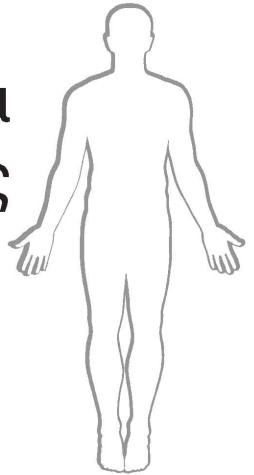


Μέρος Α: Εισαγωγή στη μικροβιολογία και στις λοιμώξεις



Βιολογία των μικροοργανισμών

1.1 Ταξινόμηση μικροοργανισμών	9
1.2 Μορφολογία και φυσιολογία των μικροοργανισμών	11
1.3 Το μικροβιακό περιβάλλον	13
Αυτοαξιολόγηση: ερωτήσεις	16
Αυτοαξιολόγηση: απαντήσεις	17

Επισκόπηση

Οι μικροοργανισμοί ταξινομούνται σε ομάδες, οι πιο σημαντικές από τις οποίες είναι το γένος και το είδος. Η ένταξη σε μια ομάδα (π.χ. ενός γένους) προϋποθέτει την ύπαρξη ενός βαθμού συγγενειας ή κοινών χαρακτηριστικών μεταξύ των μικροοργανισμών. Τα δομικά, μεταβολικά, γενετικά και ανοσολογικά χαρακτηριστικά των οργανισμών σε κάθε διαδοχική ομάδα γίνονται όλο και πιο σύνθετα. Σε αυτό το κεφάλαιο περιλαμβάνεται επίσης η οικολογία των μικροοργανισμών: πού απαντώνται τα υπεύθυνα είδη για την πρόκληση ασθενειών καθώς και οι αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον τους.

1.1 Ταξινόμηση μικροοργανισμών

Μαθησιακοί στόχοι

Θα πρέπει:

- να γνωρίζετε τις κυρίες ομάδες των μικροοργανισμών
- να κατανοείτε τα σημαντικά δομικά χαρακτηριστικά
- να αναπτύξετε τις κατάλληλες βάσεις, ώστε να κατανοήσετε τους μικροοργανισμούς ιατρικής σημασίας.

Ονοματολογία μικροοργανισμών

Όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί έχουν διπλή ονομασία, το όνομα του γένους τους, π.χ. *Staphylococcus*, και το ειδικό τους όνομα ή όνομα του είδους, π.χ. *aureus*. Καθένα από τα δύο ονόματα μπορεί να περιέχει στοιχεία για τον οργανισμό, τις ασθένειες που προκαλεί ή ακόμα και το όνομα του ανθρώπου που το ανακάλυψε. Τα ονόματα συνήθως προέρχονται από τα Λατινικά ή τα Ελληνικά και είτε είναι υπογραμμισμένα είτε τυπώνονται σε πλάγια γραφή. Μόνο το γένος γράφεται με κεφαλαίο γράμμα και το πρώτο γράμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη συντομογραφία του ονόματος του μικροοργανισμού. Επιπλέον, μπορεί να προστεθεί και ένα τρίτο όνομα ώστε να γίνει διάκριση μεταξύ των ποικιλιών. Μπορεί επίσης να υπάρχει ένα απλό όνομα ή ένα κοινά χρησιμοποιούμενο όνομα το οποίο προκύπτει από την ιστορική χρήση συνήθως σε μικροοργανισμούς που είναι σημαντικοί για την

ιατρική επιστήμη, π.χ. πνευμονιόκοκκος για τον *Streptococcus pneumoniae*. Έτσι, ένας μικροοργανισμός μπορεί να αναφέρεται με διαφορετικούς τρόπους όπως:

- *Staphylococcus aureus* (επιστημονικό όνομα)
- *S. aureus* (επιστημονική συντομογραφία)
- *Staph. aureus* (κοινό όνομα)
- *staphylococci* (όνομα ομάδας)
- *Staphylococcus sp.* (είδη του γένους *Staphylococcus* που δεν έχουν ακόμα ονομαστεί).

Τροποποίηση των ονομάτων

Τα ονόματα των μικροοργανισμών βρίσκονται υπό συνεχή αναθεώρηση και υφίστανται συχνά αλλαγές. Μπορεί να ομαδοποιηθούν σε ένα εντελώς νέο γένος ή μπορεί να μετακινηθούν σε μια προϋπάρχουσα ομάδα. Μερικές φορές τα είδη, ακόμα και ολόκληρα γένη, συγχωνεύονται. Ο κύριος λόγος για αυτό είναι η εφαρμογή κατά τα τελευταία χρόνια τεχνικών μοριακής βιολογίας όπως της εύρεσης της αλληλουχίας γονιδίων του 16sRNA και των τεχνικών υβριδοποίησης DNA που μετρούν τη γενετική συγγένεια στα μικροβιακά είδη. Οι ασυμφωνίες έχουν εξομαλυνθεί χρησιμοποιώντας πολλαπλές συμπληρωματικές μεθόδους μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται **πολυφασική ταξινόμηση**. Επιπλέον της αλλαγής των ονομάτων, οι μικροβιολόγοι που ασχολούνται με την ταξινόμηση είναι πλέον εφοδιασμένοι με ποιο αναλυτικές μεθόδους και όργανα, ώστε να δίνουν τα κατάλληλα ονόματα στους μικροοργανισμούς που έχουν πρόσφατα ανακαλυφθεί.

Οι κυριότερες κατηγορίες μικροοργανισμών

Οι μικροοργανισμοί συνήθως ταξινομούνται σε πέντε ομάδες. Οι παρασιτικοί έλμινθες, που σαφώς δεν είναι μικροσκοπικοί, περιλαμβάνονται ωστόσο σε αυτές τις ομάδες, εξαιτίας της ικανότητάς τους να μολύνουν και να προκαλούν λοιμώξεις. Οι ιοί περιλαμβάνονται σε αυτές τις ομάδες για τον ίδιο λόγο, αν και σύμφωνα με ορισμένους βιολόγους δεν θεωρούνται έμβια άντα, δεν έχουν δηλαδή ικανότητα αυτόνομη ύπαρξης ή αντιγραφής. Απλώς για πρακτικούς σκοπούς συμπεριφέρονται ως ζωντανοί οργανισμοί. Οι κύριες ομάδες των μικροοργανισμών είναι:

- βακτήρια
- μύκητες
- έλμινθες
- πρωτόζωα
- ιοί.

Ένα: Βιολογία των μικροοργανισμών

Βακτήρια

Τα βακτήρια είναι μονοκύτταροι οργανισμοί (**προκαρυωτικοί**) που περιέχουν και DNA και RNA, αλλά δεν έχουν καθορισμένο πυρήνα. Συνήθως έχουν κυτταρικό τοίχωμα και μπορεί να φέρουν και άλλα μεμβρανικά χαρακτηριστικά όπως τριχίδια, κροσσούς, μαστίγιο ή έλυτρο. Δεν έχουν μιτοχόνδρια ή άλλα οργανίδια που να περικλείονται από μεμβράνη. Τα βακτήρια μπορεί να χωρισθούν σε ομάδες με βάση τον τρόπο με τον οποίο προσλαμβάνουν χημικές χρωστικές γνωστές ως χρώσεις (π.χ. χρώση κατά Gram, χρώση Ziehl-Neelsen),

Χρώσεις

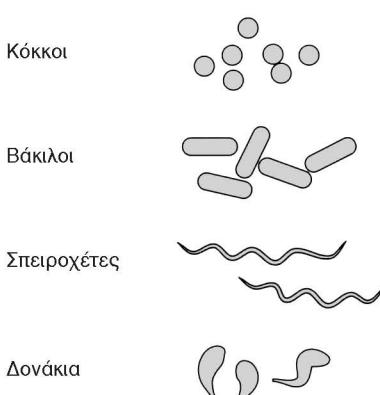
Η χρώση κατά Gram είναι η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη διαδικασία χρώσης στην ιατρική βακτηριολογία. Πολλά είδη ορίζονται σαφώς ως θετικά-Gram, π.χ. οι στρεπτόκοκκοι, ή αρνητικά-Gram, π.χ. η *Neisseria* sp. Μερικοί οργανισμοί βάφονται ασθενώς με τη χρώση Gram, αλλά χρωματίζονται με άλλες χρώσεις, έτσι ώστε να ανθίστανται στον αποχρωματισμό της αρχικής χρώσης με ισχυρό οξύ, όπως π.χ. οι οξεάντοχοι βακτήρια, που περιλαμβάνουν τα Μυκοβακτηρίδια.

Μορφολογία (σχήμα)

Τα βακτήρια εμφανίζουν τρία θεμελιώδη σχήματα: το σφαιρικό (κόκκος), το ραβδοειδές (βάκιλος) και το καμπυλόγραμμο ή ελικοειδές. (Εικ. 1). Η τελευταία ομάδα περιλαμβάνει ραβδοειδή βακτήρια με σχήμα δίκηνη «κόκματος» (Δονάκια) και με σπειροειδή σχήμα (σπειροχαίτες, *Spirillum* και *Campylobacter*). Τα μέλη των ομάδων αυτών εμφανίζουν μια ποικιλομορφία: για παράδειγμα οι κόκκοι μπορεί να σχηματίσουν ομάδες όπως το τσαμπί του σταφυλιού (σταφυλόκοκκοι), αλυσίδες (στρεπτόκοκκοι), ή ζεύγη (πνευμονιόκοκκοι, εντερόκοκκοι).

Τα βακτήρια τα οποία εμφανίζουν ενδιαφέρον για την ιατρική επιστήμη μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

- **Κόκκοι**
 - Gram- θετικά, π.χ. σταφυλόκοκκοι, στρεπτόκοκκοι
 - Gram- αρνητικά, π.χ. *Neisseria* sp.
- **Βακτηρίδια**
 - Gram- θετικά, π.χ. κλωστηρίδια, *Bacillus* spp., *Corynebacterium* spp.
 - Gram- αρνητικά, π.χ. *Escherichia coli*, *Pseudomonas* spp., *Haemophilus* spp.
 - Οξεάντοχα, π.χ. μυκοβακτηρίδια
- **Σπειροειδές ή ελικοειδές ράβδοι**
 - Gram- αρνητικά, π.χ. Δονάκια
 - Ασθενή Gram- αρνητικά, π.χ. σπειροχαίτες



Εικ. 1 Μορφολογία των βακτηρίων.

Γενετική

Οι μέθοδοι γενετικής ανάλυσης μπορούν να ταυτοποιήσουν τους παθογόνους μικροοργανισμούς από τα νουκλεϊκά οξέα που περιέχουν, π.χ. αλληλουχία γονιδίων του 16s ριβοσώματος.

Βιοχημεία

Τα μεταβολικά χαρακτηριστικά μπορούν να προσδιορισθούν στο εργαστήριο όπως επίσης οι απατήσεις για οιδυγόνο, το εύρος της θερμοκρασίας και του pH, οι πηγές άνθρακα και αζώτου κ.λπ. Τα χαρακτηριστικά αυτά συνήθως χρησιμοποιούνται για την διάκριση στενά συγγενών οργανισμών.

Ανοσολογικά χαρακτηριστικά

Τα αντιγόνα που υπάρχουν πάνω στην επιφάνεια των παθογόνων μπορεί να βοηθήσουν στην ταυτοποίηση ή στην ταξινόμηση σε υποκατηγορίες. Ορισμένα από τα πιο ανθεκτικά παθογόνα μπορούν να αλλάζουν τον αντιγονικό τους χαρακτήρα για να αποφύγουν ή να εκτρέψουν την άμυνα του ξενιστή.

Μύκητες

Οι μύκητες έχουν DNA και RNA, ένα σχηματισμένο πυρήνα και κυτταρικό τοίχωμα. Το όνομά τους χαρακτηρίζεται από δύο λέξεις (διώνυμο). Εντούτοις, επειδή όλοι οι μύκητες μπορούν να αναπαραχθούν ασεξουαλικώς(άφυλοι)(**αναμορφική μορφή**) και οι περισσότεροι αναπαράγονται επίσης σεξουαλικώς(εκλεκτοί) (**τελειομορφική μορφή**), μερικοί μύκητες φέρουν διαφορετικά ονόματα για την κάθε κατάσταση. Οι κλινικοί χρησιμοποιούν γενικώς το όνομα της αναμορφικής μορφής. Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι μυκήτων:

- Ζύμες: μικροί, στρογγυλοί μονοκύτταροι μύκητες, π.χ. *Candida* spp.
- Μούχλες: μύκητες που αναπτύσσονται σε νηματοειδές δομές (υφές) οι οποίες συμπλέκονται ώστε να σχηματίζουν μια μάζα (μυκίλιο), π.χ. *Mucor* sp., *Trichophyton* sp.

Δίμορφοι μύκητες: υπάρχουν και στις δύο μορφές συνήθως, μέσα στο ανθρώπινο σώμα βρίσκονται υπό τη μορφή της ζύμης και στο περιβάλλον υπό νηματοειδή μορφή, π.χ. *Histoplasma* sp., *Sporothrix* sp.

Ένα εναλλακτικό σύστημα ταξινόμησης των μυκήτων βασίζεται στα κλινικά σύνδρομα που δημιουργούν:

- Επιπολής μυκητιάσεις, π.χ. δερματόφυτα (*Trichophyton* sp.)
- Υποδόριες μυκητιάσεις, π.χ. *Sporothrix* sp.
- Συστηματικές/εν τω βάθει μυκητιάσεις, π.χ. *Histoplasma* sp.

Παράσιτα

Ο όρος παράσιτο ισποδηλώνει προσαρμογή της ζωής στο ή μέσα στο σώμα ανώτερων οργανισμών και μπορεί να περιλαμβάνει πρωτόζωα (σύνθετοι μονοκύτταροι οργανισμοί με σχηματισμένο πυρήνα και άλλα οργανίδια) και έλμινθες (σκώλικες, πολυκύτταροι οργανισμοί). Τα μέλη και των δύο ομάδων έχουν πολύπλοκους κύκλους ζωής.

Πρωτόζωα

Τα παρασιτικά πρωτόζωα περιλαμβάνουν:

- Σπορόζωα, π.χ. *Plasmodium* sp., *Toxoplasma gondii*, *Cryptosporidium* sp.

- Ριζόποδα, π.χ. *Entamoeba* sp., *Naegleria* sp., *Acanthamoeba* sp.
- Μαστιγοφόρα (φέροντα βλεφαρίδες):
 - του εντέρου, π.χ. *Trichomonas* sp., *Giardia lamblia*
 - του αίματος, π.χ. *Leismania* sp., *Trypanosoma* sp.
- άλλων συστημάτων, π.χ. *Pneumocystis carinii* (πλέον μύκητες).

Έλμινθες

Οι παρασιτικοί έλμινθες (σκώληκες) περιλαμβάνουν:

- Κεστώδεις (πλατυέλμινθες ή ταινίες), π.χ. *Taenia* sp., *Echinococcus* sp.,
- Νηματώδεις (νηματοειδείς σκώληκες), π.χ. *Trichinella* sp., *Ascaris* sp.
- Τρηματώδεις:
 - των ιστών, π.χ. *Fasciola hepatica*
 - του αίματος, π.χ. *Schistosoma* sp.

Ιοί

Οι ιοί είναι πολύ μικροί μικροοργανισμοί που περιέχουν είτε DNA είτε RNA. Μπορούν να αναπτυχθούν και να πολλαπλασιασθούν μόνο μέσα σε ένα ζωντανό κύτταρο. Συνήθως, οι ιοί που είναι σημαντικοί για την ιατρική επιστήμη παίρνουν το όνομά τους από την ασθένεια για την οποία ευθύνονται (μια συστηματική ονοματολογία δεν έχει γίνει ακόμη ευρέως αποδεκτή) ή από ιούς με τους οποίους συγγενεύουν γενετικά. Μέσα στις δύο κύριες τάξεις των DNA και RNA ιών υπάρχουν αρκετές διακρίτες ομάδες:

- Ιοί με μονόκλων DNA, π.χ. παρβοϊοί
- Ιοί με δίκλων DNA, π.χ. αδενοϊοί, ερπητοϊοί, ιοί της ευλογιάς
- Ιοί με μονόκλων RNA, π.χ. φλεβοϊοί, κοροναϊοί, ορθομυξοϊοί, παραμυξοϊοί, picornaviruses, ρετροϊοί, ροβδοϊοί.
- Ιοί με δίκλων RNA, π.χ. reoviruses
- Ιοί με τμήματα RNA, π.χ. arenaviruses

1.2 Μορφολογία και φυσιολογία των μικροοργανισμών

Μαθησιακοί στόχοι

Θα πρέπει:

- να κατανοείτε τα δομικά χαρακτηριστικά που είναι σημαντικά από ιατρική άποψης ή που χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση τους
- να γνωρίζετε πώς ο μεταβολισμός και η ανάπτυξη των μικροοργανισμών επηρεάζει τη λοιμογόνο δράση τους και τον έλεγχο τους.

Βακτήρια

Κυτταρικό τοίχωμα

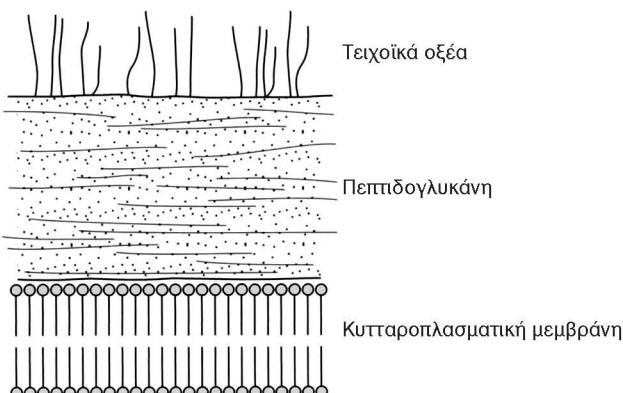
Όλα τα βακτήρια, εκτός από τα μυκοπλάσματα, έχουν ένα κυτταρικό τοίχωμα εξωτερικά της κυτταροπλασματικής μεμβράνης. Το κυτταρικό τοίχωμα περιέχει χαρακτηριστικά μόρια τα οποία είναι σημαντικά για τη λοιμογόνο δράση του βακτηρίου και την παραγωγή αντισωμάτων από τον ασθενή. Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι κυτταρικού τοιχώματος, που μπορούν να διακριθούν από το βαθμό πρόσληψης και επομένως χρώσης με χημικές βαφές ή χρώσεις όπως η χρώση κατά Gram ή χρώση Ziehl-Neelsen.

Κυτταρικό τοίχωμα Gram-θετικών βακτηρίων

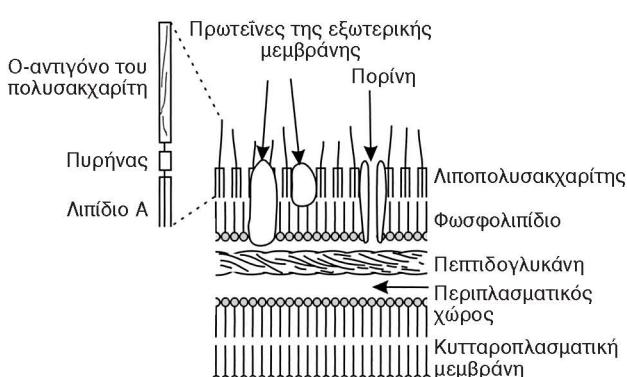
Το κυτταρικό τοίχωμα των Gram-θετικών βακτηρίων περιέχει ένα παχύ στρώμα πεπτιδογλυκάνης, που είναι ένα πολυμερές από N-ακετυλο-μουραμικό οξύ και N-ακετυλογλυκαζαμίνη δίκινη «σάκου» (Εικ. 2). Αυτό προσδίδει ανθεκτικότητα στο κύτταρο και το βοηθά να αντέχει σε αλλαγές της οσμωτικής πίεσης. Με τη χρώση κατά Gram, αυτή η στιβάδα εμποδίζει την απομάκρυνση της χρωστικής του κρυσταλλικού ιώδους από οργανικό διαλύτη. Εξωτερικά το τοίχωμα αποτελείται από τειχοϊκά οξέα.

Κυτταρικό τοίχωμα Gram-αρνητικών βακτηρίων

Στα Gram-αρνητικά βακτήρια, η στιβάδα της πεπτιδογλυκάνης είναι πολύ λεπτότερη (Εικ. 3) και δεν εμποδίζει την απομάκρυνση της χρωστικής από οργανικό διαλύτη. Εξωτερικά της στιβάδας πεπτιδογλυκάνης υπάρχει μια άλλη στιβάδα, μια εξειδίκευμένη μεμβράνη, αποτελούμενη από λιποπρωτεΐνες. Στην εξωτερική επιφάνεια της μεμβράνης υπάρχουν σύμπλοκα μόρια γνωστά ως λιποπολυσακχαρίτες. Ο λιποπολυσακχαρίτης περιέχει μια υδατανθρακική αλυσίδα μεταβλητού μήκους που περιλαμβάνει επαναλαμβανόμενες μονάδες σακχάρων, οι οποίες δομούν το αντιγόνο Ο. Αυτές οι αλυσίδες ποικίλλουν ανάμεσα στα είδη των βακτηρίων και αναγνωρίζονται από τη συγκόλλησή τους με συγκεκριμένους αντιορούς (ορότυποι) για κάθε τύπο του αντιγόνου Ο. Ανάμεσα σε αυτές τις δύο στιβάδες βρίσκεται ο περιπλασμικός χώρος. Η πρόσβαση στον περιπλασματικό χώρο ρυθμίζεται από τα μόρια πορίνης που απεικονίζονται στην Εικόνα 3.



Εικ. 2 Το κυτταρικό τοίχωμα των Gram-θετικών βακτηρίων.



Εικ. 3 Το κυτταρικό τοίχωμα των Gram-αρνητικών βακτηρίων.

Ένα: Βιολογία των μικροοργανισμών

Οξεάντοχα βακτήρια

Τα οξεάντοχα βακτήρια είναι ισχυρώς αδιαπέραστα στις χρωστικές και στους οργανικούς διαλύτες εξαιτίας ενός κηρώδους στρώματος στο κυτταρικό τοίχωμα. Για τη χρώση τους απαιτούνται ειδικές διαδικασίες, όπως η μέθοδος Ziehl-Neelsen.

Κυτταρική μεμβράνη

Στα περισσότερα είδη, η κυτταρική μεμβράνη περικλείεται από το κυτταρικό τοίχωμα. Εντούτοις, τα μυκοπλάσματα δεν έχουν κυτταρικό τοίχωμα και η κυτταρική τους μεμβράνη είναι εκτεθειμένη.

Έλυτρο

Μερικά είδη φέρουν ένα έλυτρο εξωτερικά του κυτταρικού τοιχώματος, αποτελούμενο από πολυσακχαρίτες. Αυτό το έλυτρο παρέχει αντίσταση στη φαγοκύτωση.

Τριχοειδείς ίνες και κροσσοί

Οι τριχοειδείς ίνες και κροσσοί είναι δομές σαν τριχίδια που προεξέχουν από την εξωτερική επιφάνεια μερικών βακτηριακών ειδών και βοηθούν στην προσκόλληση τους σε εξωτερικές επιφάνειες. (Εικ. 4).

Μαστίγιο

Τα μαστίγια είναι μακριές, λεπτές δομές που προεξέχουν από την επιφάνεια μερικών βακτηριών και είναι υπεύθυνες για τη κίνηση του μέσω της περιστροφής στο σημείο πρόσδεσης στο κύτταρο (Εικ. 4). Τα μαστίγια είναι σύνθετες δομές, ικανές για άμεσες αλλαγές στην κατεύθυνση της περιστροφικής κίνησης ως ανταπόκριση σε αλλαγές των περιβαλλοντικών συνθηκών.

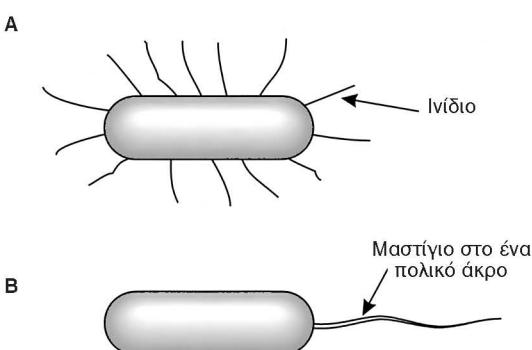
Σπόροι

Μερικά είδη βακτηρίων περιβάλλουν το DNA τους με ένα παχύ προστατευτικό περίβλημα σχηματίζοντας ένα σπόρο που μπορεί να επιβιώσει σε ακραίες φυσικές συνθήκες.

DNA

Το βακτηριακό DNA συνήθως παίρνει τη μορφή ενός μονού υπερελικωμένου χρωμοσώματος που μπορεί να συνοδεύεται από κυκλικά εξωχρωμοσωμικά τμήματα DNA, που ονομάζονται πλασμίδια. Το DNA μπορεί να μεταφέρεται μεταξύ των βακτηρίων με:

- μεταμόρφωση: πρόσληψη απογυμνωμένου βακτηριακού DNA διαμέσου του κυτταρικού τοίχωματος.



Εικ. 4 Εξωτερικά τριχίδια (A) και μαστίγιο (B) σε ένα βακτήριο.

- μεταγωγή: μεταφορά τμημάτων DNA από ιούς, που ονομάζονται βακτηριοφάγοι.
- σύζευξη: μεταφορά DNA μεταξύ βακτηρίων κατά μήκος ενός εξειδικευμένου σωλήνα («φυλετικού ινδίου»).

Μέχρι πρόσφατα, η γενετική ποικιλότητα στα βακτήρια θεωρείται ότι είχε προκύψει από αυτόματες μεταλλάξεις παρά από οριζόντια μεταφορά γονιδίων μεταξύ συγγενικών ειδών ή γενών. Ωστόσο, είναι πλέον γνωστό ότι μεγάλες αλληλουχίες γονιδίων μπορούν να μεταφερθούν άμεσα μεταξύ των βακτηριακών ειδών, κάτι που πιθανόν εξηγεί την ανάπτυξη χρωμοσωμικών «νησίδων παθογένειας».

Μεταβολισμός

Μια ποικιλία θρεπτικών ουσιών απαιτείται για ανάπτυξη και διάρρεση των βακτηρίων. Στο εργαστήριο αυτές οι ουσίες παρέχονται είτε σε υγρή μορφή (ζωμός) ή στερεά μορφή (ζωμός με άγαρ). Σημαντικοί παράγοντες για την ανάπτυξη είναι επίσης:

- η θερμοκρασία
- τα αέρια της ατμόσφαιρας του περιβάλλοντος
- το pH.

Τα πιο σημαντικά είδη βακτηρίων, από ιατρικής απόψεως, αναπτύσσονται σε θερμοκρασία ή πλησίον της θερμοκρασίας του ανθρωπίνου σώματος, 37°C, που είναι η συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη θερμοκρασία για την επώαση βακτηρίων από κλινικά δείγματα. Το αεριώδες μικροπεριβάλλον που απαιτείται για την ανάπτυξη των βακτηρίων μπορεί να είναι:

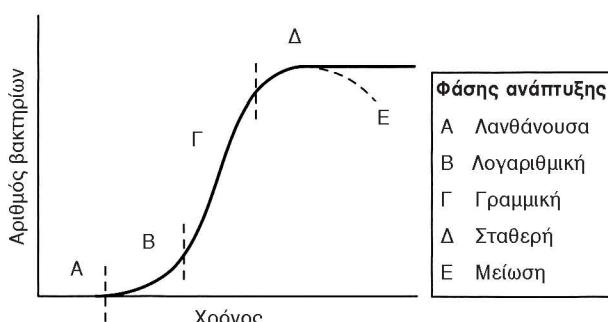
- αερόβιο: οξυγόνο
- αναερόβιο: απουσία οξυγόνου
- μικροαερόφιλο: χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου
- καπνόφιλο: διοξείδιο του άνθρακα.

Μερικά είδη προτιμούν όχινες ή βασικές συνθήκες ανάπτυξης.

Ανάπτυξη

Όταν οι διαθέσιμες θρεπτικές ουσίες για την ανάπτυξη των βακτηρίων είναι σε περιορισμένες ποσότητες (π.χ. στο θρεπτικό υλικό της καλλιέργειας), η ανάπτυξη ακολουθεί μια σειρά διακριτών σταδίων (Εικ. 5).

1. Λανθάνουσα φάση: καμία αύξηση στον αριθμό των κυττάρων ή το μέγεθος
2. Λογαριθμική (εκθετική) φάση: μέγιστη αύξηση του αριθμού των κυττάρων
3. Σταθερή φάση: καμία αύξηση του καθαρού αριθμού των κυττάρων ως αποτέλεσμα του περιορισμού των



Εικ. 5 Βακτηριακή καμπύλη ανάπτυξης: λανθάνουσα φάση (Α), εκθετική φάση (Β), γραμμική φάση (Γ), πλατώ ή σταθερή φάση (Δ), μείωση (Ε).