσία	Απουσία
Οξειδάση (Kovács)	+	+	+	+	+	+	-	-
Ανάπτυξη σε 41°C	+	-	-	-	-	d	-	-
Υδρόλυση ζελατίνης	+	+	-	-	-	d	-	-
Υδρόλυση καζετίνης	+	+	-	-	-	d	-	-
Άργιλον ή διεύρο-λάση	+	+	+	-	-	-	-	-
Αποκαρβοξυλάση	-	-	-	-	-	-	-	-
Λιαστίνης	d	-	-	-	-	-	-	-
Lεβάνη από σουκάρζη	-	-	-	-	-	-	-	-
ONPG	-	-	-	-	-	-	-	-
Ευαθηθούσα στην πολυμυκίνη β	+	+	+	+	+	d	-	+

Ps. fluorescens. Κινητό, με πολικά πολύτριχα μαστίγια (εικ. 1). Ακίνητο σε μερικές περιπτώσεις. Παράγει διαχεόμενη φθορίζουσα χρωστική, ενώ μερικά στελέχη παράγουν μη διαχεόμενη μπλέ χρωστική.

Άριστη θερμοκρασία αναπτύξεως 25-30°C. Δεν αναπτύσσεται στους 41°C. Μερικά στελέχη αναπτύσσονται σε 40°C ή λιγότερο.

Βρίσκεται στο έδαφος και στο νερό. Είναι παθογόνο για τον άνθρωπο και τα φυτά και προκαλεί αλλοιώσεις σε τρόφιμα.

Απομονώνεται από το νωπό γάλα, στο οποίο εκκρίνει πρωτεΐνασες και λιπάσες.

Ps. fragi. Κινητό, με πολικό μαστίγιο. Αναπτύσσεται μεταξύ 10 και 30°C, ενώ δεν αναπτύσσεται στους 37°C. Διασπάει τις πρωτεΐνες και το λίπος του γάλακτος.

Απομονώνεται από το γάλα, τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τις συσκευές γαλακτοκομείων, το νερό κλπ.

Γένος *ALCALIGENES*

α. Γενικά χαρακτηριστικά

Βακτήρια αρνητικά κατά Gram, σχήματος ραβδιού ή κοκκοβάκιλλου ή κόκκου, κινητά με 1-4, μερικές φορές 8 μαστίγια περίτριχα. Αερόβια, θετικά στην οξειδάση. Άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης μεταξύ 20 και 37°C. Αναπτύσσονται σε pH 7 αλλά όχι σε pH 4,5. Δεν ζυμώνουν τους υδατάνθρακες. Είναι σαπρόφιτα και βρίσκονται στο γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα, στο νερό, στη θάλασσα και αλλού. Απομονώθηκαν από νωπό γάλα, νωπή κρέμα, μίγμα παγωτού, βούτυρο και τυρί Cheddar. Απομονώσεις από τα προηγούμενα προϊόντα βρέθηκε ότι παράγουν πρωτεΐνες όχι ιδιαίτερα θερμοάντοχες.

β. Είδη και σημασία τους για τα προϊόντα γάλακτος

Το είδος *A. faecalis* θεωρείται γενικά ως μη παθογόνο. Απομονώθηκε όμως από ασθένειες του ανθρώπου και σύμφωνα με μερικούς ερευνητές, μπορεί να προκαλέσει μαστίτιδα στα βοοειδή.

Το είδος *A. odorans* (*A. faecalis* σύμφωνα με την τελευταία έκ-

δοση του Bergey) δημιουργεί γεύση και άρωμα εστέρα στα γαλακτοκομικά προϊόντα.

Το *A. viscolactis* προκαλεί αύξηση στο ιξώδες του γάλακτος και της κρέμας και είναι λιπολυτικό. Έτσι, βρέθηκε ότι προκαλεί αυξημένη λιπόλυση σε τυρί Dutch με την θερμοάντοχη λιπάση που παράγεται, όταν πολλαπλασιαστεί και φτάσει σε αριθμό $3,6 \times 10^6/\text{ml}$ στό νωπό γάλα.

Γένος *BRUCELLA*

α. Γενικά χαρακτηριστικά

Κόκκοι, κοκκοβάκιλλοι ή κοντά ραβδιά αρνητικά κατά Gram. Ακίνητα, αερόβια, οξειδωτικά, καταλάση θετικά. Ανάγουν τα νιτρικά, παράγουν H_2S και υδρολύουν την ουρία.

Όρια θερμοκρασίας αναπτύξεως $20-40^\circ\text{C}$ με άριστη τους 30°C . Άριστο pH αναπτύξεως 6,6-7,4.

Αρχικά στο γένος *Brucella* ταξινομήθηκαν τα είδη *Brucella abortus*, *Br. melitensis* και *Br. suis* και αργότερα προστέθηκαν και τα είδη *Br. ovis*, *Br. neotomae* και *Br. canis*.

Προκαλούν αρρώστειες στον άνθρωπο και στα ζώα, γνωστές ως βρουκελώσεις, που για πολλές χώρες αποτελούν πρόβλημα δημόσιας υγείας. Η ευπάθεια, που δείχνει ο άνθρωπος και τα ζώα στις βρουκέλες, παρουσιάζεται στον πίνακα 3.1.2.

Πίνακας 3.1.2. Ευπάθεια του ανθρώπου και των ζώων στις βρουκέλλες

'Ανθρωπος		<i>melitensis</i> , <i>suis</i> , <i>abortus</i>
Βοοειδή		<i>abortus</i> , <i>melitensis</i> , <i>suis</i>
Χοίροι		<i>suis</i> , <i>melitensis</i>
Κατσίκες	<i>Brucella</i>	<i>melitensis</i>
Πρόβατα		<i>melitensis</i> , <i>abortus</i>
'Άλογα		<i>abortus</i> , <i>suis</i>
Σκυλιά		<i>canis</i> , <i>melitensis</i> , <i>abortus</i> , <i>suis</i>

Φυσικοί ζενιστές της *Br. melitensis* είναι η κατοίκια και το πρόβατο, της *Br. abortus* τα βοοειδή και της *Br. suis* οι χοίροι.

β. Ταξινόμηση και χαρακτηριστικά των κυριότερων ειδών

Τα τρία βασικά είδη διαχωρίζονται με βάση τις ανάγκες τους σε CO_2 , την ικανότητά τους να παράγουν H_2S από αμινοξέα και τη σχετική τους ευαισθησία σε διάφορες χρωστικές. Ο διαχωρισμός των ειδών δίνεται στον πίνακα 3.1.3.

Πίνακας 3.1.3. Διαχωρισμός των ειδών του γένους *Brucella*

Ειδη	Ανάγκες σε CO_2	Παραγωγή H_2S	Ανάπτυξη σε θρεπτικό υλικό που περιέχει	
			Βασική φουξίνη	Θειονίνη
<i>Br. melitensis</i>	-	-	+	+
<i>Br. abortus</i>	+	Μέτρια	+	-
<i>Br. suis</i>	-	Άφθονη	-	+

Br. melitensis. Αερόβιο. Συνήθως είναι παθογόνο για τις κατοίκες και τα πρόβατα, μπορεί όμως να προσβάλλει και άλλα ζώα και τον άνθρωπο. Προκαλεί ασθένεια γνωστή με το όνομα μελιταίος πυρετός. Τα κρούσματα σημειώνονται κυρίως στον αγροτικό πληθυσμό και στα άτομα γενικά που ασχολούνται με τα ζώα.

Br. abortus. Απαιτεί συνήθως CO_2 (5%) για την ανάπτυξή του. Συνήθως είναι παθογόνος για τα βοοειδή. Προσβάλλει μερικές φορές διάφορα άλλα ζώα και τον άνθρωπο. Προκαλεί επιδημική αποβολή, αντικανότητα σύλληψες και μείωση της αποδόσεως σε γάλα των αγελάδων.

Br. suis. Αερόβιο. Είναι συνήθως παθογόνος για τους χοίρους, αλλά μπορεί να προσβάλλει τους λαγούς και άλλα είδη ζώων και τον άνθρωπο.

Το γάλα αποτελεί σοβαρή πηγή μολύνσεως του ανθρώπου από βρουκέλλες, εφόσον μολυνθεί από μολυσμένο μαστό, από τα εκκρίματα των γεννητικών οδών των ζώων που απόβαλαν εξαιτίας της βρουκέλλας και από την κοπριά και στη συνέχεια δεν εξυγειανθεί με θέρμανση. Το παστεριωμένο γάλα δεν δημιουργεί προβλήματα βρουκελώσεων. Προβλήματα όμως δημιουργούν τα διάφορα προϊόντα του, για την παρασκευή των οποίων δεν απαιτείται θέρμανση. Τα προϊόντα αυτά επιτρέπουν στις βρουκέλλες να επιβιώσουν για χρονικό διάστημα που εξαρτάται από τις δυσμενείς για τις βρουκέλλες συνθήκες που δημιουργούνται στο προϊόν, ώστε να αυτοεξυγιαίνονται σύντομα ή αργά.

3.1.2. ΒΑΚΤΗΡΙΑ ΡΑΒΔΟΜΟΡΦΑ ΑΠΝΗΤΙΚΑ ΚΑΤΑ GRAM ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΑ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ

Οικογένεια ENTEROBACTERIACEAE

Περιλαμβάνει τις παρακάτω φυλές και γένη:

	Φυλές	Γένη
I.	<i>Escherichieae</i>	<i>Escherichia</i> <i>Edwardsiella</i> <i>Citrobacter</i> <i>Salmonella</i> <i>Shigella</i>
II.	<i>Klebsielleae</i>	<i>Klebsiella</i> <i>Enterobacter</i> <i>Hafnia</i> <i>Serratia</i>
III.	<i>Proteae</i>	<i>Proteus</i>
IV.	<i>Yersiniaeae</i>	<i>Yersinia</i>
V.	<i>Erwiniaeae</i>	<i>Erwinia</i>

Ο πίνακας 3.1.4. δίνει τους χαρακτήρες διαχωρισμού των φυλών.

Πίνακας 3.1.4. Χαρακτήρες διαχωρισμού των πέντε κύριων φυλών εντεροβακτηριοειδών

Χαρακτήρες	Φυλή I <i>Escherichieae</i>	Φυλή II <i>Klebsielleae</i>	Φυλή III <i>Proteae</i>	Φυλή IV <i>Yersiniaeae</i>	Φυλή V <i>Erwiniaeae</i>
M.R.	+	D	+	+	..
V.P.	-	D	D	-	D
Απαμίνωση φαινούλαλανίνης	-	-	+	-	D
Αναγωγή νιτρικών	+	+	+	+	D
Ουρεάση	-	D	D	D	-
Ανάπτυξη σε KCN	D	+	+	-	D
Άριστη θερμοκρασία αναπτύξεως	37°C	37°C	37°C	30-37°C	27-30°C

A. ΕΝΤΕΡΟΒΑΚΤΗΡΙΟΕΙΔΗ ΠΟΥ ΖΥΜΩΝΟΥΝ ΤΗ ΛΑΚΤΟΖΗ Ή ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΟΕΙΔΗ (COLIFORMS)

Τα κολοβακτηριοειδή περιλαμβάνουν αερόβια και ορισμένα αναερόβια αρνητικά κατά Gram, μη σπορογόνα, μικρού μήκους, ραβδόμορφα μικρόβια, που ζυμώνουν τη λακτόζη με ταυτόχρονη παραγωγή οξέος και αερίου σε θερμοκρασία 32-35°C σε 48 ώρες.

Όπως φαίνεται από τον ορισμό σαν κολοβακτηριοειδή ανιχνεύονται, αριθμούνται ή και ταυτοποιούνται εκείνα τα γένη τα οποία ζυμώνουν την λακτόζη σε 48 ώρες.

Στα κολοβακτηριοειδή περιλαμβάνονται μέλη των γενών *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* και *Citrobacter*.

Πιστεύεται, ότι τα κολοβακτηριοειδή είναι βακτήρια που βρίσκονται στο περιβάλλον του ανθρώπου και στις διάφορες κοιλότητες του ανθρώπινου οργανισμού, με σχέσεις συμβιώσεως-παραβιώσεως ή και

παρασιτισμού και γίνονται μερικές φορές παθογόνοι.

Έτσι, διάφορα κολοβακτηριοειδή βρέθηκαν στο έντερο του ανθρώπου και των ζώων, στο έδαφος, στα φυτά, στα τσιγάρα, στο νερό, στα τρόφιμα και στα ποτά.

Για να πούμε ότι ένα μικρόβιο είναι εντερικής προελεύσεως πρέπει να ζει και να πολλαπλασιάζεται στο έντερο του ανθρώπου ή των ζώων. Έτσι, μετά από πολλές έρευνες διαπιστώθηκε, ότι κολοβακτηριοειδές εντερικής προελεύσεως πρέπει να θεωρείται η *Escherichia coli*.

Γένος *ESCHERICHIA*

α. Γενικά χαρακτηριστικά

Ίσια ραβδιά, αρνητικά κατά Gram, κινητά με περίτριχα μαστίγια ή ακίνητα. Ζυμώνουν τη γλυκόζη και τους άλλους υδατάνθρακες και δίνουν πυρουβικό, που στη συνέχεια μετατρέπεται σε γαλακτικό, οξεικό και μυρμηκικό οξύ. Τμήμα του τελευταίου δίνει λισσές ποσότητες CO_2 και H_2 . Σε μερικές περιπτώσεις η ζύμωση της λακτόζης είναι αργή ή το ζάχαρο δεν ζυμώνεται καθόλου.

β. Ταξινόμηση και χαρακτηριστικά του είδους *E. coli*

Στο γένος *Escherichia* υπάγεται το τυπικό είδος *E. coli* (εικ. 2).

Είναι μικροοργανισμός προαιρετικά αναερόβιος και αερόβιος. Αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες από 5-46°C και έχει άριστο pH αναπτύξεως 7-7,2 (όρια 5,5-8).

Βρίσκεται στο κατώτερο τμήμα του εντέρου των θερμόαιμων ζώων.

Μερικά στελέχη παράγουν αιμολυσίνες, ενώ το 35% περίπου παράγει κολισίνες (ουσίες με αντιβιοτική δράση). Εκκρίνουν επίσης αποκαρβοξυλάσες και πενικιλινάση. Μερικά στελέχη παράγουν εντεροτοξίνες. Απομονώνεται, εκτός από τα κόπρανα και από διάφορες κοιλότητες του ανθρώπου οργανισμού, το δέρμα και τις παλάμες, από το έδαφος, το νερό, τον αέρα και τα διάφορα τρόφιμα.

Προκαλεί ουρολοιμώξεις, πυώδεις φλεγμονές και γαστρεντερίτιδα στον άνθρωπο. Είναι αίτιο της μαστίτιδας, ενώ προκαλεί και διά-

φορες εξωεντερικές παθήσεις στα πρόβατα και τις κατσίκες (αποβολές, μηνιγγοεγκεφαλίτιδες, πυονεφρίτιδες), στα γουρούνια (επιλόχειος σηψαμία), στα σκυλιά (ενδομητρίτιδα), στα άλογα (ενδομητρίτιδα) και τα πτηνά (χρόνια αναπνευστική νόσος, κολοβακτηριδιακό κοκκίωμα). Είναι επίσης αίτιο πολλών εντερικών παθήσεων και σηψαμιών στα νεογέννητα ζώα.

Ταυτοποιείται με τις δοκιμές IMViC, όπως δείχνει ο πίνακας 3.1.5.

Πίνακας 3.1.5. Ταυτοποίηση των κολοβακτηριοειδών*

Γένος	I	MR	VP	C	Mo	O	H ₂ S
<i>Escherichia</i>	d	+	-	-	+	d	-
<i>Klebsiella</i>	d	D	D	d	-	-	-
<i>Enterobacter</i>	-	-	+	+	+	+	-
<i>Citrobacter</i>	D	+	-	+	+	d	D

* + = θετικά, - = αρνητικά, D = διάφορες αντιδράσεις των ειδών, d = διάφορες αντιδράσεις βιοτύπων και στελεχών.

Γένος *KLEBSIELLA*

Αρνητικά κατά Gram, ακίνητα ραβδιά με κάψουλα. Ζυμώνουν τη γλυκόζη και δίνουν αέριο (η ποσότητα του CO₂ είναι περισσότερη από την ποσότητα του H₂), 2,3-βουτανοδιόλη, γαλακτικό, οξικό και μυρμηκικό οξύ και αιθανόλη.

Στο γένος *Klebsiella* υπάγονται τα είδη *K. pneumoniae*, *K. ozaenae* και *K. rhinoschleromatis*

Γένος *ENTEROBACTER*

Αρνητικά κατά Gram ραβδιά, κινητά με περίτριχα μαστίγια (εικ. 2), μερικά στελέχη με κάψουλα. Ζυμώνουν τη γλυκόζη και παράγουν οξύ και αέριο CO₂ + H₂ (αναλογία 2:1).

Στο γένος *Enterobacter* υπάγονται τα είδη *E. cloacae* και *E.*

aerogenes.

Είδη των γενών *Klebsiella* και *Enterobacter* είναι ένα από τα αίτια του πρώιμου φουσκώματος των τυριών. Προκαλούν επίσης δυσομίες σε τυριά και βούτυρο.

Γένος *CITROBACTER*

Αρνητικά κατά Gram ραβδιά, κινητά με περίτριχα μαστίγια. Ζυμώνουν τη γλυκόζη και παράγουν οξύ και αέριο $\text{CO}_2 + \text{H}_2$ (αναλογία 1:1).

Βρίσκονται στο νερό, στα τρόφιμα, στα κόπρανα και μερικοί τύποι προκαλούν τροφικές δηλητηριάσεις και άλλες μολύνσεις.

Στο γένος *Citrobacter* υπάγονται τα είδη *C. freundii* και *C. intermedius*.

B. ΆΛΛΑ ΜΕΛΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ ENTEROBACTERIACEAE

Γένος *SALMONELLA*

α. Γενικά χαρακτηριστικά

Αρνητικά κατά Gram ραβδιά, συνήθως κινητά με περίτριχα μαστίγια (εικ. 3). Παράγουν αέριο, με εξαίρεση την *S. typhi* και την *S. dublin*.

Απομονώνονται από γάλα και γαλακτοκομικά προϊόντα, από νερό, από θαλασσινά (οστρακοειδή, μύδια) και από τρόφιμα ζωικής προελεύσεως.

β. Ταξινόμηση των ειδών

Το γένος *Salmonella* περιλαμβάνει είδη που διαχωρίζονται σε ομάδες με βάση τις αντιγονικές τους διαφορές. Ο Kauffmann ταξινόμησε τις σαλμονέλλες σε 4 υπογένη, όπως φαίνεται στον πίνακα 3.1.6.

Στην τελευταία έκδοση του Bergey's Manual παρουσιάζονται σε πίνακα τα είδη σαλμονέλλας (ορότυποι) που είχαν περιγραφεί μέχρι το Δεκέμβριο του 1970. Ο πίνακας αυτός συντάχθηκε από το World Health Organization International Reference Centre for *Salmonella*, του Ινστιτούτου Pasteur του Παρισιού και χωρίζει τους ορότυπους

Πίνακας 3.1.6. Χαρακτήρες των υπογενών του γένους *Salmonella*

	I	II	III (Arizona)	IV
Δουλσιτόλη	+	+	-	+
Λακτόζη	-	-	+ ή x ^a	-
β-γαλακτοξειδάση	-	x	+	-
d-τρυγικό	+	-	-	-
Μηλονικό	-	+	+	-
Ζελατίνη	-	(+)	(+)	(+)
KCN	-	-	-	+

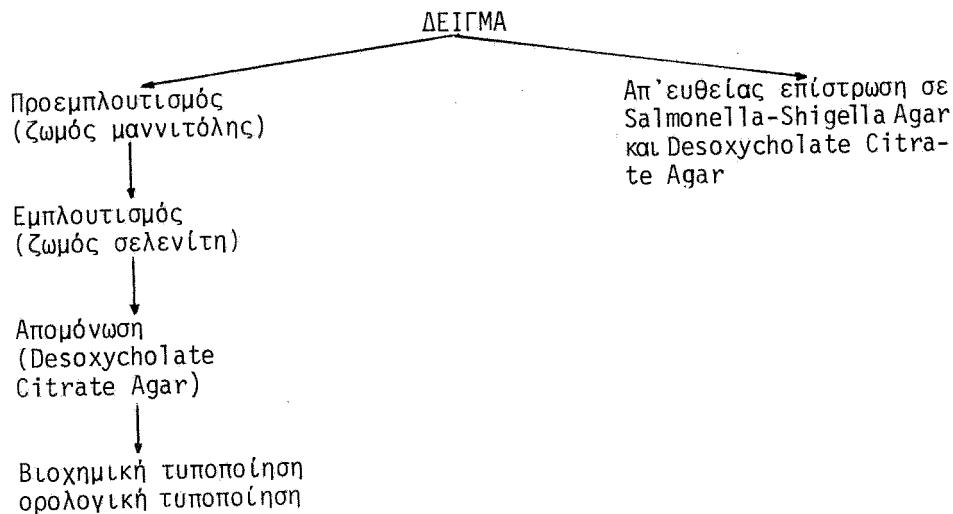
^a = Δοκιμή αργή ή ανώμαλα θετική

του γένους *Salmonella* σε 65 ομάδες, με πολλά είδη.

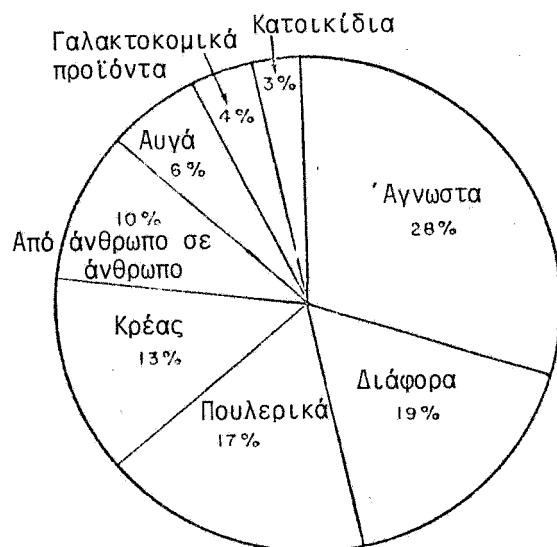
Από τα πιο γνωστά είδη σαλμονελλών η *Salmonella cholerae-suis* είναι παθογόνος για τον άνθρωπο και τα διάφορα ζώα. Η *S. typhi* μεταδίδεται με το νερό και τα κόπρανα του ανθρώπου και προκαλεί τυφοειδή (εντερικό) πυρετό στον άνθρωπο. Η *S. paratyphi-A* είναι επίσης παθογόνος μόνο για τον άνθρωπο. Η *S. schottmuelleri* προκαλεί εντερικό πυρετό στον άνθρωπο, ενώ σπάνια μολύνει τα ζώα. Η *S. typhimurium* προκαλεί επίσης μολύνσεις στον άνθρωπο και τα ζώα και είναι το πιο συχνό αίτιο τροφικών δηλητηριάσεων. Η *S. enteritidis* βρίσκεται συχνά στον άνθρωπο και τα ζώα. Η *S. gallinarum* απομονώνεται από τα κοτόπουλα και διάφορα πουλιά και προκαλεί τυφοειδή στα πτηνά. Οι *S. salamae*, *S. arizona* και *S. hauertae* απομονώνονται από διάφορες παθολογικές καταστάσεις. Η απομόνωση των σαλμονελλών από τα διάφορα τρόφιμα μπορεί να γίνει σύμφωνα με το σχήμα 1.

Τα ζώα (βοοειδή, πουλερικά, γουρούνια, πρόβατα και κατσίκες, σκύλοι, γάτες τρωκτικά, ερπετά, έντομα), οι ζωτροφές (κρεατάλευρα, ιχθυάλευρα), τα ζωικά τρόφιμα (αυγά και κρέας) και διάφορα φυτικής προελεύσεως τρόφιμα αποτελούν πηγές μολύνσεως του ανθρώπου με σαλμονέλλες. Τα πουλερικά, το κρέας, τα αυγά και τα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι οι σπουδαιότερες πηγές μολύνσεως, όπως δείχνει το σχήμα 2.

Σχήμα 1. Απομόνωση σαλμονελλών



Σχήμα 2. Πηγές μολύνσεως του ανθρώπου με σαλμονέλλες



Γένος *SHIGELLA*

α. Γενικά χαρακτηριστικά

Αρνητικά κατά Gram, ακίνητα ραβδιά, χωρίς κάψουλα. Ζυμώνουν τη γλυκόζη και τους άλλους υδατάνθρακες με την παραγωγή οξέος αλλά όχι αερίου.

Βρίσκονται στο έντερο του ανθρώπου και προκαλούν δυσεντερία. Συνήθως, δεν μεταδίδονται με τα τρόφιμα.

β. Ταξινόμηση των ειδών

Τα είδη του γένους *Shigella* διαχωρίζονται με βάση τους χαρακτήρες του πίνακα 3.1.7.

Πίνακας 3.1.7. Χαρακτήρες διαχωρισμού των ειδών του γένους *Shigella*

	1. <i>S. dysenteriae</i>	2. <i>S. flexneri</i>	3. <i>S. boydii</i>	4. <i>S. sonnei</i>
Λακτόζη (οξύ)	-	-	-	+
Μαννιτόλη	-	+	+	+
Σουκρόζη	-	-	-	(+)
Δουλειτόλη	d	-	d	-
Ξυλόζη	-	-	d	d
Ινδόλη	d	d	d	-
Ορνιθίνη	-	-	-	+
Αργινίνη	-	-	-	d

Προκαλούν αρρώστειες στον άνθρωπο, γνωστές ως Σιγγελλώσεις (δυσεντερία, γαστρεντερίτις).

Διακρίνονται δέκα ορότυποι της *S. dysenteriae*. Ο ορότυπος 1 παράγει εξωτοξίνη. Μεταδίδονται συνήθως με το νερό.

Στη *S. flexneri* αναγνωρίζονται εννέα ορότυποι που βρίσκονται στη φύση και σε εργαστηριακές καλλιέργειες. Σε νερό υδραγωγείου

βρέθηκε, ότι η *S. flexneri* επιβιώνει για 10 μέρες στους 42°C, 7 μέρες στους 37°C και 7 μέρες σε θερμοκρασία δωματίου.

Διακρίνονται τέλος δέκα πέντε ορότυποι της *S. boydii* και ένας της *S. sonnei*. Η τελευταία προκαλεί τροφικές δηλητηριάσεις.

Στο γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα οι σιγγέλλες μεταδίδονται από ανθρώπους φορείς και από το νερό. Επειδή οι μικροοργανισμοί αυτοί καταστρέφονται με την παστερίωση, η ανεύρεσή τους στο γάλα ή τα προϊόντα του υποδηλώνει ότι έγινε μόλυνση μετά την παστερίωση. Γάλα μολυσμένο με σιγγέλλες μπορεί να προκαλέσει τροφικές δηλητηριάσεις.

Γένος *SERRATIA*

α. Γενικά χαρακτηριστικά

Αρνητικά κατά Gram ραβδιά, κινητά με περίτριχα μαστίγια. Ζυμώνουν τη γλυκόζη χωρίς ή με παραγωγή μικρής ποσότητας αερίου. Πολλά στελέχη παράγουν ρόζ, κόκκινη ή φούξια χρωστική, ενώ άλλα δεν παράγουν.

β. Ταξινόμηση των ειδών

Ο πίνακας 3.1.8 δίνει τους χαρακτήρες διαχωρισμού του γένους *Serratia* από άλλα σχετικά γένη της οικογένειας *Enterobacteriaceae*.

Πίνακας 3.1.8. Διαχωρισμός του γένους *Serratia* από άλλα σχετικά γένη

	<i>Serratia</i>	<i>Klebsiella</i>	<i>Enterobacter</i>
Κινητικότητα	+	-	+
Αποκαρβοξυλάση της Ορνιθίνης	+	-	+
Σορβιτόλη	-	+	+
Κόκκινη χρωστική	D	-	-
DNase	+	-	-
Διυδρολάση της Αργινίνης	-	-	D

Στο γένος *Serratia* υπάγεται το είδος *Serratia marcescens*. Εχει απομονωθεί από νερό, έδαφος, τρόφιμα και από παθολογικά υλικά. Είναι μικρόβια σαπρόφυτα και δυνητικά παθογόνα.

Γένος *PROTEUS*

α. Γενικά χαρακτηριστικά

Αρνητικά κατά Gram ραβδιά, με έντονο πολυμορφισμό, κινητά με περίτριχα μαστίγια (εικ. 4). Παρουσιάζουν έντονη κινητικότητα στους 20°C, αλλά είναι ακίνητα στους 37°C. Δίνουν οξύ από τη γλυκόζη με ή χωρίς αέριο.

Είναι μικρόβια σαπρόφυτα, αλλά μερικά είδη προκαλούν αρρώστειες (γαστρεντερίτιδα - θερινή διάρροια, τροφικές δηλητηριάσεις, ουρολοιμώξεις κλπ.). Στα τρόφιμα μεταφέρονται από το έδαφος, τα φυτά και τα έντομα.

Πρώτες έχουν απομονωθεί από γάλα, τυρί φέτα, βούτυρο, νερό κλπ.

β. Ταξινόμηση και σημασία των ειδών

Στον πίνακα 3.1.9 δίνονται οι χαρακτήρες διαχωρισμού των ειδών του γένους *Proteus*.

Πίνακας 3.1.9. Χαρακτήρες διαχωρισμού των ειδών του γένους *Proteus*

	<i>P. vulga-</i> <i>ris</i>	<i>P. mirabi-</i> <i>lis</i>	<i>P. morga-</i> <i>nii</i>	<i>P. rett-</i> <i>geri</i>	<i>P. incon-</i> <i>stans</i>
Αέριο από γλυκόζη	+α	+	+	dβ	d
Ουρεάση	+	+	+	+	-
Παραγωγή ινδόλης	+	-c	+	+	+
Ρευστοποίηση της ζελατίνης	+	+	-	-	-
Παραγωγή H ₂ S	+	+	-	-	-
Αποκαρβοξυλάση της ορνιθίνης	-	+	+	-	-
Απαιτήσεις σε					
Νικοτινικό οξύ	+	+	+	-	-
Παντοθενικό οξύ	-	-	+	-	-

α = Περισσότερα από 90% θετικά, β = 89-11% θετικά, c = Λιγότερα από 10% θετικά