

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

Δ. ΜΟΣΙΑΛΟΣ (ΔΙΑΛΕΞΗ 1)

Διατροφική και Περιβαλλοντική Μικροβιολογία

Λέκτορας Δημήτρης Μόσιαλος

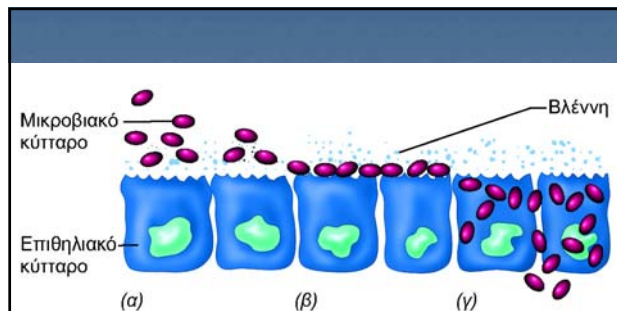
- Αλληλεπιδράσεις ανθρώπου-μικροβίων Brock Biology of microorganisms Κεφάλαιο 21
- Μικροβιακή οικολογία τροφίμων Food Microbiology-Fundamentals and Frontiers 2nd edition (edited by Michael P. Doyle) Κεφάλαιο 2 σελ. 13-17, 24-28 και Brock Biology of microorganisms 4.15
- Μικροβιολογία πόσιμου νερού και μικροβιακές νόσοι που μεταδίδονται με το νερό Microbial ecology of food commodities (ICMSF) σελ. 461-474, Brock 28.1 και 28.4-28.8.
- Εκτίμηση μικροβιολογικών κινδύνων και μέθοδοι ανίχνευσης παθογόνων στα τρόφιμα. Food Microbiology-Fundamentals and Frontiers 2nd edition Κεφάλαιο 4 και 38. Paper: Current opinion in Biotechnology 1999 10: 511-516
- Μικροβιακές νόσοι που μεταδίδονται με την τροφή Brock κεφάλαιο 29
- Συντήρηση τροφίμων (Φυσικές αντιμικροβιακές ουσίες, βακτηριοκίνες) Food Microbiology- Fundamentals and Frontiers
- Προβιοτικά και Πρεβιοτικά Food Microbiology- Fundamentals and Frontiers Κεφάλαιο 39

Αλληλεπίδραση ανθρώπου-μικροβίων

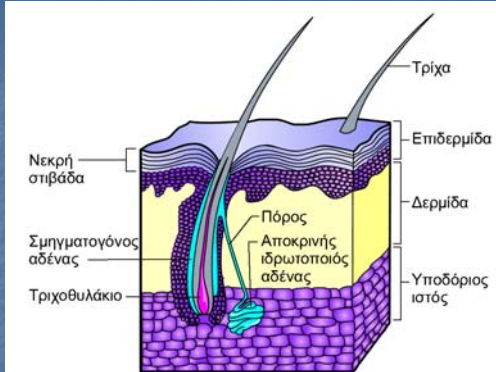
- Το ανθρώπινο σώμα είναι συνεχώς εκτεθειμένο σε μικροοργανισμούς. Εκατοντάδες διαφορετικά είδη μικροοργανισμών, αναπτύσσονται πάνω και μέσα στο σώμα μας και αποτελούν την φυσιολογική χλωρίδα. Οι περισσότεροι από αυτούς δεν είναι βλαβεροί.
- Οι οργανισμοί που ζουν πάνω και μέσα σε ένα ξενιστή και είναι βλαβεροί ονομάζονται παράσιτα. Τα μικροβιακά παράσιτα ονομάζονται παθογόνοι μικροοργανισμοί. Το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης ξενιστή-παράσιτου εξαρτάται από την παθογονικότητα του παρασίτου αλλά και την ανθεκτικότητα του ξενιστή.
- Οι όροι μόλυνση και ασθένεια δεν είναι ταυτόσημοι. Μόλυνση είναι η ανάπτυξη ενός μικροοργανισμού στον ξενιστή ανεξάρτητα από το εάν προκαλεί βλάβη στο ξενιστή ή όχι. Στην περίπτωση που προκαλεί βλάβη τότε ονομάζεται μικροβιακή ασθένεια

Το ανθρώπινο σώμα είναι ευνοϊκό ενδιαιτήμα για τους μικροοργανισμούς

- Το ανθρώπινο σώμα είναι πλούσιο σε οργανικά θρεπτικά συστατικά και αυξητικούς παράγοντες που χρειάζονται οι χημειοανότροφοι μικροοργανισμοί και παρέχει σχετικά σταθερές συνθήκες (pH, οσμωτική πίεση, θερμοκρασία)
- Κάθε όργανο και περιοχή του σώματος παρέχει διαφορετικές συνθήκες που ευνοούν την ανάπτυξη συγκεκριμένων μικροοργανισμών. Για παράδειγμα το σχετικά ξηρό δέρμα ευνοεί την ανάπτυξη του *Staphylococcus aureus* και το οξυγονωμένο περιβάλλον των πνευμόνων ευνοεί την ανάπτυξη του υποχρεωτικά αερόβιου βακτηρίου *Mycobacterium tuberculosis*
- Η μόλυνση συχνά ξεκινά από τους βλεννογόνους υμένες. Βρίσκονται σε πολλά μέρη του σώματος όπως το στόμα, τον φάρυγγα, αναπνευστικό σύστημα, το γαστρεντερικό και το ουρογεννητικό.



Εικόνα 21.1 Αλληλεπίδραση βακτηρίων με βλεννογόνους υμένες. (α) Χαλαρή σχέση. (β) Προσκόλληση. (γ) Διείσδυση στα επιθηλιακά κύτταρα κάτω από τη στιβάδα της Βλέννης.



Εικόνα 21.2 Το δέρμα του ανθρώπου. Οι μικροοργανισμοί εγκαθίστανται συνήθως στους ιδρωτοποιούς αδένες και στα τριχοθυλάκια.

Φυσιολογική χλωρίδα του δέρματος

- Το δέρμα είναι το πιο εκτεθειμένο όργανο του σώματος μας και έχει μία από τις μεγαλύτερες επιφάνειες (2 τετραγωνικά μέτρα). Οι περισσότεροι μικροοργανισμοί είναι συνδεδεμένοι άμεσα ή έμμεσα με τους ιδρωτοποιούς αδένες.
- Οι αποκρίσεις του δέρματος κοντά στους αποκρινείς αδένες είναι πλούσιες σε αμινοξέα, ουρία, γαλακτικό οξύ, άλατα και λιπίδια που αποτελούν ιδανικά υποστρώματα για την βακτηριακή ανάπτυξη. Οι θύλακες των τριχών αποτελούν για τον ίδιο λόγο ευνοϊκό περιβάλλον για τα βακτήρια
- Η φυσιολογική χλωρίδα του δέρματος αποτελείται από παροδικούς και μόνιμους πληθυσμούς μικροοργανισμών. Οι μόνιμοι πληθυσμοί αποτελούνται κυρίως από Gram-θετικά βακτήρια που ανήκουν στο γένος *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*
- Το βακτήριο *Propionibacterium acnes* συμβάλει στην εμφάνιση ακμής

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

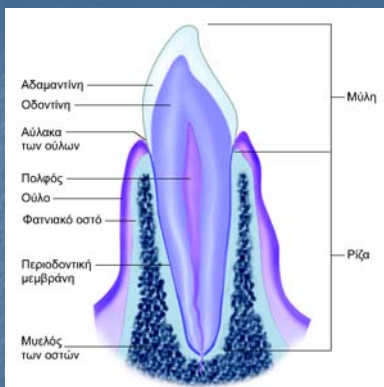
Δ. ΜΟΣΙΑΛΟΣ (ΔΙΑΛΕΞΗ 1)

Φυσιολογική χλωρίδα του δέρματος (συνέχεια)

- Τα Gram-αρνητικά βακτήρια αποτελούν ένα μικρό μέρος της φυσιολογικής χλωρίδας και είναι συνήθως εντεροβακτήρια όπως η *Escherichia coli*. Το *Acinetobacter* είναι επίσης Gram-αρνητικό βακτήριο που αποτελεί συχνά μέρος της χλωρίδας. Τα Gram-αρνητικά βακτήρια δεν μπορούν να ανταγωνιστούν τα Gram-θετικά βακτήρια τα οποία είναι καλύτερα προσαρμοσμένα για ανάπτυξη στο δέρμα.
- Οι μύκητες σπάνια βρίσκονται σε μεγάλους αριθμούς στο δέρμα εκτός από τον λιπόφιλο μύκητα *Pityrosporum ovale* που συναντάται κάποιες φορές στο τριχωτό της κεφαλής. Σε περιπτώσεις ανοσοκαταστολής εμφανίζονται μυκητιάσεις που οφείλονται σε *Candida spp.*
- Παράγοντες που επηρεάζουν την φυσιολογική χλωρίδα είναι: οι καιρικές συνθήκες, η ηλικία και η προσωπική υγιεινή

Φυσιολογική χλωρίδα της στοματικής κοιλότητας

- Η στοματική κοιλότητα αποτελεί ένα από τα πιο ετερογενή μικροβιακά ενδιαιτήματα του ανθρώπινου σώματος. Είναι συνεχώς εκτεθειμένη σε μικροοργανισμούς αλλά ταυτόχρονα το σάλιο περιέχει αντιμικροβιακούς παράγοντες όπως η λυσοζύμη. Η λυσοζύμη διασπά γλυκοζυτικούς δεσμούς της πεπτιδογλυκάνης των βακτηρίων.
- Η παρουσία υπολειμμάτων τροφής και νεκρών επιθηλιακών κυττάρων καθιστά την στοματική κοιλότητα ένα εξαιρετικά ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη μικροοργανισμών



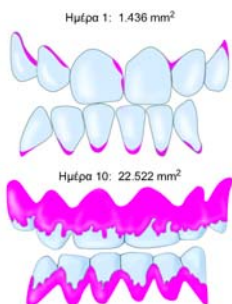
Εικόνα 21.3 Εγκάρσια τομή δοντιού και των γύρω ιστών που το συγκρατούν στο ούλο.

Δόντια και οδοντική πλάκα

- Πριν την έκφυση των δοντιών στο στόμα κυριαρχούν αεροανεκτικά αναερόβια βακτήρια όπως στρεπτόκοκκοι και λακτοβάκιλλοι. Μετά την έκφυση η ισορροπία της μικροχλωρίδας μετατοπίζεται προς καθαρά αναερόβια βακτήρια του γένους *Streptococcus* κυρίως *S. sobrinus* και *S. mutans* που αναπτύσσονται πάνω στα δόντια και σχηματίζουν την βακτηριακή πλάκα. Αν η πλάκα συνεχίζει να σχηματίζεται τότε αρχίζουν να αναπτύσσονται βακτήρια του γένους *Fusobacterium* και σπείροχαίτες του γένους *Borrelia*. Σε περιπτώσεις έντονης βακτηριακής πλάκας μπορούν να κυριαρχήσουν και νηματοειδείς αναερόβιοι οργανισμοί του γένους *Actinomyces*.



S. sobrinus



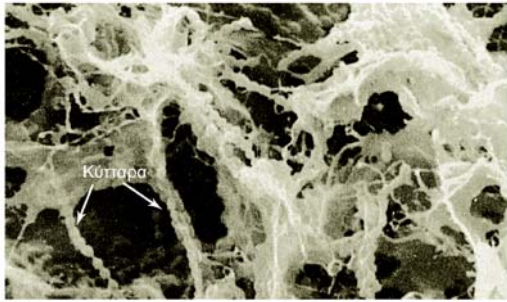
Εικόνα 21.5 Κατανομή της οδοντικής πλάκας (κόκκινο χρώμα), όπως αποκαλύπτεται από τη χρήση ειδικής χρωστικής, σε δόντια που βουρτσίζονται (πάνω) και σε δόντια που δεν βουρτσίζονται (κάτω). Οι αριθμοί (σε mm²) υποδεικνύουν τη συνολική επιφάνεια που καλύπτει η οδοντική πλάκα. Προσέξτε ότι οι περιοχές στις οποίες αναπτύσσεται η πλάκα βρίσκονται κατά προτίμηση κοντά στη γραμμή των ούλων, με πρώτες τις περιοχές που βρίσκονται ακριβώς δίπλα στους βλεννογόνους υμένες των ούλων.

Τερηδόνα

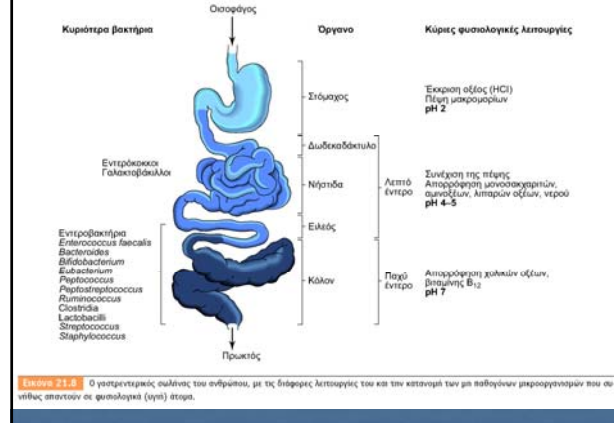
- Η τερηδόνα είναι μία μολυσματική ασθένεια που προκαλείται από μικροοργανισμούς. Διατροφή που περιέχει μεγάλες ποσότητες σακχάρων αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης τερηδόνας γιατί κάποια βακτήρια τα ζυμώνουν και παράγουν οξέα όπως το γαλακτικό οξύ. Η παραγωγή οξέων απασβεστώνει το σμάλτο των δοντιών και τα καθιστά ευάλωτα σε πρωτοελυτικά βακτηριακά ένζυμα. Το φθόριο που περιέχεται στο πόσιμο νερό και σε οδοντόκρεμες προστατεύει το σμάλτο από την απασβεστώση. Δύο είδη βακτηρίων εμπλέκονται κυρίως στην δημιουργία τερηδόνας: ο *Streptococcus sobrinus* και ο *Streptococcus mutans*. Το δεύτερο παράγει μέσω καταβολισμού της ζάχαρης τον πολυσακχαρίτη δεξτράνη που του επιτρέπει να προσκολλάται καλύτερα στα δόντια.
- Βακτηριακές μολύνσεις είναι ακόμα υπεύθυνες για προβλήματα ουλίτιδας καθώς και περιοδοντίτιδας (καταστροφή του περιοδοντικού οστικού ιστού). Κάποια από τα γένη που προκαλούν αυτά τα προβλήματα είναι τα αναερόβια *Carnoytorhaga* και τα αερόβια *Rotifia*

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

Δ. ΜΟΣΙΑΛΟΣ (ΔΙΑΛΕΞΗ 1)



Εικόνα 21.7 Τερηδογόνα βακτήρια *S. sobitopus*, όπως φαίνονται σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης. Η ιδιαίτερα κολλώδης δεξτράνη διατρεί συνδεμένα τα κύτταρα, τα οποία σχηματίζουν νημάτια. Κάθε κύτταρο έχει διάμετρο 1 μm περίπου.

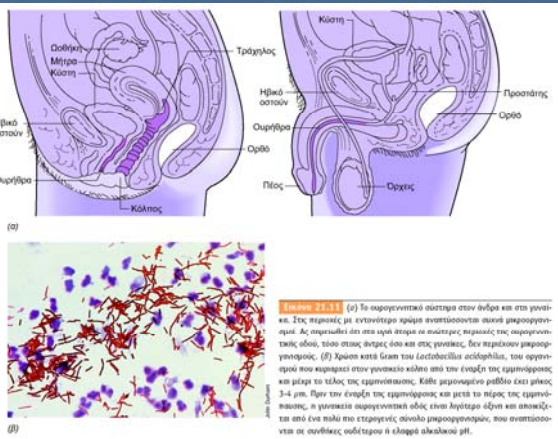


Φυσιολογική χλωρίδα του γαστρεντερικού συστήματος

- Το γαστρεντερικό σύστημα αποτελείται από το στομάχι, το λεπτό και το παχύ έντερο. Το στομάχι έχει πολύ χαμηλό pH (2) και για αυτό τον λόγο τα περισσότερα βακτήρια δεν αναπτύσσονται σε αυτό. Μια εξαίρεση αποτελεί το *Helicobacter pylori*. Στο λεπτό έντερο τα βακτήρια βρίσκονται ανακατεμένα με τα προϊόντα της πέψης σε αρκετά μεγάλους αριθμούς (10^3-10^7 /gr).
- Στο παχύ έντερο υπάρχουν τεράστιοι αριθμοί βακτηρίων. Υπάρχουν προαιρετικά αερόβια όπως η *Escherichia coli* (συνήθως λιγότερα από 10^7 /gr) και αναερόβια βακτήρια του γένους *Clostridium* και *Bacteroides* σε τεράστιους αριθμούς ($10^{10}-10^{11}$ /gr εντερικού περιεχομένου).

Φυσιολογική χλωρίδα του γαστρεντερικού συστήματος (συνέχεια)

- Η εντερική χλωρίδα συμμετέχει σε σημαντικές μεταβολικές λειτουργίες όπως η παραγωγή βιταμινών (B12 και K) και η τροποποίηση στεροειδών που παράγονται στο ήπαρ και εισέρχονται στο έντερο ως χολικά άλατα.
- Άλλα προϊόντα του μεταβολισμού της εντερικής χλωρίδας είναι το μεθάνιο, υδρόθειο, βουτυρικό οξύ, αμίνες. Τα βακτήρια του παχέος εντέρου αποβάλλονται μέσω των κοπράνων και αναπληρώνονται συνεχώς. Έτσι το παχύ έντερο μοιάζει με χμειοστάτη.
- Στοματική χορήγηση αντιβιοτικών εκτός από την καταστροφή των παθολογικών βακτηρίων καταστρέφει και την φυσιολογική εντερική χλωρίδα επιτρέποντας κάποιες φορές την ανάπτυξη ευκαιριακών (opportunist) παθογόνων όπως βακτήρια του γένους *Proteus* και τον μύκητα *Candida albicans* στο γαστρεντερικό σύστημα.



Φυσιολογική χλωρίδα του ουρογεννητικού συστήματος

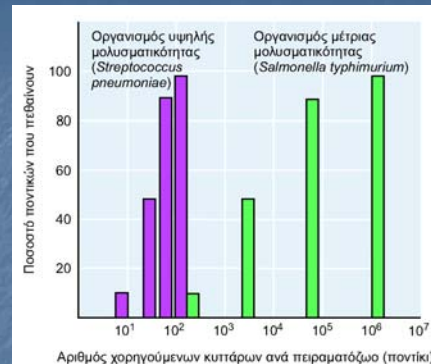
- Ο επιθηλιακός ιστός της ουρήθρας αποικίζεται από προαιρετικά αερόβια Gram-αρνητικά βακτήρια. Τα βακτήρια αυτά συμπεριλαμβανομένου της *E. coli* και του *Proteus mirabilis* αποτελούν μέρος της φυσιολογικής χλωρίδας αλλά κάτω από κάποιες συνθήκες (τοπική αλλαγή του pH) μπορούν να αναπτυχθούν σε μεγάλους αριθμούς και να προκαλέσουν ουρολοιμώξεις, ιδιαίτερα στις γυναίκες.
- Ο γυναικείος κόλπος ενήλικων γυναικών είναι ελαφρά όξινης και περιέχει σημαντικές ποσότητες γλυκογόνου. Το βακτήριο *Lactobacillus acidophilus* ζυμώνει το γλυκογόνο και παράγει γαλακτικό οξύ με αποτέλεσμα την μείωση του pH. Κάποιοι μύκητες του γένους *Torulopsis* και *Candida* μπορεί να βρίσκονται στον κόλπο. Πριν την εφηβεία ο κόλπος δεν περιέχει γλυκογόνο οπότε ο *Lactobacillus acidophilus* είναι απών και η χλωρίδα αποτελείται κυρίως από σταφυλόκοκκους και στρεπτόκοκκους.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

Δ. ΜΟΣΙΑΛΟΣ (ΔΙΑΛΕΞΗ 1)

Βλαβερές αλληλεπιδράσεις ανθρώπου-μικρόβιων

- Πολλοί μικροοργανισμοί όχι απλώς μολύνουν αλλά βλάπτουν τον ξενιστή τους χρησιμοποιώντας διαφορετικές στρατηγικές για να αυξήσουν την μολυσματικότητα τους (virulence). Η μολυσματικότητα μπορεί να εκτιμηθεί πειραματικά από μελέτες του LD₅₀ (lethal dose₅₀).
- Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί όταν διατηρούνται για μεγάλο διάστημα σε εργαστηριακές καλλιέργειες γίνονται λιγότερο μολυσματικοί εξαιτίας της επικράτησης μη-μολυσματικών μεταλλαγμάτων στον μικροβιακό πληθυσμό.
- Η μολυσματικότητα οφείλεται στην ικανότητα των παθογόνων να προκαλούν ασθένειες μέσω της τοξικότητάς τους (*Clostridium tetani*) και της ικανότητάς τους να εισβάλλουν στον ξενιστή και να αντιμετωπίζουν την ανοσοολογική του απόκριση (*Streptococcus pneumoniae*).



Εικόνα 21.15 Σηφαιτικές διαφορές στη μικροβιακή μολυσματικότητα, με βάση τον αριθμό των κυττάρων *Streptococcus pneumoniae* και *Salmonella typhimurium* που απαιτούνται για να θανατωθούν πειραματόζωα.

Παράγοντες μολυσματικότητας και τοξίνες

- Πολλοί μολυσματικοί παράγοντες είναι ένζυμα (πχ πρωτεάσες, λιπάσες, σαλουρονιδάση) που επιτρέπουν στο παθογόνο να αποικίσει τον ξενιστή και να αναπτυχθεί μέσα σε αυτόν.
- Οι διάφορες τοξίνες είναι επίσης μολυσματικοί παράγοντες που ενισχύουν την τοξικότητα του παθογόνου και προκαλούν άμεση βλάβη στον ξενιστή
- Οι τοξίνες διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες τις εξωτοξίνες, και τις ενδοτοξίνες.

Εξωτοξίνες

- Οι εξωτοξίνες είναι πρωτεΐνες που απελευθερώνονται εξωκυτταρικά κατά την διάρκεια ανάπτυξης του παθογόνου. Δεν παραμένουν μόνο στο σημείο μόλυνσης του παθογόνου αλλά μπορούν να μεταφερθούν σε άλλα όργανα και ιστούς του ξενιστή.
- Οι περισσότερες εξωτοξίνες ανήκουν σε μία από τις 3 κατηγορίες: κυτταρολυτικές, τοξίνες A-B και υπεραντιγονικές τοξίνες. Οι κυτταρολυτικές δρουν ενζυμικά και προκαλούν λύση του κυττάρου, οι τοξίνες A-B αποτελούνται από δύο υπομονάδες. Η υπομονάδα B συνήθως δεσμεύεται σε συγκεκριμένο κυτταρικό υποδοχέα και μεταφέρει την υπομονάδα A μέσα στο κύτταρο-στόχο. Οι υπεραντιγονικές τοξίνες υπερδιεγείρουν την ανοσοαπόκριση του ξενιστή με αποτέλεσμα εκτεταμένες φλεγμονώδεις αποκρίσεις.

Κυτταρολυτικές τοξίνες

- Οι κυτταρολυτικές τοξίνες δρουν στην κυτταροπλασματική μεμβράνη των κυττάρων προκαλών την λύση τους και κατά συνέπεια κυτταρικό θάνατο. Η δράση τους μπορεί να ανιχνευθεί με ερυθροκύτταρα για αυτό συχνά ονομάζονται αιμολυσίνες. Ένα παθογόνο που παράγει αιμολυσίνες εάν αναπτυχθεί σε θρεπτικό μέσο που περιέχει αίμα θα δώσει αποικίες που περιβάλλονται από ζώνη αιμόλυσης (καταστροφή των ερυθροκυττάρων που περιέχονται στο θρεπτικό μέσο).
- Οι κυτταρολυτικές τοξίνες επδρούν στα φωσφολιπίδια της κυτταροπλασματικής μεμβράνης του ξενιστή. Επειδή το φωσφολιπίδιο λεκιθίνη αποτελεί συχνά υπόστρωμα τους ονομάζονται και λεκιθινάσες ή φωσφολιπάσες. Αυτό δεν σημαίνει ότι όλες οι αιμολυσίνες είναι φωσφολιπάσες καθώς μπορεί να δρουν σε άλλα συστατικά της μεμβράνης (πχ στερόλες)

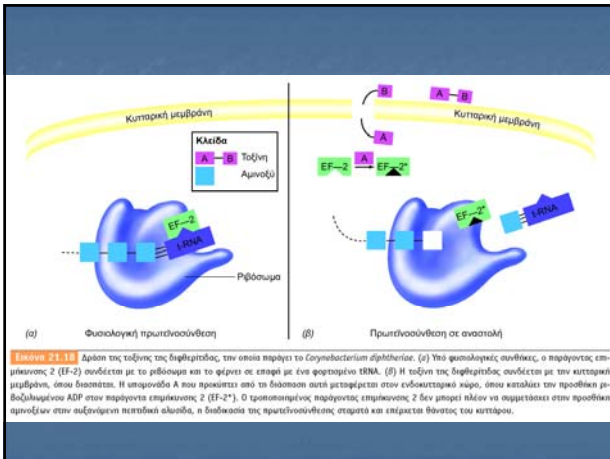


Τοξίνη της διφθερίτιδας

- Η τοξίνη αυτή παράγεται από το βακτήριο *Corynebacterium diphtheriae* και ανήκει στις A-B τοξίνες. Η τοξίνη αυτή εκκρίνεται από το βακτήριο ως ένα πολυπεπτιδίο 62 kDa. Το τμήμα του πολυπεπτιδίου που αντιστοιχεί στην υπομονάδα B δεσμεύεται σε έναν υποδοχέα του ξενιστή. Μετά την δεσμεύση, πρωτεόλυση του πολυπεπτιδίου επιτρέπει την είσοδο της υπομονάδας A μέσα στο κύτταρο. Η υπομονάδα A αδρανολογεί τον παράγοντα επιμήκυνσης-2 με αποτέλεσμα την καταστολή της πρωτεϊνσύνθεσης.
- Η παραγωγή της τοξίνης γίνεται μόνο από στελέχη τα οποία έχουν υποστεί τροποποίηση φαγού (που διαθέτει το γονίδιο tox) και μόνο σε συνθήκες έλλειψης σιδήρου.
- Η εξωτοξίνη A που παράγεται από την *Pseudomonas aeruginosa* έχει παρόμοιο τρόπο δράσης

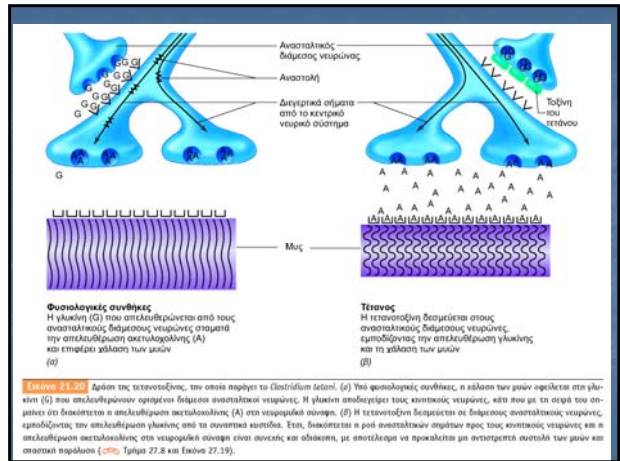
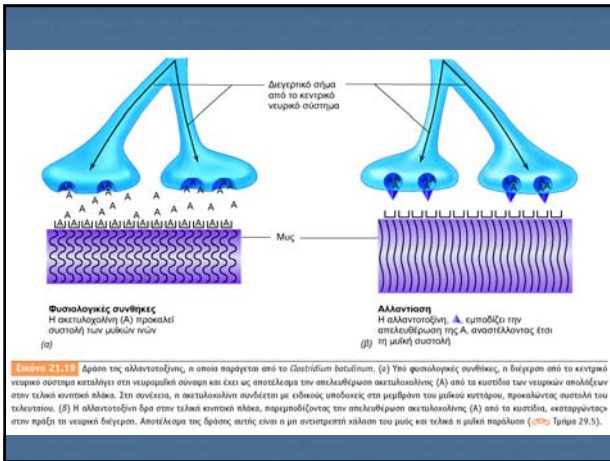
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

Δ. ΜΟΣΙΑΛΟΣ (ΔΙΑΛΕΞΗ 1)



Τοξίνες του τένανου και αλλαντίασης

- Οι τοξίνες αυτές παράγονται από τα υποχρεωτικά αναερόβια βακτήρια *Clostridium tetani* και *Clostridium botulinum*. Το *Clostridium botulinum* σπάνια αναπτύσσεται στο σώμα αλλά αντιθέτως αναπτύσσεται και παράγει τοξίνη σε μη καλώς συντηρημένα τρόφιμα. *Clostridium tetani* αναπτύσσεται σε βαθιές πληγές που του παρέχουν αναερόβιες συνθήκες. Η τοξίνη της αλλαντίασης ανήκει στις A-B τοξίνες, είναι από τις πιο επικίνδυνες γνωστές τοξίνες και προκαλεί τον θάνατο λόγω αναπνευστικής ανεπάρκειας καθώς μπλοκάρει τον νευροδιαβιβαστή ακετυλοχολίνη εμποδίζοντας την **σύσπαση των αναπνευστικών μυών**. Αντίθετα η τοξίνη του τένανου μπλοκάρει τον νευροδιαβιβαστή γλυκίνη που παράγεται από **ανασταλτικούς νευρώνες** που φυσιολογικά εμποδίζουν την ακατάχρητη μυϊκή σύσπαση με αποτέλεσμα την **συνέχιση σύσπαση των μυών και τον θάνατο λόγω ασφυξίας**.



Ενδοτοξίνες

- Τα Gram-αρνητικά βακτήρια παράγουν λιποπολυσακχαρώδες ως μέρος της εξωτερικής επιφάνειας του κυτταρικού τους τοιχώματος που σε κάποιες περιπτώσεις δρουν ως τοξίνες και λέγονται ενδοτοξίνες. Οι ενδοτοξίνες είναι πυρετογόνες γιατί διεγείρουν την απελευθέρωση από τα κύτταρα του ξενιστή κάποιων πρωτεϊνών (ενδογενή πυρετογόνα) που επηρεάζουν το θερμορυθμιστικό κέντρο του εγκεφάλου προκαλώντας πυρετό. Σε κάποιες περιπτώσεις προκαλούν διάρροια, πτώση του αριθμού των αιμοπεταλίων, των λεμφοκυττάρων και των λευκοκυττάρων καθώς και γενική φλεγμονή. Σε μεγάλες δόσεις μπορεί να προκαλέσουν θάνατο λόγω νέκρωσης ιστών και αιμορραγικού σοκ. Σε κάθε περίπτωση είναι λιγότερο τοξικές από τις εξωτοξίνες

Εργαστηριακή δοκιμή Limulus για ενδοτοξίνη

- Επειδή οι ενδοτοξίνες είναι πυρετογόνα, φαρμακευτικές ουσίες όπως αντιβιοτικά και ενδοφλέβια διαλύματα πρέπει να μην τις περιέχουν. Για αυτό το λόγο αναπτύχθηκε μια εργαστηριακή δοκιμή ανίχνευσης ενδοτοξίνων που χρησιμοποιεί αμοιβαδοκύτταρα του θαλάσσιου αρθρόποδου *Limulus polyphemus*. Οι ενδοτοξίνες προκαλούν λύση των κυττάρων αυτών σε απειροελάχιστες ποσότητες οπότε η δοκιμή αυτή χαρακτηρίζεται από εξαιρετική ευαισθησία. Η λύση των κυττάρων μπορεί να μετρηθεί ποσοτικά με την χρήση ενός φασματοφωτομέτρου. Προσοχή πρέπει να δοθεί ώστε να μην υπάρξει μόλυνση των διαλυμάτων και των αντιδραστηρίων που χρησιμοποιούνται από Gram-αρνητικά βακτήρια αφού ακόμα και 10 pg/ml ενδοτοξίνης μπορούν να ανιχνευθούν με την μέθοδο αυτή.

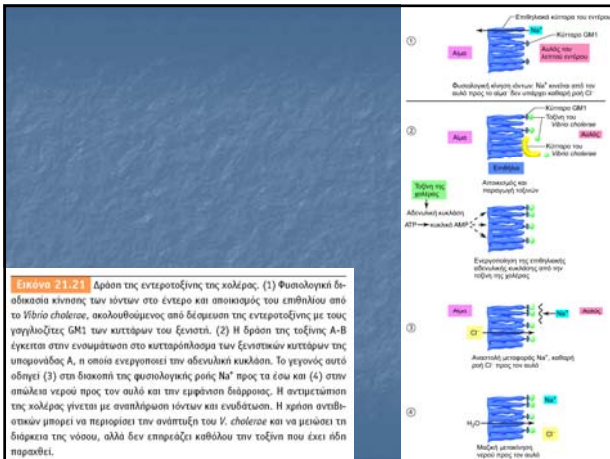
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

Δ. ΜΟΣΙΑΛΟΣ (ΔΙΑΛΕΞΗ 1)



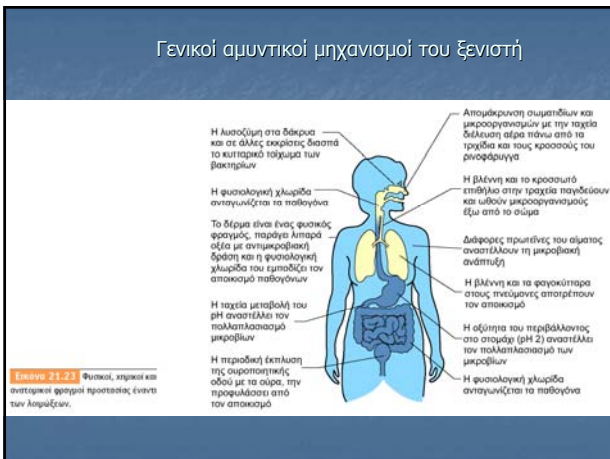
Εντεροτοξίνες

- Οι εντεροτοξίνες επιδρούν στο λεπτό έντερο προκαλώντας μαζική έκκριση νερού που οδηγεί σε διάρροια. Παράγονται από διάφορα βακτήρια όπως αυτά που προκαλούν τροφικές δηλητηριάσεις (*Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*) και άλλα εντεροπαθογόνα (*Salmonella enteritidis*, *Vibrio cholera*)
- Η τοξίνη της χολέρας που παράγεται από το *Vibrio cholera* είναι η καλύτερα μελετημένη εντεροτοξίνη. Ανήκει στις A-B τοξίνες και ενεργοποιεί το ένζυμο αδενυλική κυκλάση με αποτέλεσμα την υπερπαραγωγή cAMP. Στα θηλαστικά το μόριο αυτό εμπλέκεται στην δράση ορμονών, σε ανοσοαποκρίσεις (αλλεργικές αντιδράσεις) και φλεγμονές. Στην περίπτωση της χολέρας αυξημένα επίπεδα cAMP οδηγούν σε μεγάλη έκκριση ιόντων χλωρίου και διπτανθρακικών από τα κύτταρα του λεπτού εντέρου. Η αλλαγή της συγκέντρωσης των ιόντων οδηγεί σε ακατάσχετη διάρροια και σε κάποιες περιπτώσεις στο θάνατο λόγω αφυδάτωσης



Παράγοντες που επηρεάζουν την ανθεκτικότητα ενός ξενιστή

- Η ικανότητα ενός παθογόνου να προκαλεί ασθένεια ποικίλει ανάλογα με το ζωικό είδος που μολύνει και τον τρόπο επιμόλυνσης (πχ ο άνθρακας σκοτώνει αγελάδες, πρόβατα αλλά όχι τα πτηνά. Είναι θανατηφόρο παθογόνο στον άνθρωπο μόνο όταν μολύνει το αναπνευστικό του σύστημα μέσω αναπνοής)
- Άλλοι παράγοντες που καθορίζουν την ανθεκτικότητα σε ένα παθογόνο είναι: η ηλικία (υπερευαίσθηση των ηλικιωμένων σε λοιμώξεις του αναπνευστικού), το στρες (η έκκριση κορτιζόνης μειώνει την αντίσταση σε λοιμώξεις) και η διαίτα (πχ φτωχή σε πρωτεΐνες διατροφή προκαλεί ευκαριακές λοιμώξεις και μειωμένη ανθεκτικότητα στο *Vibrio cholera*).
- Γενετικές διαφορές από άτομο σε άτομο (πχ CCR5-Δ32 και μόλυνση με HIV, δρεπανοκυτταρική αναιμία και ελονοσία)



Μικροβιακή οικολογία τροφίμων

- Ως οικασύστημα ορίζεται το σύνολο των αβιοτικών παραγόντων του περιβάλλοντος και των οργανισμών που ζουν μέσα σε αυτό. Μικροβιακή οικολογία τροφίμων είναι η μελέτη των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μικροοργανισμών που αναπτύσσονται στα τρόφιμα και του άμεσου περιβάλλοντος τους. Το περιβάλλον των τροφίμων αποτελείται από ενδογενείς (οσμωτική πίεση, pH, θρεπτικά συστατικά, νερό) και εξωγενείς παραγόντες (θερμοκρασία, αέριο περιβάλλον, παρουσία μικροοργανισμών)
- Τα τρόφιμα σε πολλές περιπτώσεις χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη μικροπεριβάλλοντος όπου οι φυσικοχημικοί παράγοντες διαφέρουν σημαντικά ακόμα και μέσα σε μικρή απόσταση. Η διαφοροποίηση αυτή επηρεάζει την σύσταση της μικροβιακής χλωρίδας και τον ρυθμό ανάπτυξης της.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

Δ. ΜΟΣΙΑΛΟΣ (ΔΙΑΛΕΞΗ 1)

Ενδογενείς παράγοντες που επηρεάζουν την μικροβιακή ανάπτυξη

- Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη των βακτηρίων είναι το pH. Το ενδοκυτταρικό pH πρέπει να διατηρείται σχετικά σταθερό και πάνω από μια κρίσιμη τιμή η οποία έχει αποτέλεσμα την μετουσίωση των πρωτεϊνών ή την καταστροφή της **πρωτιογενετικής δύναμης**. Τα βακτήρια διαθέτουν πρωτείνες-αισθητήρες οι οποίες αντιλαμβάνονται τις αλλαγές του pH και σηματοδοτούν μια σειρά προσαρμογών του βακτηρίου.
- Τα βακτήρια διαθέτουν 3 διαφορετικούς μηχανισμούς απόκρισης στην αλλαγή του pH: την **ομοιοστατική** απόκριση, την απόκριση **ανοχής οξέων** και την σύνθεση **πρωτεϊνών όξινου σοκ**. Σε τιμή pH μεγαλύτερου από 6 η ομοιοστατική απόκριση τροποποιεί την δράση κυτταρικών αντλιών πρωτονίων και γενικά μηχανισμών ενεργητικής μεταφοράς του βακτηρίου με αποτέλεσμα την ρύθμιση του pH.

Απόκριση ανοχής οξέων και σύνθεση πρωτεϊνών όξινου σοκ

- Η απόκριση ανοχής οξέων (ATR) ενεργοποιείται σε τιμές pH 5,5-6 με αποτέλεσμα την επαγωγή ρυθμιστικών πρωτεϊνών (συστήματα 2 στοιχείων, παράγοντες σίγμα, Fur καταστολέα) που αλλάζουν την γονιδιακή έκφραση του κυττάρου και το βοηθούν να προσαρμόσει την φυσιολογία του στο όξινο pH.
- Η σύνθεση πρωτεϊνών όξινου σοκ επάγεται σε τιμές pH 3-5. Οι πρωτείνες αυτές πρέπει να δράσουν άμεσα και να προστατεύσουν το βακτήριο από το όξινο σοκ. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η πρωτεΐνη Dps που αλληλεπιδρά με το DNA και σχηματίζει συμπλέγματα τα οποία το προστατεύουν από το όξινο περιβάλλον.

Εξωγενείς παράγοντες που επηρεάζουν την μικροβιακή ανάπτυξη

- Η θερμοκρασία είναι ένας από τους σημαντικότερους εξωγενείς παράγοντες για την μικροβιακή ανάπτυξη και φυσιολογία
- Η μεταβολή της θερμοκρασίας επηρεάζει την γονιδιακή έκφραση των βακτηρίων. Έτσι βακτήρια τα οποία αναπτύσσονται πχ σε χαμηλές θερμοκρασίες δεν αναπτύσσονται απλώς πιο αργά αλλά έχουν και διαφορετική φυσιολογία από βακτήρια του ίδιου είδους που αναπτύσσονται στην βέλτιστη θερμοκρασία
- Ανάλογα με την βέλτιστη θερμοκρασία τα περισσότερα βακτήρια διακρίνονται σε: ψυχρόφιλα, (15-25 βαθμούς) μεσόφιλα (20-45) και θερμόφιλα (45-80)

Εξωγενείς παράγοντες που επηρεάζουν την μικροβιακή ανάπτυξη (συνέχεια)

- Σε χαμηλές θερμοκρασίες ένας συνηθισμένος μηχανισμός απόκρισης των βακτηρίων είναι η μεταβολή της σύνθεσης της κυτταρικής τους μεμβράνης ώστε να περιέχει μεγαλύτερα ποσά ακόρεστων λιπαρών οξέων που βοηθούν στην διατήρηση της ρευστότητας της. Η επαγωγή κάποιων πρωτεϊνών (CSP=cold shock proteins) βοηθά στην σωστή μετάφραση του mRNA σε χαμηλές θερμοκρασίες.
- Σε υψηλές θερμοκρασίες επάγονται οι HSP (heat shock proteins) οι οποίες δρουν ως μοριακοί συνοδοί (molecular chaperones) ή ως πρωτεάσες (GroEL, DnaK, Lon) και βοηθούν το κύτταρο να αποφύγει την μετουσίωση πρωτεϊνών ή τις βλαβερές συνέπειες της.

Αίσθηση μεγέθους πληθυσμού (quorum sensing)

Η ανακάλυψη της διακυτταρικής επικοινωνίας στα βακτήρια άλλαξε την αντίληψη ότι τα βακτήρια δρουν μεμονωμένα σε έναν πληθυσμό. Η επικοινωνία αυτή βοηθά στον συγχρονισμό της δράσης των βακτηρίων ενός πληθυσμού ώστε να δρουν συντονισμένα. Αυτό επιτυγχάνεται με την αίσθηση μεγέθους πληθυσμού.

Τα βακτήρια εκκρίνουν κάποια μόρια (λακτόνες της ομοσερίνης στα Gram-αρνητικά, πεπτιδία στα Gram-θετικά) σε μικρές ποσότητες, όσο αυξάνεται ο βακτηριακός πληθυσμός αυξάνεται και η συγκέντρωσή τους μέχρι να ξεπεράσει ένα συγκεκριμένο όριο που έχει ως αποτέλεσμα την επαγωγή γονιδίων σε **όλο το βακτηριακό πληθυσμό**

Τα γονίδια αυτά συμμετέχουν στην σπορίωση, την παραγωγή μολυσματικών παραγόντων, την δημιουργία βιοφίλμ, την παραγωγή φωτός (βιοφωταύγεια) κτλ με αποτέλεσμα την καλύτερη προσαρμογή των βακτηρίων στο περιβάλλον τους



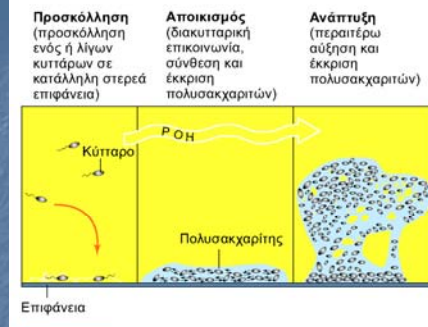
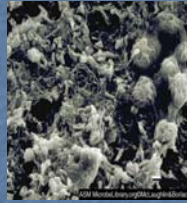
Εικόνα 8.22 Βακτήρια που εμφανίζουν βιοφωταύγεια λόγω του ενζύμου λουσιφεράση. Κύτταρα του βακτηρίου *Vibrio fischeri* τοποθετήθηκαν σε τρυβλίο Petri, πάνω σε θρεπτικό άγαρ, και επωστάθηκαν για 12 ώρες. Η φωτογραφία έχει ληφθεί μόνο με τη βοήθεια του φωτός που παράγουν τα βακτήρια.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

Δ. ΜΟΣΙΑΛΟΣ (ΔΙΑΛΕΞΗ 1)

Βιοφίλμ στα βακτήρια

- Στην κλασική μικροβιολογία η μελέτη των βακτηρίων γίνεται συχνά σε καθαρές υγρές καλλιέργειες όπου τα βακτήρια αναπτύσσονται πλαγκτονικά. Στην φύση όμως τις περισσότερες φορές τα βακτήρια αναπτύσσονται σε στερεές επιφάνειες σχηματίζοντας βιοφίλμ.
- Ως βιοφίλμ χαρακτηρίζεται μια μικροβιακή κοινότητα που αποτελείται από ένα ή περισσότερα βακτηριακά είδη τα οποία παράγουν εξωκυτταρικούς πολυσακχαρίτες που δημιουργούν μια προστατευτική κλίμα γύρω από τα βακτήρια και επιπλέον τα βοηθά να προσκολληθούν σε στερεές επιφάνειες. Τα βακτήρια σχηματίζουν μικροσκοπικές μέσα στο στρώμα των πολυσακχαριτών.
- Η δημιουργία βιοφίλμ από τα βακτήρια δημιουργεί πρακτικά προβλήματα καθώς βρίσκονται στα τρόφιμα, σε βιομηχανικό εξοπλισμό, ακόμα και μέσα στον ανθρώπινο σώμα. Η δημιουργία βιοφίλμ προσδίδει στα βακτήρια προστασία από περιβαλλοντικούς παράγοντες, αντιβιοτικά κτλ.



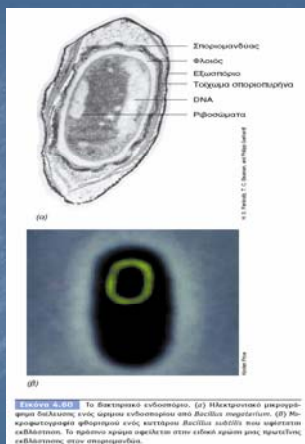
Εικόνα 19.5 Σχηματισμός βακτηριακού βιοφίλμ. Το βιοφίλμ αρχίζει να σχηματίζεται με την προσκόλληση λίγων κυττάρων, την οποία ακολουθεί πολλαπλασιασμός των βακτηρίων και έναρξη της διακυτταρικής επικοινωνίας. Κατόπιν λαμβάνει χώρα ο σχηματισμός πολυσακχαριτών, που γίνεται εντονότερος όσο επεκτείνεται το βιοφίλμ.

Σπορίωση

- Ορισμένα Gram-θετικά βακτήρια παράγουν ειδικές ενδοκυτταρικές δομές που καλούνται ενδοσπόρια μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται σπορίωση. Τα ενδοσπόρια εμφανίζουν ιδιαίτερη αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες και ανθεκτικότητα έναντι πολλών ισχυρών χημικών αντιδραστηρίων που καταστρέφουν τα συνήθη κύτταρα.
- Η δημιουργία ενδοσπορίων έχει σημασία στην μικροβιολογία τροφίμων γιατί σε πολλές περιπτώσεις δεν καταστρέφονται από τις συνηθισμένες μεθόδους επεξεργασίας των τροφίμων με αποτέλεσμα πιθανούς κινδύνους για τον καταναλωτή

Δομή των ενδοσπορίων

- Τα ενδοσπόρια είναι δομικά πολυπλοκότερα από τα βλαστικά κύτταρα εξαιτίας των πολλών στοιβάδων που περιέχουν. Η εξώτατη στοιβάδα είναι το **εξωσπόριο**, ένα λεπτό πρωτεϊνικό κάλυμμα. Το εξωσπόριο περικλείει τους **σποριομανδύες** που συνίστανται από στοιβάδες ειδικών πρωτεϊνών. Κάτω από τον σποριομανδύα βρίσκεται ο **φλοιός** αποτελούμενος από πεπτιδογλυκάνη και ακόμη πιο εσωτερικά ο **σποριοιουρήνας** ή πρωτοπλάστης σπορίου.
- Μία χημική ουσία χαρακτηριστική των ενδοσπορίων που απουσιάζει από τα βλαστικά κύτταρα είναι το διπικολινικό οξύ, η οποία εντοπίζεται στον σποριοιουρήνα. Το διπικολινικό οξύ συνδέεται με υψηλές συγκεντρώσεις ασβεστίου και το σύμπλοκο αυτό αποτελεί περίπου το 10% του ξηρού βάρους του ενδοσπορίου



Εικόνα 19.6 Το βακτηριακό ενδοσπόριο. (α) Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο δείχνει ενός τμήμα ενδοσπορίου από *Bacillus sporothium*. (β) Μικροφωτογραφία φθορισμού ενός κυττάρου *Bacillus subtilis* που φέρει τον εμβολιασμό. Το φθορισμό κερδίζει στον εμβολιασμό μιας πρωτεΐνης, ταβλάστης στον σποριοιουρήνα.

Ιδιότητες του σποριοιουρήνα

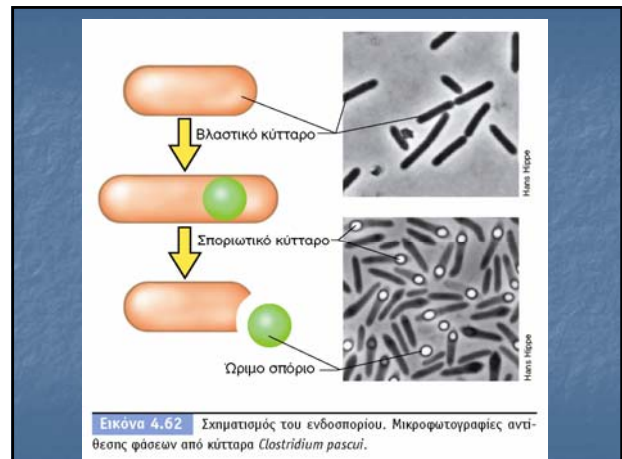
- Εκτός από το άφθονο διπικολινικό ασβέστιο που περιέχει ο σποριοιουρήνας έχει και άλλη μια πολύ σημαντική διαφορά από τα βλαστικά κύτταρα: βρίσκεται σε μερικώς αφυδατωμένη κατάσταση καθώς περιέχει 10-30% της ποσότητας νερού σε σχέση με το βλαστικό κύτταρο. Η αφυδάτωση του σποριοιουρήνα αυξάνει σημαντικά την θερμοανθεκτικότητα του και την αντοχή του έναντι χημικών παραγόντων.
- Άλλο χαρακτηριστικό του κυτταροπλάσματος του σποριοιουρήνα είναι το χαμηλότερο pH του σε σχέση με αυτό του βλαστικού κυττάρου και περιέχει υψηλά επίπεδα ειδικών πρωτεϊνών που όλες μαζί ονομάζονται μικρές οξεοδιαλυτές σποριοπρωτεΐνες (SASP) και έχουν τουλάχιστον δύο λειτουργίες: Την προστασία του DNA του σποριοιουρήνα και την χρησιμοποίηση τους ως πηγή ενέργειας κατά την εκβλάστηση

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

Δ. ΜΟΣΙΑΛΟΣ (ΔΙΑΛΕΞΗ 1)

Σχηματισμός ενδοσπορίου

- Η σπορίωση περιλαμβάνει μια πολύπλοκη σειρά συμβάντων κυτταρικής διαφοροποίησης. Σπορίωση δεν συμβαίνει κατά την εκθετική φάση ανάπτυξης αλλά μόνον όταν η αύξηση ανασταλεί λόγω έλλειψης θρεπτικών ουσιών (φάση στασιμότητας).
- Η μετάβαση από την βλαστική μορφή σε σπόριο κατά την σπορίωση διέπεται από μια σειρά γενετικά καθορισμένων αλλαγών. Μελέτες στον *Bacillus subtilis* έχουν δείξει ότι στην διαδικασία της σπορίωσης συμμετέχουν γύρω στα 200 γονίδια.



Μετατροπή σε βλαστικό κύτταρο

- Τα ενδοσπόρια μπορούν να μείνουν σε λανθάνουσα κατάσταση για πολλά χρόνια, αλλά μπορεί όταν το επιπρέψουν οι περιβαλλοντικές συνθήκες να μετατραπούν σε βλαστικό κύτταρο πολύ γρήγορα. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει 3 διακριτά στάδια: ενεργοποίηση, εκβλάστηση και αυξητική έκρηξη.
- Ενεργοποίηση μπορεί να συμβεί με την θέρμανση ενδοσπορίων για λίγο χρόνο σε υψηλή θερμοκρασία. Ακολουθεί η εκβλάστηση η οποία λαμβάνει χώρα σε διάστημα λεπτών και κατά την οποία εξαντλούνται το διπικολινικό ασβέστιο και οι SASPs. Το επόμενο στάδιο η αυξητική έκρηξη χαρακτηρίζεται από πρόσληψη νερού και σύνθεση νουκλεϊκών οξέων και πρωτεϊνών με αποτέλεσμα την διόγκωση του κυττάρου το οποίο τελικά αναδύεται από τον διερρηγμένο σποριομανδύα.

«Κλασσική» μικροβιολογία τροφίμων

- Ένας από τους πλέον κλασσικούς τρόπους υπολογισμού του βακτηριακού φόρτου στα τρόφιμα είναι η δειγματοληψία και η καλλιέργεια των βακτηρίων που περιέχονται σε αυτό σε στερεά θρεπτικά μέσα και ο υπολογισμός των μονάδων που σχηματίζουν αποικίες (colony forming units CFU). Η ικανότητα κάθε βακτηρίου να σχηματίζει αποικίες εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και αρκετές φορές τα βακτήρια εισέρχονται σε μια φάση που ονομάζεται βιώσιμη αλλά μη-καλλιεργήσιμη (VNC) με αποτέλεσμα να μην δημιουργούν αποικίες παρόλο που είναι ζωντανά. Το ίδιο συμβαίνει και με τραυματισμένα βακτήρια. Αυτό φυσικά δημιουργεί λάθος μετρήσεις του βακτηριακού φόρτου των τροφίμων.

Βακτηριακός τραυματισμός

- Τα βακτήρια μπορεί να τραυματιστούν αντί να θανατωθούν από την χρήση αντισηπτικών και περιβαλλοντικών παραγόντων όπως η θερμότητα, η ακτινοβολία κτλ. Ο βακτηριακός τραυματισμός έχει επιπτώσεις στην ασφάλεια τροφίμων για τους παρακάτω λόγους: Τα τραυματισμένα παθογόνα βακτήρια μπορεί να μην ανιχνευτούν κατά την διάρκεια δειγματοληπτικών ελέγχων και μέχρι να φτάσουν στον καταναλωτή μπορεί να έχουν «επιδιορθωθεί» με αποτέλεσμα να είναι ξανά μολυσματικά. Επίσης η μη ανίχνευση τους μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα όσον αφορά την αποτελεσματικότητα μεθόδων επεξεργασίας (πχ θερμική) των τροφίμων.
- Η «επιδιορθωση» των τραυματισμένων βακτηρίων απαιτεί εκ νέου σύνθεση πρωτεϊνών και νουκλεϊκών οξέων και μπορεί να επιτευχθεί και εργαστηριακά χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα θρεπτικά μέσα.

Βιώσιμα αλλά μη-καλλιεργήσιμα (VNC) βακτήρια

- Όπως αναφέρθηκε αρκετά βακτηριακά είδη υπάρχουν σε μια κατάσταση όπου ενώ είναι ζωντανά δεν μπορούν να καλλιεργηθούν με τις κλασσικές μικροβιολογικές μεθόδους. Η εισοδος σε αυτή την κατάσταση είναι μια στρατηγική επιβίωσης που ακολουθείται από βακτήρια που δεν σποριώνονται. Τα βακτήρια σε αυτή την κατάσταση έχουν διαφορετική μορφολογία.
- Η ύπαρξη των βακτηρίων αυτών και η διαφοροποίησή τους από νεκρά βακτήρια μπορεί να δείχτεί με την βοήθεια κυτταρολογικών μεθόδων πχ χρήση χρωστικών που φθορίζουν. Άλλος τρόπος διάκρισης είναι η χρήση του ιώδους του ιοδονιτροτετραζόλιου το οποίο ανάγεται από τα VNC βακτήρια και σχηματίζει αδιάλυτα συσσωματώματα που διακρίνονται στο μικροσκόπιο.
- Τα VNC βακτήρια επανέρχονται στην κατάσταση όπου μπορούν να καλλιεργηθούν μετά από αλλαγές της θερμοκρασίας ή διαθέσιμότητα θρεπτικών στο περιβάλλον.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

Δ. ΜΟΣΙΑΛΟΣ (ΔΙΑΛΕΞΗ 1)

Μικροβιολογία πόσιμου νερού

- Το νερό είναι το σπουδαιότερο ανόργανο συστατικό των ζωντανών κυττάρων και όλες οι μορφές ζωής στηρίζονται σε αυτό. Παρόλη την σημασία του για την ζωή το νερό εξακολουθεί να παραμένει ένας από τους πιο συχνούς τρόπους μετάδοσης ασθενειών και παιδικής θνησιμότητας ιδιαίτερα σε χώρες του τρίτου κόσμου. Μολυσματικοί οργανισμοί που μεταδίδονται με το νερό μπορεί να είναι βακτήρια, ιοί, μύκητες, πρωτόζωα και παράσιτα. Η προστασία των υδάτινων πόρων από οποιαδήποτε μόλυνση ή ρύπανση είναι πρωταρχικής σημασίας για την προστασία της δημόσιας υγείας. Διάφοροι οργανισμοί όπως ο παγκόσμιος οργανισμός υγείας, η ευρωπαϊκή ένωση κ.α. έχουν εκδώσει οδηγίες και ντιρεκτίβες για την διασφάλιση της ποιότητας και ασφάλειας του πόσιμου νερού. Σε τοπικό επίπεδο οι κυβερνήσεις κρατών και η τοπική αυτοδιοίκηση εξασφαλίζουν την εφαρμογή των κατάλληλων μέτρων.

Φυσιολογική χλωρίδα του πόσιμου νερού

- Οι πλέον συνηθισμένες πηγές πόσιμου νερού είναι τα ποτάμια και οι λίμνες (φυσικές και τεχνητές) λόγω των μεγάλων ποσοτήτων νερού που παρέχουν και της εύκολης πρόσβασης τους αλλά ταυτόχρονα οι πηγές αυτές είναι εκτεθειμένες σε κινδύνους μόλυνσης και ρύπανσης.
- Τα υπόγεια ύδατα φυσικών πηγών από την άλλη θεωρούνται εξαιρετικής ποιότητας από άποψη ασφάλειας λόγω της προστασίας που παρέχει το έδαφος από επιφανειακές πηγές μόλυνσης ή ρύπανσης. Η βακτηριακή ποιότητα αυτών των νερών είναι γενικά πολύ καλή σε σχέση με αυτή των επιφανειακών υδάτων. Συνήθως περιέχουν μια ποικιλία αβλαβών ετερότροφων βακτηρίων που ανήκουν στα γένη: *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Achromobacter* και *Chromobacterium*. Σε τροπικές περιοχές η χλωρίδα αυτή κυριαρχείται από μεσόφιλα και θερμοανεκτικά είδη και εμφανίζει ακόμη μεγαλύτερη ποικιλότητα

Κάποιοι από τους παθογόνους μικροοργανισμούς του νερού

- Παθογόνα βακτήρια που σχετίζονται με το νερό είναι: *Escherichia coli*, *Salmonella* spp, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonas hydrophila*
- Παθογόνοι ιοί περιλαμβάνουν: εντεροϊούς, αδενοϊούς, ρεοϊούς, ροταϊούς, ιός της ηπατίτιδας και ιός Norwalk
- Παθογόνα πρωτόζωα περιλαμβάνουν: *Entamoeba histolytica*, *Cryptosporidium parvum*, παρασιτικοί έλμινθες του γένους *Ascaris*.

Προεπεξεργασία πόσιμου νερού

- Τα επιφανειακά ύδατα προεξεργάζονται με την βοήθεια μηχανικών φίλτρων για την απομάκρυνση ξένων σωμάτων οργανικής και ανόργανης σύστασης και αποθηκεύονται σε τεχνητές ή φυσικές δεξαμενές. Κατά την αποθήκευση αυτή η έκθεση στο ηλιακό φως θανατώνει τους περισσότερους από τους παθογόνους μικροοργανισμούς και γενικότερα βοηθά στην βελτίωση της ποιότητας των υδάτων. Μεγάλο μέρος του οργανικού ή ανόργανου φόρτου που παραμένει μετά την προεπεξεργασία αποικοδομείται ή ιζηματοποιείται κατά την αποθήκευση

Φιλτράρισμα του νερού

- Το νερό μπορεί να φιλτραριστεί φυσικά (όχθες ποταμών) ή χρησιμοποιώντας στρώματα άμμου κατασκευασμένα από τον άνθρωπο. Η διαδικασία αυτή μειώνει περίπου 1000-10000 φορές τους μικροβιακούς πληθυσμούς στο νερό και καθώς επίσης και πολλές χημικές ενώσεις που περιέχονται σε αυτό
- Σε κάποιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται ενεργός άνθρακας για το φιλτράρισμα του νερού με σκοπό την βελτίωση της ποιότητας του. Με την διαδικασία αυτή απομακρύνονται ουσίες που επηρεάζουν την γεύση, την οσμή του νερού ή το χρώμα του. Το πρόβλημα με την μέθοδο αυτή είναι ότι μπορεί κάποιες φορές να χειροτερέψει την μικροβιολογική ποιότητα του νερού καθώς απελευθερώνονται στο νερό σωματίδια άνθρακα που περιέχουν βακτηριακά συσσωματώματα.

Απολύμανση του νερού

- Σκοπός της απολύμανσης του νερού είναι η καταστροφή όλων των παθογόνων ώστε να φτάσει ασφαλές στον καταναλωτή. Προκειμένου η απολύμανση να είναι αποτελεσματική θα πρέπει το νερό να είναι καθαρό και να μην περιέχει ουσίες που προστατεύουν τους μικροοργανισμούς ή αδρανοποιούν τις μεθόδους απολύμανσης.
- Η χλωρίωση είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος απολύμανσης του νερού. Χρησιμοποιείται αέριο χλώριο ή υποχλωριτής του νατρίου ή του ασβεστίου [NaOCl , Ca(OCl)_2] που αντιδρούν με το νερό και σχηματίζουν υποχλωριώδες οξύ (HOCl). Κατά την χλωρίωση το χλώριο αντιδρά με αμμωνία ή οργανικές αμίνες και σχηματίζει χλωραμίνες. Με την χλωρίωση πάνω από το 99,9% των βακτηρίων καταστρέφεται αλλά τα παράσιτα συνήθως επιβιώνουν στις συνηθισμένες συνθήκες χλωρίωσης. Η αποτελεσματικότητα της εξαρτάται από την δόση, τον χρόνο εφαρμογής, την παρουσία οργανικών ενώσεων.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

Δ. ΜΟΣΙΑΛΟΣ (ΔΙΑΛΕΞΗ 1)

Άλλες μέθοδοι απολύμανσης του νερού

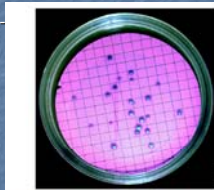
- Η χλωρίωση είναι αποτελεσματική αλλά ο σχηματισμός αλογονωμένων οργανικών ενώσεων δημιουργεί ερωτηματικά για το πόσο ασφαλής είναι.
- Η χρήση όζοντος είναι μια διαδεδομένη εναλλακτική μέθοδος αντί της χλωρίωσης. Το όζον έχει βακτηριοκτόνο και ιοκτόνο δράση και κάποιες μελέτες δείχνουν ότι μπορεί να σκοτώσει και παράσιτα. Η δράση του όζοντος οφείλεται στην δημιουργία ελεύθερων ριζών που αντιδρούν και καταστρέφουν τους μικροοργανισμούς. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου εξαρτάται από την ποιότητα του νερού. Σε αντίθεση με την χλωρίωση που η δράση της διαρκεί για αρκετό χρονικό διάστημα, η δράση του όζοντος είναι πιο περιορισμένη χρονικά και για αυτό υπάρχει η πιθανότητα μόλυνσης του νερού κατά την διανομή του.

Άλλες μέθοδοι απολύμανσης του νερού (συνέχεια)

- Η υπεριώδης ακτινοβολία (240-280 nm) είναι αποτελεσματική ενάντια σε μικροοργανισμούς αν και τα ενδοσπόρια είναι ανθεκτικά και δεν τα καταστρέφει. Έχει χρησιμοποιηθεί sporadικά ως μέθοδος απολύμανσης αν και πρέπει να σημειωθεί ότι τα πρωτόζωα είναι ανθεκτικά. Η αποτελεσματικότητα της εξαρτάται από την ποιότητα του νερού, τον ρυθμό ροής του και το βάθος του. Αντίθετως δεν εξαρτάται από την θερμοκρασία και το pH. Όπως και με το όζον η δράση της είναι χρονικά περιορισμένη και τραυματισμένα βακτηριακά κύτταρα μπορούν να «επιδιορθωθούν» σχετικά γρήγορα.

Ποιοτικός έλεγχος πόσιμου νερού

- Για τον ποιοτικό έλεγχο νερού χρησιμοποιούνται κάποιοι οργανισμικοί δείκτες που η παρουσία τους αποτελεί ένδειξη ότι το νερό μπορεί να είναι μολυσμένο. Οι οργανισμοί αυτοί σχετίζονται με το γαστρεντερικό σύστημα. Τέτοιοι οργανισμικοί δείκτες είναι συνήθως τα κολοβακτηριοειδή.
- Τα κολοβακτηριοειδή είναι Gram-αρνητικά, ραβδόμορφα βακτήρια που προκαλούν ζύμωση της γαλακτόζης, σχηματίζοντας στους 35° C αέριο μέσα σε 48 ώρες. Η *Escherichia coli* *Klebsiella pneumoniae* και *Enterobacter aerogenes* ανήκουν στα κολοβακτηριοειδή.
- Ανίχνευση τους στο νερό γίνεται ως εξής: Δείγμα νερού φιλτράρεται μέσα από μία μεμβράνη. Η μεμβράνη τοποθετείται σε θρεπτικό μέσο εοζίνης-κινουίου που μεθυλενίου που επιτρέπει επιλεκτικά την ανάπτυξη κολοβακτηριοειδών. Μετά μετρούνται οι βακτηριακές αποικίες και καθορίζεται η τιμή CFU/ml. Αν η τιμή αυτή ξεπερνά τα επιτρεπτά όρια το νερό θεωρείται μολυσμένο



Εικόνα 24.1. Αποικίες κολοβακτηρίων που αναπτύσσονται σε μεμβράνη-φίλτρο. Από το φίλτρο ένα δείγμα δείγμα πόσιμου νερού. Το φίλτρο τοποθετείται σε θρεπτικό μέσο ποιοτικού ελέγχου του πόσιμου νερού (E.O.). Το άνω μίγμα ενός είναι επιλεκτικό και ως έλεγχο διατηρούνται τα βακτήρια που ανήκουν στο όργανο της κοιλότητας (κολοβακτηρίων) (E.O.). Το κάτω μίγμα είναι θρεπτικό μέσο για τα κολοβακτηρίων. Κάθε αποικία αντιπροσωπεύει ένα δείγμα κολοβακτηρίων που υπάρχουν στο το φίλτρο δείγμα.

Μικροβιολογία εμφιαλωμένου νερού

- Το περισσότερο εμφιαλωμένο νερό στην αγορά φέρει την ονομασία φυσικό μεταλλικό νερό το οποίο διαφέρει από το υπόλοιπο πόσιμο νερό λόγω της χημικής του σύστασης (πχ ιχνοστοιχεία), την προέλευση του και το ενδεχόμενο όφελος για την υγεία που προκύπτει από την κατανάλωση του. Δεν μπορεί να υποστεί επεξεργασία παρά μόνο φιλτράρισμα και προσθήκη ή αφαίρεση ανθρακικού και η χημική του σύσταση πρέπει να παραμένει σχετικά σταθερή.
- Άλλα εμφιαλωμένα νερά στην αγορά φέρουν το όνομα επιτραπέζιο νερό. Τα ποιοτικά κριτήρια για αυτό το νερό είναι λιγότερο αυστηρά και μπορούν να υποστούν περαιτέρω επεξεργασία (πχ χλωρίωση). Σε καμία περίπτωση δεν μπορούν να διαφημιστούν ως ωφέλιμα για την υγεία τουλάχιστον στην Ε.Ε.. Η προέλευση τους μπορεί να είναι επιφανειακή σε αντίθεση από αυτή του φυσικού μεταλλικού νερού.

Μικροβιολογική χλωρίδα του εμφιαλωμένου φυσικού μεταλλικού νερού

- Αποτελείται κυρίως από Gram-αρνητικά βακτήρια όπως: *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium* και *Xanthomonas*. Κάποια Gram-θετικά βακτήρια μπορούν να απομονωθούν πχ *Micrococcus* και *Arthrobacter*. Τα αυτόχθονα αυτά βακτήρια έχουν περιορισμένες απαιτήσεις σε άζωτο και γενικά σε οργανικές ενώσεις. Περιέχονται σε μικρούς αριθμούς, συνήθως 10-100 CFU/ml.
- Μετά την εμφιάλωση η αυτόχθονη χλωρίδα αρχίζει και αναπτύσσεται μέσα στο μπουκάλι και μέχρι να φτάσει στον καταναλωτή είναι της τάξης των 10^4 - 10^5 CFU/ml. Οι λόγοι για αυτή την βακτηριακή ανάπτυξη μπορεί να είναι: Η προσκόλληση οργανικών θρεπτικών (ιδιαίτερα σε πλαστικά μπουκάλια) και η αύξηση του διαλυμένου στο νερό οξυγόνου κατά την εμφιάλωση. Η μικροβιολογική αυτή αύξηση στις περισσότερες περιπτώσεις δεν επηρεάζει την ποιότητα του νερού. Το ανθρακούχο μεταλλικό νερό περιέχει μικρότερο βακτηριακό φόρτο μετά την εμφιάλωση λόγω του χαμηλού του pH (3-4).

Μικροβιακές νόσοι που μεταδίδονται με το νερό

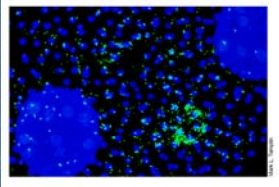
- Εκτός από το πόσιμο νερό μικροβιακές νόσοι μεταδίδονται και από νερό που βρίσκεται σε χώρους αναψυχής (πχ πισίνες, σιντριβάνια, παραλίες)
- Η χολέρα, ο τυφοειδής πυρετός, η νόσος των λεγεωνάριων, η κρυπτοσποριδίωση κ.α. είναι κάποιες από τις ασθένειες που θα εξετάσουμε εν συντομία.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

Δ. ΜΟΣΙΑΛΟΣ (ΔΙΑΛΕΞΗ 1)

Χολέρα

- Η χολέρα προκαλείται από το Gram-αρνητικό βακτήριο *Vibrio cholerae*, που μεταδίδεται σχεδόν πάντα από μολυσμένο νερό. Μερικές φορές η κατανάλωση τροφής (πχ θαλασσινά) μπορεί να προκαλέσει χολέρα. Η χολέρα είναι ενδημική στην Αφρική, Νοτιοανατολική Ασία, Ινδία, και την κεντρική και νότια Αμερική, ιδιαίτερα σε περιοχές όπου δεν υπάρχει αποχετευτικό σύστημα ή δεν συντηρείται σωστά. Σποραδικές περιπτώσεις χολέρας παρατηρούνται και σε δυτικές χώρες. Έλεγχος της χολέρας επιτυγχάνεται με σωστά μέτρα υγιεινής (σωστό αποχετευτικό σύστημα, βιολογικός καθαρισμός των ακαθάρτων νερών).



Εικόνα 20.9 Κύτταρα του *Vibrio cholerae* προκαλλέργει στον επιπέδωκο ενός υδατός, φαίνο, στο Μπαγκλαντές. Τα κύτταρα του *V. cholerae* κινούνται πρώτα με τα διαθέσιμα μονοκλωνικά αυτοκίβητες επιφανειακά φραγμούς του βακτηριακού κυττάρου. Το κίτρινο χρώμα οφείλεται στον φθοροφόρο της κληρονομιάς, ο που υπάρχει στο φαίνο.

Παθογένεση της χολέρας

- Κατάποση σημαντικής ποσότητας βακτηρίων *Vibrio cholerae* επιτρέπει την εγκατάστασή τους στο λεπτό έντερο όπου αρχίζουν να αναπτύσσονται. Μελέτες με εθελοντές έδειξαν ότι χρειάζονται 10^8 - 10^9 βακτήρια για να προκληθεί η ασθένεια. Το όξινο περιβάλλον του στομάχου δρα προστατευτικά και σε πειράματα δείχθηκε ότι όταν το στομάχι γίνεται λιγότερο όξινο τότε 10^4 βακτήρια αρκούν να προκαλέσουν χολέρα. Η μόλυνση μέσω τροφής έχει παρόμοιο αποτέλεσμα πιθανόν λόγω του προστατευτικού ρόλου της τροφής στο στομάχι.
- Μετά την προσκόλληση του *Vibrio* στα επιθηλιακά κύτταρα του λεπτού εντέρου αρχίζει να παράγεται η εντεροτοξίνη της χολέρας με αποτέλεσμα βαριά διάρροια. Λόγω της διάρροιας μπορούν να χαθούν έως 20 λίτρα νερού ημερησίως με αποτέλεσμα την αφυδάτωση του ασθενούς. Η θνησιμότητα της χολέρας μπορεί να φτάσει το 60% σε ασθενείς που δεν παρέχεται θεραπευτική αγωγή.

Διάγνωση και θεραπεία της χολέρας

- Διάγνωση της χολέρας γίνεται από την ανίχνευση του *Vibrio cholerae* στα κόπρανα ασθενών με σοβαρή διάρροια.
- Η θεραπεία της χολέρας όταν είναι αποτελεσματική μειώνει την θνησιμότητα στο 1%. Περιλαμβάνει χορήγηση αντιβιοτικών (ερυθρομικίνη, τετρακυκλίνη) η οποία πρέπει να συνοδεύεται από συμπτωματική αγωγή.
- Η συμπτωματική αγωγή γίνεται με χορήγηση άφθονου νερού που περιέχει: 20 gr γλυκόζης, 4,2 gr NaCl, 4 gr NaHCO_3 , 1,8 gr KCl σε κάθε λίτρο νερού ώστε να αναπληρωθούν οι χαμένοι ηλεκτρολύτες.

Τυφοειδής πυρετός

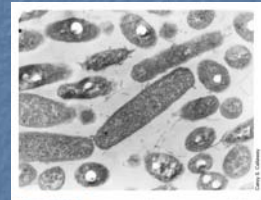
- Ο τυφοειδής πυρετός προκαλείται από το βακτήριο *Salmonella typhi*. Οι ασθενείς εμφανίζουν παρατεταμένο υψηλό πυρετό, κατάπτωση, ανορεξία, διάρροια και περίπου το 1/3 εμφανίζει εξάνθημα στο στήθος και την κοιλιακή χώρα. Η διάγνωση του τυφοειδούς πυρετού γίνεται με ανίχνευση της *Salmonella typhi* στα κόπρανα. Επίσης με ανοσολογικά τεστ γίνεται ανίχνευση αντισωμάτων στο αίμα ασθενών.
- Η θεραπεία περιλαμβάνει χορήγηση αντιβιοτικών (χλωραμφενικόλη, αμπικιλίνη, σιπροφλαξίνη). Πρόβλημα είναι η συνεχώς αυξανόμενη ανθεκτικότητα του βακτηρίου στα αντιβιοτικά.
- Στις δυτικές χώρες οι σωστές συνθήκες υγιεινής έχουν σχεδόν εξαφανίσει την ασθένεια αλλά στις αναπτυσσόμενες χώρες αποτελεί σοβαρό πρόβλημα.

Τυφοειδής πυρετός (συνέχεια)

- Ο τυφοειδής πυρετός εκτός από το νερό και την τροφή μεταδίδεται και από άνθρωπο σε άνθρωπο. Εικάζεται ότι ο μεγάλος λοιμός που έπληξε την Αθήνα τον 5ο αιώνα προ Χριστού ήταν επιδημία τυφοειδούς πυρετού. Η επιδημία αυτή είχε μεγάλη ιστορική σημασία καθώς σηματοδότησε το τέλος του «χρυσού αιώνα» του Περικλή.
- Οι διάφορες επιδημίες τυφοειδούς πυρετού που έπληξαν τους ευρωπαϊκούς πληθυσμούς πιθανόν αύξησαν τον αριθμό των ατόμων που πάσχουν από κυστική ίνωση (η πιο συχνή γενετική ασθένεια στους καυκάσιους). Οι φορείς της κυστικής ίνωσης εμφανίζουν ανθεκτικότητα στην προσβολή από τυφοειδή πυρετό καθώς το βακτήριο δεν μπορεί εύκολα να εισέλθει στο λεπτό έντερο.

Νόσος των λεγεωνάριων

- Η νόσος αυτή προκαλείται από το Gram-αρνητικό βακτήριο *Legionella pneumophila*. Το βακτήριο αυτό έχει υψηλές απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά, ιδιαίτερα σίδηρο, και αναπτύσσεται ενδοκυτταρικά σε μακροφάγα και μονοκύτταρα.
- Το βακτήριο αυτό αναγνωρίστηκε ως παθογόνο για πρώτη φορά το 1976 όταν διαπιστώθηκε ότι προκάλεσε πνευμονία σε πολλά άτομα που έλαβαν μέρος σε ένα συνέδριο βετεράνων του αμερικανικού στρατού. Συναντάτε σε μικρούς αριθμούς στο έδαφος και κυρίως στις λίμνες και τους χειμάρρους. Στον δυτικό κόσμο η νόσος αυτή αποτελεί σημαντικό πρόβλημα καθώς εξάρσεις της εντοπίζονται όλο και πιο συχνά λόγω της ευρείας χρήσης κλιματιστικών που παράγουν σταγονίδια νερού που φέρουν το βακτήριο.



Εικόνα 20.11 Παραρτήματα από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο φαίνο, του *Legionella pneumophila*. Τα κύτταρα είναι μήκος 0,5 μm περίπου.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

Δ. ΜΟΣΙΑΛΟΣ (ΔΙΑΛΕΞΗ 1)

Συμπτώματα, διάγνωση και θεραπεία

- Οι ασθενείς εμφανίζουν πυρετό, ρίγος και έντονο βήχα. Κάποιοι υποφέρουν από μυαλγία, πονοκέφαλο, ανορεξία, ατάξια και σε λίγες περιπτώσεις διάρροια και εμετό.
- Ηλικιωμένα άτομα, καπνιστές και άτομα σε ανοσοκαταστολή είναι πιο ευαίσθητα σε μολύνσεις.
- Η διάγνωση γίνεται με ανίχνευση του βακτηρίου σε πνευμονικές εκκρίσεις καθώς και με ανίχνευση αντισωμάτων στα ούρα. Ακτινογραφία θώρακος δεν έχει ιδιαίτερη διαγνωστική αξία.
- Η θεραπευτική αγωγή περιλαμβάνει αντιβιοτικά (ερυθρομυκίνη, κλαριθρομυκίνη, αζιθρομυκίνη) που εμφανίζουν μεγάλη διαπερατότητα της κυτταρικής μεμβράνης και μπορούν να εισέλθουν ενδοκυτταρικά.

Κρυπτοσποριδίωση

- Η ασθένεια αυτή προκαλείται από το πρωτόζωο *Cryptosporidium parvum* που αναπτύσσεται ενδοκυτταρικά στα επιθηλιακά κύτταρα του στομάχου και του εντέρου. Είναι μια από τις πλέον συχνές ασθένειες που μεταδίδονται από το νερό σε όλο τον κόσμο. Οι ωοκύστες του παρασίτου είναι αρκετά ανθεκτικές στην χλωρίωση και για αυτό πρέπει να απομακρυνθούν από το νερό με φιλτράρισμα και ιζηματοποίηση.
- 2-10 μέρες μετά την μόλυνση εμφανίζονται τα συμπτώματα που περιλαμβάνουν διάρροια, στομαχικούς πόνους και χαμηλό πυρετό. Κάποια άτομα είναι ασυμπτωματικά και μπορούν να μολύνουν άλλους. Σε άτομα με φυσιολογική ανοσοαπόκριση υπάρχει ίαση και τα συμπτώματα σταματούν μετά το πολύ 2 εβδομάδες. Αντίθετα σε ασθενείς του AIDS η μόλυνση μπορεί να απειλήσει την ζωή τους.

Διάγνωση και θεραπεία

- Η ανίχνευση ωοκυττών στα κόπρανα είναι το πιο συνηθισμένο διαγνωστικό εύρημα.
- Ουσιαστική θεραπεία ούτε υπάρχει ούτε είναι αναγκαία. Κάποια συμπτωματική θεραπεία περιλαμβάνει την πρόσληψη υγρών και ηλεκτρολυτών. Τα αντιβιοτικά τις περισσότερες φορές δεν βοηθούν και δίνονται μόνο σε άτομα με βαριά διάρροια που απειλείται η ζωή τους (μεγάλες δόσεις αζιθρομυκίνης συνήθως).

Ιογενής γαστρεντερίτιδα

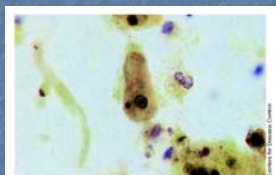
- Ιοί που ανήκουν στο γένος *Norovirus* με πιο γνωστό το ιό *Norwalk* είναι υπεύθυνοι για πάνω από το 50% των περιπτώσεων γαστρεντερίτιδας παγκοσμίως. Η ιογενής γαστρεντερίτιδα αυτού του τύπου χαρακτηρίζεται, από εμετό, διάρροια, κοιλιακούς πόνους και λιγότερο συχνά από μυαλγία, πονοκέφαλο και χαμηλό πυρετό. Τα συμπτώματα διαρκούν για μερικές μέρες. Οι ηλικιωμένοι, τα βρέφη και οι ασθενείς του AIDS μπορεί να κινδυνέψουν.
- Η διάγνωση γίνεται με την ανίχνευση αντισωμάτων ενάντια σε ισοωματικές πρωτεΐνες ή με PCR.
- Οι Νοροϊοί μεταδίδονται κυρίως με το νερό αλλά και από άνθρωπο σε άνθρωπο και μέσω της τροφής. Η χλωρίωση του νερού και οι ασφαλείς συνθήκες παρασκευής φαγητού επαρκούν να εμποδίσουν την εξάπλωση του. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η μεγάλη συχνότητα εμφάνισης γαστρεντερίτιδας που οφείλεται σε αυτούς τους ιούς σε κρουαζιέραπλοία.

Δυσεντερία

Η *Entamoeba histolytica* είναι ένα παθογόνο πρωτόζωο του ανθρώπου που προκαλεί δυσεντερία μετά από κατανάλωση μολυσμένου νερού. Οι κύστες της αμοιβάδας μετά από κατάποση εκπλαστώνουν και αναπτύσσονται μέσα και πάνω στα επιθηλιακά κύτταρα του εντέρου.

Πολλές μολύνσεις είναι ασυμπτωματικές αλλά συνεχόμενη ανάπτυξη της αμοιβάδας οδηγεί σε καταστροφή του εντερικού βλεννογόνου με αποτέλεσμα διάρροια και έντονο εντερικό πόνο. Ο πυρετός είναι ακόμη ένα σύμπτωμα καθώς και η αποβολή αίματος και βλέννας στα κόπρανα.

Εάν δεν αντιμετωπιστεί φαρμακευτικά, η αμοιβάδα μπορεί να μολύνει το συκώτι, τους πνεύμονες και τον εγκέφαλο και να οδηγήσει σε θάνατο. Πάνω από 100.000 άτομα πεθαίνουν ετησίως από δυσεντερία σε όλο τον κόσμο.



Εικόνα 23.11 Τροφζώιτις της *Entamoeba histolytica*, της αμοιβάδας που προξενεί η δυσεντερία. Οι μαζικές κίτρινες δομές είναι κελιά ερυθροκυττάρων.

Δυσεντερία (συνέχεια)

- Η διάγνωση της δυσεντερίας γίνεται με ανίχνευση κύστεων της *Entamoeba histolytica* στα κόπρανα, και μέσω ορολογικών εξετάσεων (ELISA).
- Κάποια φάρμακα που χρησιμοποιούνται για την θεραπεία της δυσεντερίας είναι η αfluδρομετίνη και το φουρονικό διλοξανίδιο αλλά όχι με απόλυτη αποτελεσματικότητα. Σε κάποιες περιπτώσεις υπάρχει αποτελεσματική ανοσοαπόκριση και ίαση.