



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Χημεία Περιβάλλοντος

Ενότητα 2: Ρύπανση Υδάτων

Εμμανουήλ Δασενάκης

Σχολή Θετικών Επιστημών

Τμήμα Χημείας

Εργαστήριο Χημείας Περιβάλλοντος

ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ ΝΕΡΟΥ

ΜΙΚΡΟΒΙΟ Ή ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ

Ο όρος **μικρόβιο ή μικροοργανισμός** είναι όρος της τεχνολογίας και δεν χαρακτηρίζει μια ειδική ομάδα έμβιων όντων στις κλείδες ταξινόμησης που χρησιμοποιεί η βιολογία. Αφορά ένα σύνολο ζώντων οργανισμών από διάφορες ταξινομικές ομάδες με ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά που σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να είναι λιγότερα από τις μεταξύ τους διαφορές.

Ως **μικροοργανισμοί ή μικρόβια** νοούνται οι οργανισμοί εκείνοι από τους οποίους οι περισσότεροι είναι μονοκύτταροι, άορατοι με γυμνό οφθαλμό και ορατοί μόνο με μικροσκόπιο.

Συμβατικά οι μικροοργανισμοί διαιρούνται σε πέντε ομάδες:

- τους μύκητες,
- τα μικροφύκη,
- τα πρωτόζωα,
- τα βακτήρια
- τους ιούς.

Η ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ είναι ο κλάδος της επιστήμης που ασχολείται με τους μικροοργανισμούς.

Η ιολογία είναι ο κλάδος της μικροβιολογία που ασχολείται με ιούς. Μερικοί άλλοι κλάδοι της μικροβιολογίας είναι η μυκητολογία και η παρασιτολογία.

Μικρόβια και Ασθένειες: Παθογόνους μικροοργανισμούς ονομάζουμε τους μικροοργανισμούς που είναι ικανοί να μολύνουν ή να μεταφέρουν ασθένειες. Πολλά είδη παθογόνων οργανισμών είναι ικανά να επιβιώσουν στο νερό και να διατηρήσουν τις μολυσματικές ιδιότητες τους για μεγάλες χρονικές περιόδους . Αναφερόμαστε κυρίως στα βακτήρια, τους ιούς και τα πρωτόζωα.

Παθογόνο χαρακτηρίζουμε κάθε μικροοργανισμό, ο οποίος μπορεί να βλάψει τον ξενιστή του, π.χ., με το να ανταγωνίζεται μαζί του για τους μεταβολικούς πόρους του, να καταστρέφει τα κύτταρα ή τους ιστούς του ή να εκκρίνει τοξίνες.

Μικρόβια και περιβάλλον: Τα μικρόβια δεν είναι μόνο παθογόνα. Αντιθέτως είναι πολύτιμα στο περιβάλλον και τον άνθρωπο. Οι μικροοργανισμοί είναι μεταξύ των άλλων χρήσιμοι στην παραγωγή τροφής (ζύμωση), στην επεξεργασία του νερού, στην χώνευση.

Οι περισσότεροι μικροοργανισμοί κατατάσσονται σε:

- αυτόχθονους, που αποτελούν μέρος της φυσικής χλωρίδας των φυσικών υδάτων
- αλλόχθονους, καταλήγουν στα φυσικά ύδατα μέσω είτε φυσικών φαινομένων (π.χ. βροχές) είτε ανθρωπογενών δραστηριοτήτων (απόβλητα, αστικά λύματα κ.λπ.)

Με κριτήριο την επίδρασή τους στον ανθρώπινο οργανισμό οι μικροοργανισμοί των υδάτων κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

- (α) τους μικροοργανισμούς που συμβιώνουν με τον άνθρωπο και έχουν θετική επίδραση στο μεταβολισμό του,
- (β) τους παθογόνους μικροοργανισμούς που αν εισέλθουν και εγκατασταθούν στον οργανισμό μπορεί να προκαλέσουν νόσο και
- (γ) στους δυνητικά παθογόνους μικροοργανισμούς που μπορεί να αποτελούν τη φυσική χλωρίδα για κάποιους ανθρώπους και να είναι παθογόνοι για ορισμένες κατηγορίες του πληθυσμού (παιδιά, ασθενείς κ.λπ.).

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

- ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΕ ΚΟΙΝΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
- ΟΝΟΜΑΣΙΑ
- ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

- ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
- ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ
- ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
- ΓΕΝΕΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
- ΜΟΡΙΑΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	(KINGDOM)
ΦΥΛΟ	(PHYLUM)
ΤΑΞΗ	(CLASS)
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	(FAMILY)
ΓΕΝΟΣ	(GENUS)
ΕΙΔΟΣ	(SPECIES)

Η ιεραρχική ταξινόμηση όλων των κατηγοριών των μικροοργανισμών ακολουθεί το σύστημα ταξινόμησης των οργανισμών, του Σουηδού βοτανολόγου Carl Linnaeus.

Σύμφωνα με τη «διώνυμη» συστηματική κατάταξη του Linnaeus ο κάθε οργανισμός ονομάζεται με δύο λατινικά ονόματα. Το **πρώτο είναι το όνομα του γένους** στο οποίο ανήκει και γράφεται με κεφαλαίο αρχικό γράμμα (π.χ. *Salmonella*) και το δεύτερο είναι το **όνομα του είδους** και γράφεται με μικρό αρχικό γράμμα (π.χ. *Salmonella typhi*). Πολλά είδη αποτελούν ένα γένος, πολλά γένη μια οικογένεια.

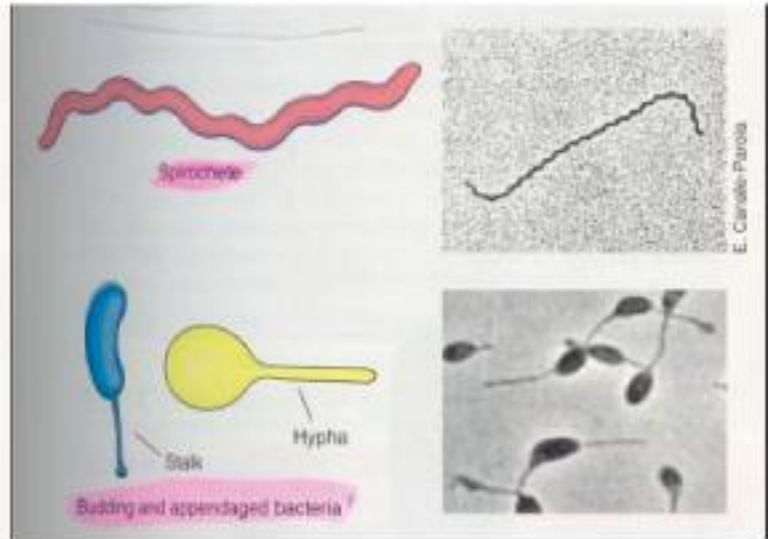
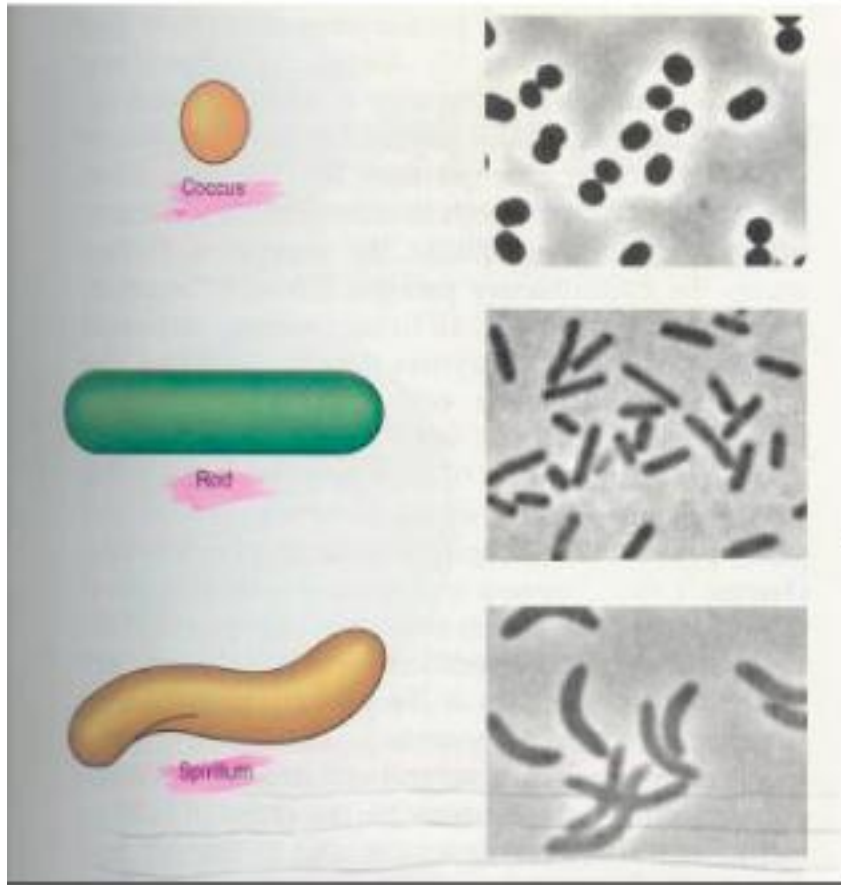
ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΒΑΣΕΙ ΕΙΔΟΥΣ ΚΑΙ ΓΕΝΟΥΣ

π.χ. ΓΕΝΟΣ : *Escherichia*
 ΕΙΔΟΣ : *coli*
 ΟΝΟΜΑ : *Escherichia coli* (*E. Coli*)

Άλλα παραδείγματα: *M. parvicella* (*Microthrix parvicella*)
 Ps. aeruginosa (*Pseudomonas aeruginosa*)
 S. dysenteriae (*Shigella dysenteriae*)

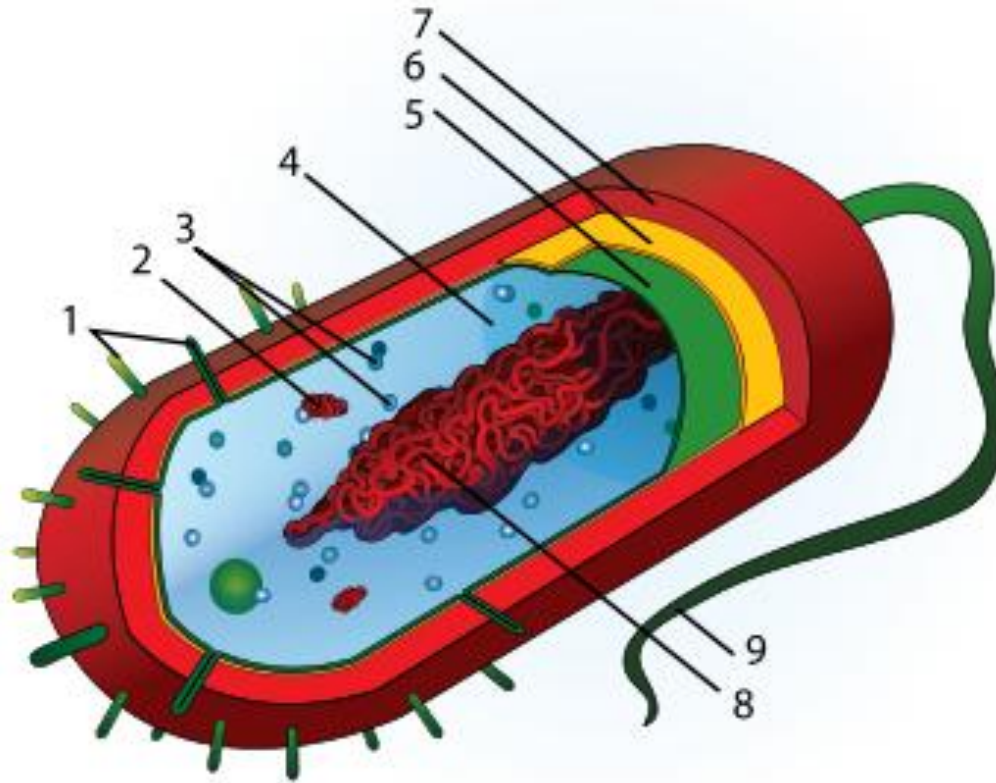
	Προκαρυωτικοί	Ευκαριωτικοί
Μακροοργανισμοί	?	Ζώα Φυτά
Μικροοργανισμοί	Αρχαία	Άλγη Μύκητες Πρωτόζωα
	Βακτηρίδια	

ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΑ ΣΧΗΜΑΤΑ ΠΡΟΚΑΡΥΩΤΙΚΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ



E. Clarke-Parola

Προκαρυωτικοί οργανισμοί



1: Τριχίδια, 2: Πλασμίδιο, 3: Ριβοσώματα, 4: Κυτταρόπλασμα,
5: Κυτταρική μεμβράνη, 6: Κυτταρικό τοίχωμα, 7: Βακτηριακό
έλυτρο, 8: Πυρηνοειδές, 9: Βακτηριακό μαστίγιο

Λειτουργίες προκαρυωτικής δομής

ΠΕΡΙΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ (PLASMA MEMBRANE)	<ul style="list-style-type: none">✓ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΑ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟ ΦΡΑΓΜΑ✓ ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΟΡΙΟ ΚΥΤΤΑΡΟΥ✓ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ✓ ΘΕΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ✓ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ (MESOSOME) (GAS VAGUOLE)	<ul style="list-style-type: none">✓ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΧΡΩΜΟΣΩΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ✓ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΓΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟ✓ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
ΡΙΒΟΣΩΜΑΤΑ (RIBOSOMES)	<ul style="list-style-type: none">✓ ΣΥΝΘΕΣΗ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ
ΕΓΚΛΩΒΙΣΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΑ (INCLUSION BODIES)	<ul style="list-style-type: none">✓ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΑΝΘΡΑΚΑ, ΦΩΣΦΟΡΟΥ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

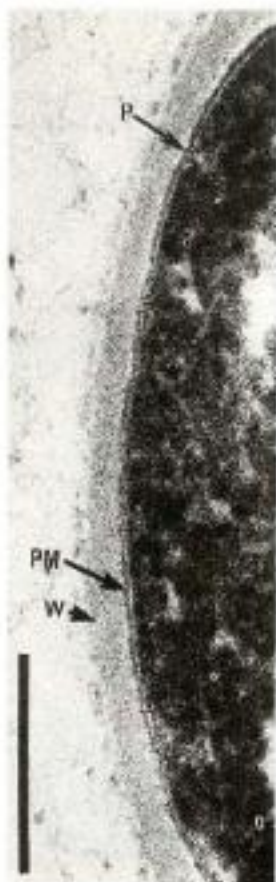
Λειτουργίες προκαρυωτικής δομής

ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΥΡΗΝΑ (NUCLEOID)	✓ ΧΩΡΟΣ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ (DNA)
ΠΕΡΙΠΛΑΣΜΑΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ (PERIPLASMIC SPACE)	✓ ΠΕΡΙΕΧΕΙ ΥΔΡΟΛΥΤΙΚΑ ΕΝΖΥΜΑ ΚΑΙ ΔΕΣΜΕΥΟΥΣΕΣ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΓΙΑ ΛΗΨΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ
ΤΟΙΧΩΜΑ ΚΥΤΤΑΡΟΥ (CELL WALL)	✓ ΚΑΘΟΡΙΖΕΙ ΤΟ ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΡΕΠΕΙ ΤΗ ΛΥΣΗ ΣΕ ΑΡΑΙΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ
ΚΑΨΟΥΛΕΣ (CAPSULES)	✓ ΠΡΟΣΚΟΛΛΗΣΗ ΣΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ (ΣΥΣΣΩΜΑΤΩΣΗ)
ΜΑΣΤΙΓΙΟ (FLAGELLA)	✓ ΚΙΝΗΣΗ
ΕΝΔΟΣΠΟΡΟΣ (ENDOSPORE)	✓ ΕΠΙΒΙΩΣΗ ΥΠΟ ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

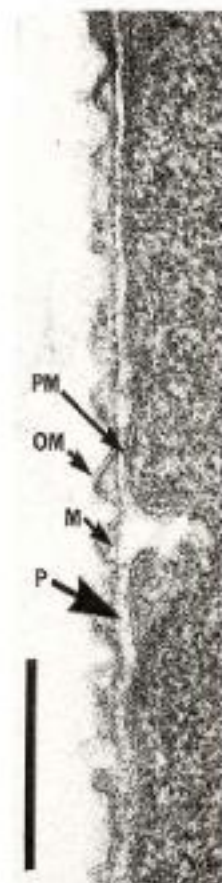
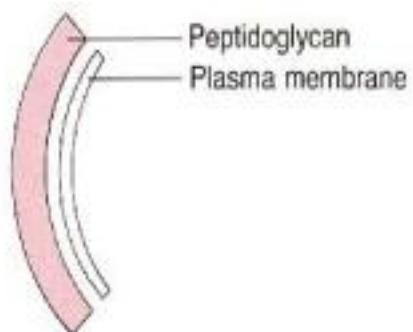
Χρώση κατά Gram

- Η χρώση των κυττάρων για τη μικροσκοπική τους παρατήρηση είναι βασική τεχνική
- Για την παρατήρηση αλλά και τη συστηματική κατάταξη των βακτηρίων χρησιμοποιείται κυρίως η χρώση κατά Gram, η οποία αποτελείται από δύο στάδια
 - Κατά το 1^ο στάδιο το παρασκεύασμα βάφεται με κρυσταλλικό ιώδιο, σταθεροποιείται με Iugol και ξεπλένεται με αλκοόλη
 - Κατά το 2^ο στάδιο το παρασκεύασμα βάφεται με φουξίνη
- Gram θετικά βακτήρια: το κυτταρικό τους τοίχωμα συγκρατεί το κρυσταλλικό ιώδιο και φαίνονται ιώδη
- Gram αρνητικά βακτήρια: το κυτταρικό τους τοίχωμα δεν συγκρατεί το κρυσταλλικό ιώδιο αλλά τη φουξίνη και φαίνονται κόκκινα

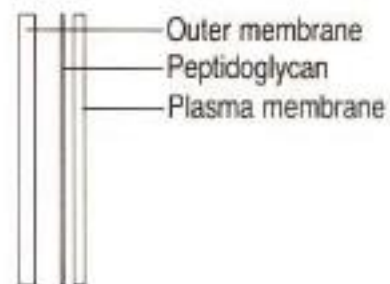
Κυτταρικά τοιχώματα Gram (+) και Gram (-) βακτηριδίων



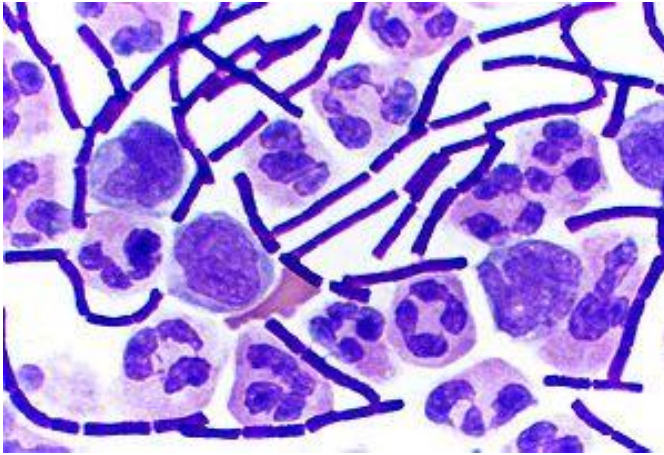
The gram-positive cell wall



The gram-negative cell wall

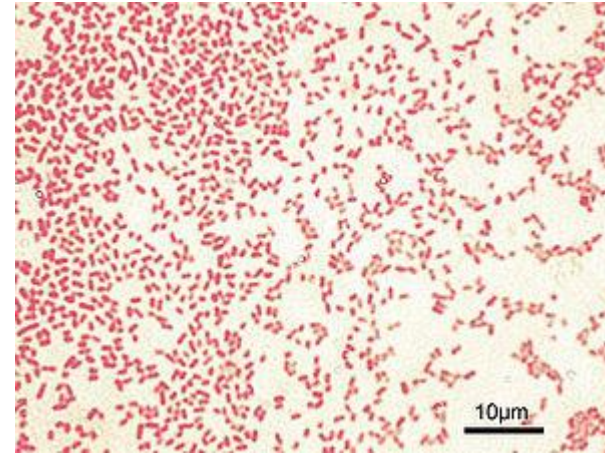


Gram (+)



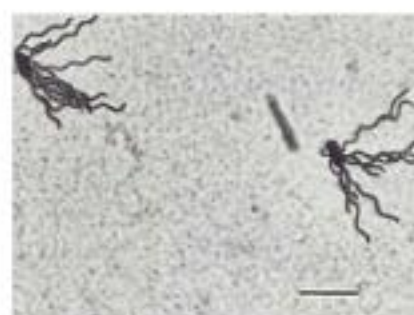
- Bacillus
- Listeria
- Staphylococcus
- Streptococcus
- Enterococcus
- Clostridium

Gram (-)

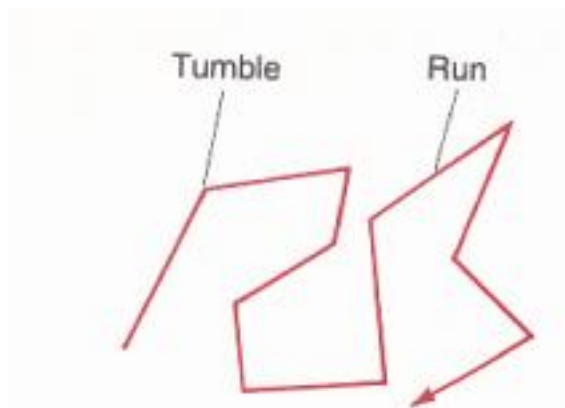


- Escherichia coli
- Salmonella
- Shigella
- Pseudomonas
- Helicobacter
- Legionella
- cyanobacteria
- sulfur bacteria

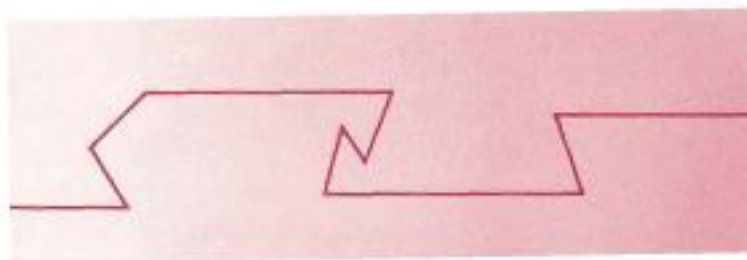
Παραδείγματα κίνησης μαστιγοφόρων βακτηριδίων



Κίνηση βακτηριδίων σε συνάρτηση με το περιβάλλον



Απουσία θρεπτικών



Παρουσία θρεπτικών

Μικρόβια – υδατικά περιβάλλοντα

Όλα τα μικρόβια διαβιούν σε υδατικά περιβάλλοντα. Δίχως νερό είτε πεθαίνουν είτε καθίστανται ανενεργά.

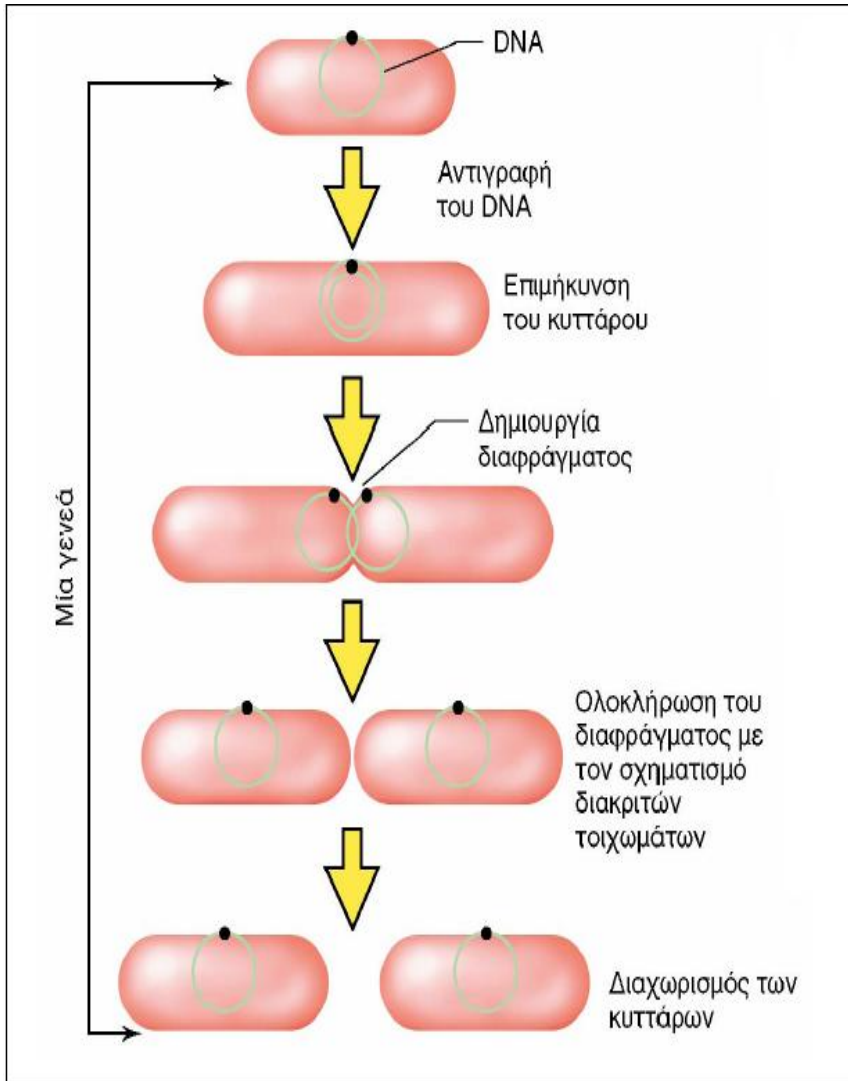
Τα μικρόβια επιζούν σε κορεσμένα σε άλατα υδατικά περιβάλλοντα σε θερμοκρασίες από από μερικούς βαθμούς κάτω από το μηδέν έως >110°C. Επιζούν σε νερά παρουσία τοξικών ουσιών όπως χαλκού, κυανιούχων, μολύβδου, αργύρου, πετρελαίου, βενζολίου και πληθώρας άλλων τοξικών ανθρωπογενούς προέλευσης ουσιών.

Γενικά όπου υπάρχει νερό σε υγρή μορφή και πηγή ενέργειας συνήθως υπό την μορφή θρεπτικών αλάτων, υπάρχουν και ζώντα μικρόβια.

Πολλαπλασιασμός των Μικροοργανισμών

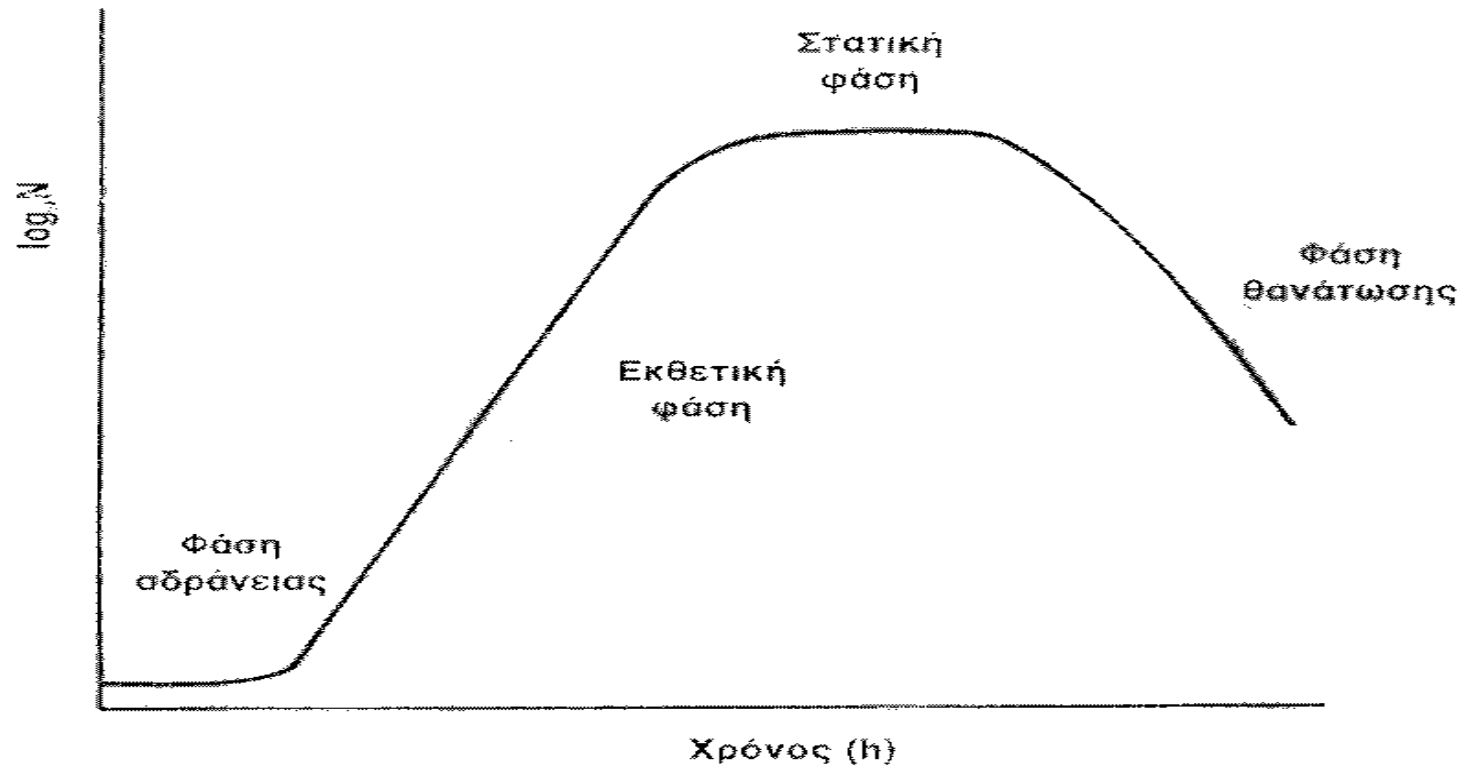
- Ζουν σε κατάσταση συνεχούς πολλαπλασιασμού
- Η αύξηση των μικροοργανισμών είναι ταυτόσημη με την πληθυσμιακή τους αύξηση κι όχι με την αύξηση του μεγέθους τους και τη φυσιολογική τους ωρίμανση
- Βασικές προϋποθέσεις που επηρεάζουν τον μεταβολισμό και τον πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών:
 - Νερό ή υγρασία
 - Οργανικές - Ανόργανες ουσίες (ετερότροφοι, αυτότροφοι)
 - O₂ - CO₂ (αερόβιοι, αναερόβιοι, μικροαερόφιλοι)
 - Θερμοκρασία (ψυχρόφιλοι, μεσόφιλοι, θερμόφιλοι)
 - pH (οξεόφιλοι, αλκαλιόφιλοι)
 - Παρεμποδιστές (βαρέα μέταλλα, χημικές ουσίες, προϊόντα του μεταβολισμού τους, άλλοι μικροοργανισμοί)

Αναπαραγωγή βακτηρίων με διχοτόμηση



Χρόνος	Συνολικός αριθμός ΚΥΤΤΑΡΩΝ
0min	1
20min	2
40min	4
1h	8
8h	>16.000.000
12h	~70.000.000.000.000

Τα μικρόβια ότι δεν μπορούν να πετύχουν με το μέγεθός τους το πετυχαίνουν με τον πληθυσμό τους



ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Συνολικά το νερό για ανθρώπινη κατανάλωση, όπως αντιμετωπίζεται από τη νεώτερη πλέον Οδηγία της Ε.Ε., σήμερα ακόμη και μέχρι την επικείμενη –άμεσα- υιοθέτησή της από τη χώρα μας και τη συνολική εναρμόνιση της Νομοθεσίας μας με αυτήν, με βάση τους Νόμους, τις Υπουργικές Αποφάσεις και τα Προεδρικά Διατάγματα που ισχύουν, κατηγοριοποιείται σε

1. Πόσιμο νερό δικτύου ύδρευσης
2. Εμφιαλωμένο νερό (επιτραπέζιο και φυσικό μεταλλικό)
3. Νερό κολυμβητικών δεξαμενών
4. Επιφανειακό νερό αναψυχής

Επιτραπέζιο νερό

Σύμφωνα με τη νομοθεσία, το επιτραπέζιο νερό επιτρέπεται να είναι οποιασδήποτε προέλευσης (π.χ. από γεώτρηση, από λίμνη, από ποτάμι, ακόμη και αφαλατωμένο νερό θάλασσας). Το επιτραπέζιο νερό μπορεί να έχει υποστεί κάποια διαδικασία απολύμανσης, προκειμένου η σύστασή του να είναι σύμφωνη με την αντίστοιχη κοινοτική οδηγία για το πόσιμο νερό. Δηλαδή, πρακτικά η σύσταση του επιτραπέζιου νερού είναι ίδια με αυτό της βρύσης.

Φυσικό μεταλλικό νερό

Το φυσικό μεταλλικό νερό έχει αποκλειστικά υπόγεια προέλευση και εμφιαλώνεται επί τόπου στην πηγή προέλευσής του (συνήθως γεώτρηση). Οι κοινοτικές οδηγίες απαγορεύουν οποιαδήποτε κατεργασία ή απολύμανση στο φυσικό μεταλλικό νερό. Η υπόγεια προέλευση του φυσικού μεταλλικού νερού, καθώς και η απαγόρευση οποιασδήποτε δραστηριότητας σε ικανοποιητική απόσταση γύρω από τη γεώτρηση εξασφαλίζουν την προστασία του από τα μικρόβια. Η σύστασή του είναι αυξημένη σε διάφορα μέταλλα και ιχνοστοιχεία, όπως το μαγνήσιο, το ασβέστιο, το κάλιο κ.λπ.. Η μόνη επεξεργασία που επιτρέπεται στο φυσικό μεταλλικό νερό είναι η αφαίρεση ή η προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα, οπότε το νερό χαρακτηρίζεται ανάλογα ως «φυσικά ανθρακούχο», «με προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα» ή «ενισχυμένο με αέριο της πηγής».

Νερό πηγής

Το νερό πηγής είναι η ενδιάμεση κατηγορία ανάμεσα στο επιτραπέζιο και φυσικό μεταλλικό νερό. Το νερό πηγής μοιάζει με το φυσικό μεταλλικό νερό ως προς το ότι έχει οπωσδήποτε υπόγεια προέλευση, σταθερή σύσταση, δεν υφίσταται καμία διαδικασία απολύμανσης και εμφιαλώνεται πάντα στην πηγή προέλευσής του. Διαφέρει, όμως, από το φυσικό μεταλλικό νερό ως προς το ότι η σύστασή του δεν ακολουθεί αυτή του φυσικού μεταλλικού νερού, αλλά του επιτραπέζιου. Αυτό σημαίνει ότι το νερό πηγής δεν είναι πλούσιο σε κάποιο μεταλλικό στοιχείο (π.χ. μαγνήσιο, ασβέστιο), ούτως ώστε να χαρακτηριστεί μαγνησιούχο, ασβεστούχο κ.τ.λ.. Πάντως, το πιθανότερο είναι να δούμε το χαρακτηρισμό «νερό πηγής» σε κάποιο εισαγόμενο νερό, δεδομένου ότι τα εμφιαλωμένα ελληνικά νερά ανήκουν είτε στα φυσικά μεταλλικά είτε στα επιτραπέζια.

Παθογόνοι Μικροοργανισμοί

- ✓ Είναι οι μικροοργανισμοί που μπορούν να μολύνουν ή να μεταδώσουν λοιμώδη νοσήματα σε ανθρώπους και ζώα
- ✓ Απομονώνονται σε υπόγεια και επιφανειακά νερά
- ✓ Είναι ανθρωπογενούς ή ζωικής προέλευσης, αν και ενδέχεται να υπάρχουν και στη φύση μερικοί από αυτούς
- ✓ Εισέρχονται στα νερά μέσω των αποβλήτων αλλά και της ατμόσφαιρας
- ✓ Ο χρόνος επιβίωσής τους στο υδάτινο περιβάλλον ποικίλλει από μερικές ώρες μέχρι εκατοντάδες ημέρες
- ✓ Η μολυσματική τους δόση ποικίλλει από ένα κύτταρο μέχρι μερικά εκατομμύρια
- ✓ Παθογόνοι μικροοργανισμοί που μπορούν να προκαλέσουν υδατογενείς λοιμώξεις είναι βακτήρια, ιοί, μύκητες, πρωτόζωα και παράσιτα
- ✓ Μπορούν να εισέλθουν στον ξενιστή μέσω της γαστρεντερικής ή της αναπνευστικής οδού ή του δέρματος

Παθογόνα βακτήρια που σχετίζονται με το νερό

Γένος	Είδος	Ξενιστής	Νόσος	Οδός μεταφοράς
Salmonella	<i>S. typhi</i> <i>S. Enteritides</i> <i>S. typhimurium</i>	Ανθρώπινο και ζωικό εντερικό σύστημα, μολυσμένο νερό, τροφή	Τυφοειδής πυρετός	Νερό και τροφές παρασκευασμένες με μολυσμένο νερό
Shigella	<i>S. sonni</i> <i>S. flexneri</i> <i>S. dysenteriace</i>	Άνθρωπος	Σιγκέλλωση	Νερό και τροφές παρασκευασμένες με μολυσμένο νερό και ανθρώπινη επαφή
Vibrio	<i>V. cholera</i>	Άνθρωπος	Χολέρα	Μολυσμένο νερό και ανθρώπινη επαφή
Leptospira	<i>L. pomona</i> <i>L. australis</i>	Άνθρωπος	Λεπτοσπίρωση	Μολυσμένο νερό, μεταφορά στο αίμα από ζώα
E. coli	EIEC, ETEC EHEC, UPEC	Άνθρωπος, Θερμόαιμα ζώα	Γαστρεντερίτιδα	Μολυσμένο νερό και τροφές

Επιβίωση Παθογόνων Μικροοργανισμών

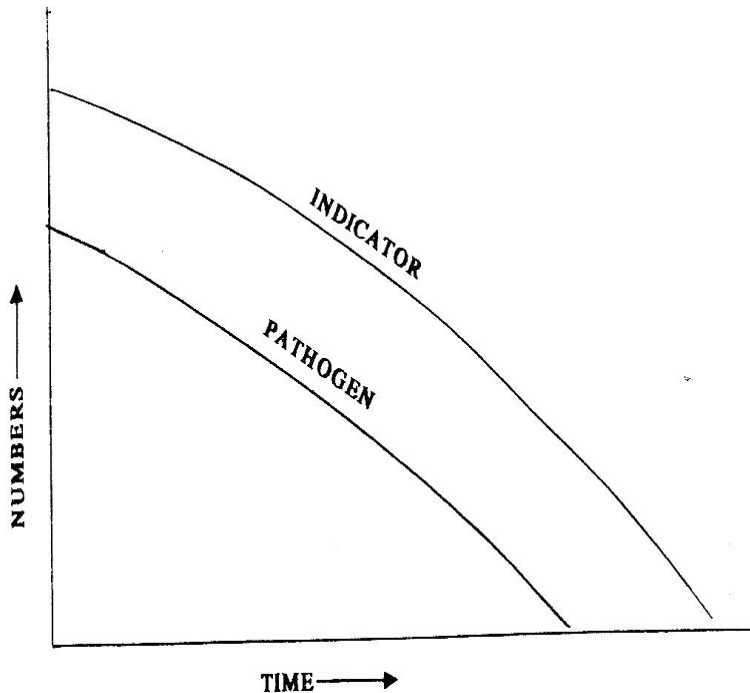
- ✓ Ο πληθυσμός των μικροοργανισμών των λυμάτων που εισέρχονται στο θαλάσσιο περιβάλλον μειώνεται με την πάροδο του χρόνου
- ✓ Χρόνος T_{90} είναι ο χρόνος που απαιτείται για την θανάτωση του 90% του αρχικού πληθυσμού
- ✓ Παράγοντες που επηρεάζουν την εξουδετέρωση των λυματικών μικροοργανισμών στο θαλάσσιο περιβάλλον
 - Φυσικοί (διασπορά, προσρόφηση σε σωματίδια, ηλιακή ακτινοβολία, θερμοκρασία νερού)
 - Χημικοί (pH, αλατότητα, έλλειψη θρεπτικών)
 - Βιολογικοί (ανταγωνισμός με την χλωρίδα και πανίδα του νερού)
 - Η επιβίωση ποικίλλει ανάλογα με το είδος του μικροοργανισμού

Επειδή ο έλεγχος όλων των παθογόνων μικροβίων που προέρχονται από το εντερικό σωλήνα ανθρώπων και ζώων απαιτεί ποικιλία πολύπλοκων, χρονοβόρων και πολυέξοδων αναλύσεων, χρησιμοποιούνται οι **μικροβιακοί – δείκτες**.

Η παρουσία των μικροβιακών – δεικτών στο νερό αποτελεί αδιάψευστο μάρτυρα κοπρανώδους μόλυνσης του και κατά συνέπεια συνιστά ισχυρή πιθανότητα να συνυπάρχουν και παθογόνα μικρόβια.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΝΟΣ ΧΡΗΣΙΜΟΥ ΔΕΙΚΤΗ

Ιδανική σχέση μεταξύ του μικροοργανισμού δείκτη και του αντίστοιχου παθογόνου



Ο ιδανικός δείκτης θα πρέπει:

1. Να μπορεί να αναλυθεί σε κάθε τύπο νερού
2. Να υπάρχει στο νερό όταν υπάρχουν εντερικά παθογόνα
3. Να επιβιώνει περισσότερο από τα πιο ανθεκτικά εντερικά παθογόνα
4. Να μην αναπαράγεται
5. Να υπάρχει μια σχέση μεταξύ του αριθμού των κυττάρων του και του αριθμού των κυττάρων καθενός από τους παθογόνους μικροοργανισμούς

Γιατί χρησιμοποιούνται δείκτες και δεν γίνεται απευθείας έλεγχος των παθογόνων παραγόντων;

- Περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό εκλεκτικών καλλιιεργειών
 - Απαιτείται πολύς χρόνος
 - Αυξημένο κόστος
 - Εν δυνάμει υψηλή επικινδυνότητα στους εργαζομένους
- Μοριακές δοκιμές
 - Απαιτούν έλεγχο του κάθε παθογόνου παράγοντα χωριστά
 - Αυξημένο κόστος
 - Απαιτούν υψηλή εξειδίκευση

Οι παράμετροι που προβλέπονται να εξετάζονται ως μικροβιακή – δείκτες είναι τα:

1. Καταμέτρηση των συνολικών βακτηριδίων (στους 22 και 37 °C)
2. Ολικά κολοβακτηριοειδή
3. Κολοβακτηριοειδή κοπράνων
4. Στρεπτόκοκκοι κοπράνων

*Άλλοι μικροβιακοί – δείκτες είναι: το Κλωστηρίδιο το διαθλαστικό, η *Pseudomonas aeruginosa*, οι βακτηριοφάγοι*

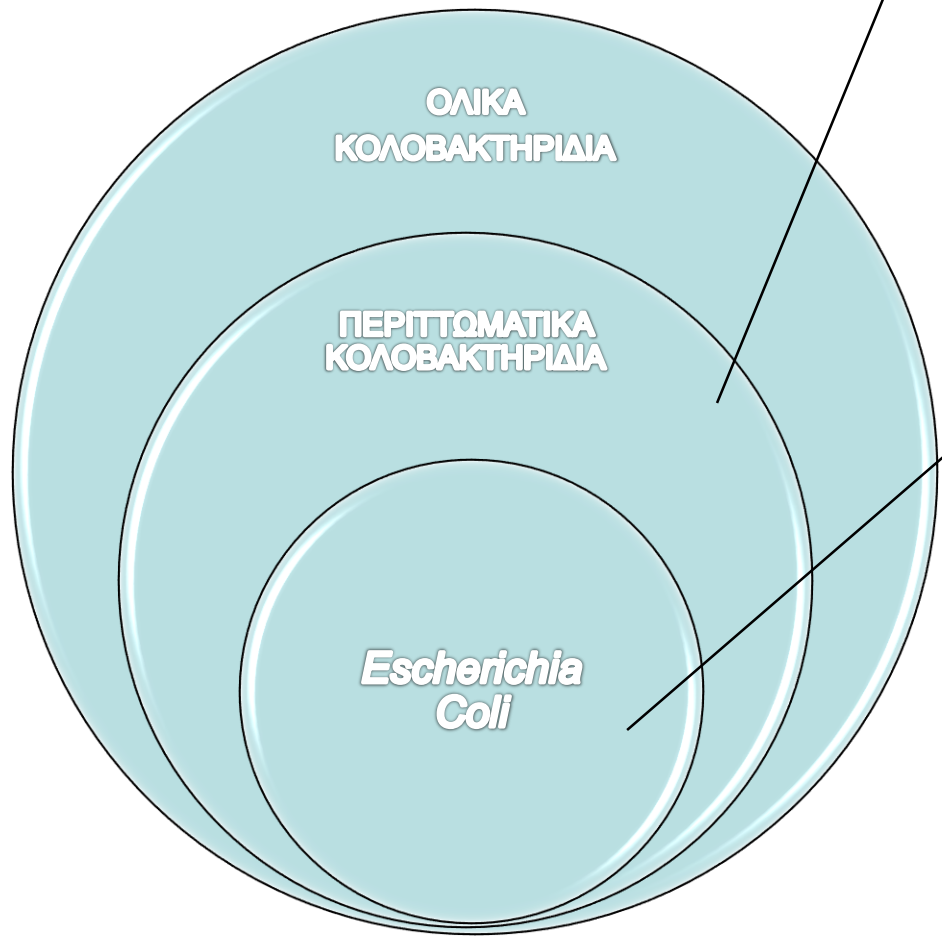
Ολικά κολοβακτηρίδια (Total coliforms)

- ✓ Ανήκουν στην οικογένεια των Enterobacteriaceae
- ✓ Βακτήρια: ραβδόμορφα, αερόβια ή προαιρετικά αναερόβια, Gram-αρνητικά, μη σπορογόνα, ζυμώνουν τη λακτόζη
- ✓ Προέλευση κοπρανώδης και μη
- ✓ Συναντώνται στα περιττώματα ανθρώπων και θερμόαιμων ζώων (10% των εντεροβακτηριδίων), σε περιοχές βλάστησης, στο υδάτινο περιβάλλον, στο έδαφος
- ✓ Υπάρχουν στα αστικά λύματα, βιομηχανικά απόβλητα, απορροές από κατοικημένες περιοχές
- ✓ Δεν προκαλούν απαραίτητα ασθένειες – Μερικά προκαλούν γαστρεντερικές παθήσεις – Επικίνδυνες για ειδικές ομάδες πληθυσμού
- ✓ Η παρουσία τους στο νερό δεν εξασφαλίζει με σιγουριά την ύπαρξη παθογόνων, αποτελεί όμως μια αξιόπιστη ένδειξη μόλυνσης του νερού και ένα καλό ερέθισμα για εξέταση παθογόνων
- ✓ Χρήσιμος δείκτης για προσδιορισμό ποιότητας πόσιμου νερού, ύδατα οστρακοκαλλιεργειών, αναψυχής, ανακτημένα από λύματα

Προέλευση διαφόρων κολοβακτηριδίων

ΓΕΝΟΣ	Faecal origin	non-faecal origin
Budvicia	-	+
Citrobacter	+	+
Enterobacter	+	+
Erwinia	-	+
Escherichia	+	-
Klebsiella	+	+
Leclercia	-	+
Serratia	-	+

ΠΕΡΙΤΤΩΜΑΤΙΚΑ ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΔΙΑ ΚΑΙ *E. COLI*



- Υποκατηγορία των ολικών
- Δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης
- Προέρχονται αποκλειστικά από κοπρανώδεις ουσίες θερμόαιμων ζώων

- Περιττωματικά κολοβακτηρίδια
- Διαστάσεις: 1,5-3,0 μm
- Αναπτύσσονται σε θερμοκρασία 10-45 °C και pH 5,5-8
- Δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης
- Αιτία διαρροϊκών και εντερικών λοιμώξεων

ΠΕΡΙΤΤΩΜΑΤΙΚΑ ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΔΙΑ

Μία ειδική υποκατηγορία των ολικών κολοβακτηριδίων είναι αυτή των περιττωματικών κολοβακτηριδίων (faecal coliforms). Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται βακτήρια με κοπρανώδη προέλευση, όπως *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Klebsiella* και *Citrobacter*.

Τα περιττωματικά κολοβακτηρίδια μπορούν να διακριθούν από τα ολικά λόγω της ικανότητάς τους να αναπτύσσονται σε υψηλές θερμοκρασίες και λόγω της αποκλειστικής προέλευσής τους από κοπρανώδη ουσίες θερμόαιμων ζώων.

Παράγοντες που επηρεάζουν την εμφάνιση και την ανάπτυξη των περιττωματικών κολοβακτηριδίων στο νερό είναι:

- Απόβλητα και αποχετευτικό σύστημα
- Ζωικά απόβλητα
- Θερμοκρασία
- Θρεπτικά

Παράγοντες που προκαλούν βαθμιαία αποσύνθεση και αυξάνουν το ρυθμό θανάτου των περιττωματικών κολοβακτηριδίων είναι:

- Το αυξανόμενο pH.
- Η έλλειψη θρεπτικών συστατικών
- Η αλατότητα

Escherichia coli (E. coli)

- ✓ Ανήκει στην οικογένεια των Enterobacteriaceae
- ✓ Είναι υποκατηγορία των περιττωματικών κολοβακτηριδίων
- ✓ Βακτήρια: αερόβια ή προαιρετικά αναερόβια, Gram-αρνητικά, μη σπορογόνα, ζυμώνουν τη λακτόζη, περίτριχα, κινητά (με ακίνητα στελέχη), σχήμα κάψας
- ✓ Η παρουσία τους δείχνει την ύπαρξη κοπρανώδους υλικού θερμόαιμων ζώων
- ✓ Δεν δείχνει αν η μόλυνση είναι ανθρώπινης ή ζωικής προέλευσης
- ✓ Υπάρχουν στα αστικά λύματα, απόβλητα από φάρμες ζώων, απορροές από κατοικημένες περιοχές
- ✓ Ο ρυθμός ανάπτυξης είναι ταχύτερος σε περιβάλλοντα με μεγάλες συγκεντρώσεις θρεπτικών και σχετικά υψηλές θερμοκρασίες
- ✓ Μειώνεται ραγδαία σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, σε υψηλό pH, υψηλή συγκέντρωση O₂, ηλιακή ακτινοβολία, έλλειψη θρεπτικών, αλατότητα
- ✓ Καλός δείκτης για την παρουσία παθογόνων βακτηρίων και σχετικά πρόσφατης μόλυνσης
- ✓ Δεν είναι καλός δείκτης για την παρουσία πρωτόζωων και ιών γιατί είναι πολύ λιγότερο ανθεκτική στην απολύμανση

ΕΝΤΕΡΟΚΟΚΚΟΙ



ΠΕΡΙΤΤΩΜΑΤΙΚΟΙ
ΣΤΡΕΠΤΟΚΟΚΚΟΙ

ΕΝΤΕΡΟΚΟΚΚΟΙ



Εντερόκοκκοι (*Enterococci*)

- ✓ Ανήκει στην οικογένεια των Enterobacteriaceae
- ✓ Είναι υποκατηγορία των περιττωματικών στρεπτόκοκκων
- ✓ Βακτήρια: προαιρετικά αναερόβια, Gram-θετικά, σε ζεύγη ή μικρές αλυσίδες
- ✓ Είδη: *E. faecalis* (80-90%), *E. faecium*, *E. gallinarum*, *E. avium*
- ✓ Επιβιώνουν σε δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες γι' αυτό υπάρχουν άφθονοι στο έδαφος, στο νερό, στα φυτά και δηλώνουν παλιά μόλυνση
- ✓ Διαφοροποιούνται από άλλους στρεπτόκοκκους γιατί μπορούν να αναπτύσσονται σε 6.5% NaCl, pH 9.6 και θερμοκρασίες 10-45 °C
- ✓ Είναι ανθεκτικότεροι των κολοβακτηριδίων, δεν πολλαπλασιάζονται στο νερό
- ✓ Η παρατεταμένη επιβίωσή τους γίνεται αισθητή στο θαλάσσιο περιβάλλον, ακόμα και το χειμώνα
- ✓ Η παρουσία τους δείχνει κοπρανώδη μόλυνση ανθρώπινης ή ζωικής προέλευσης
- ✓ Λόγος FC/Ent > 4 δείχνει μόλυνση ανθρώπινης προέλευσης
- ✓ Λόγος FC/Ent < 0.7 δείχνει μόλυνση ζωικής προέλευσης
- ✓ **Αποτελούν τον καταλληλότερο δείκτη για την ανίχνευση κοπρανώδους μόλυνσης στα ύδατα**

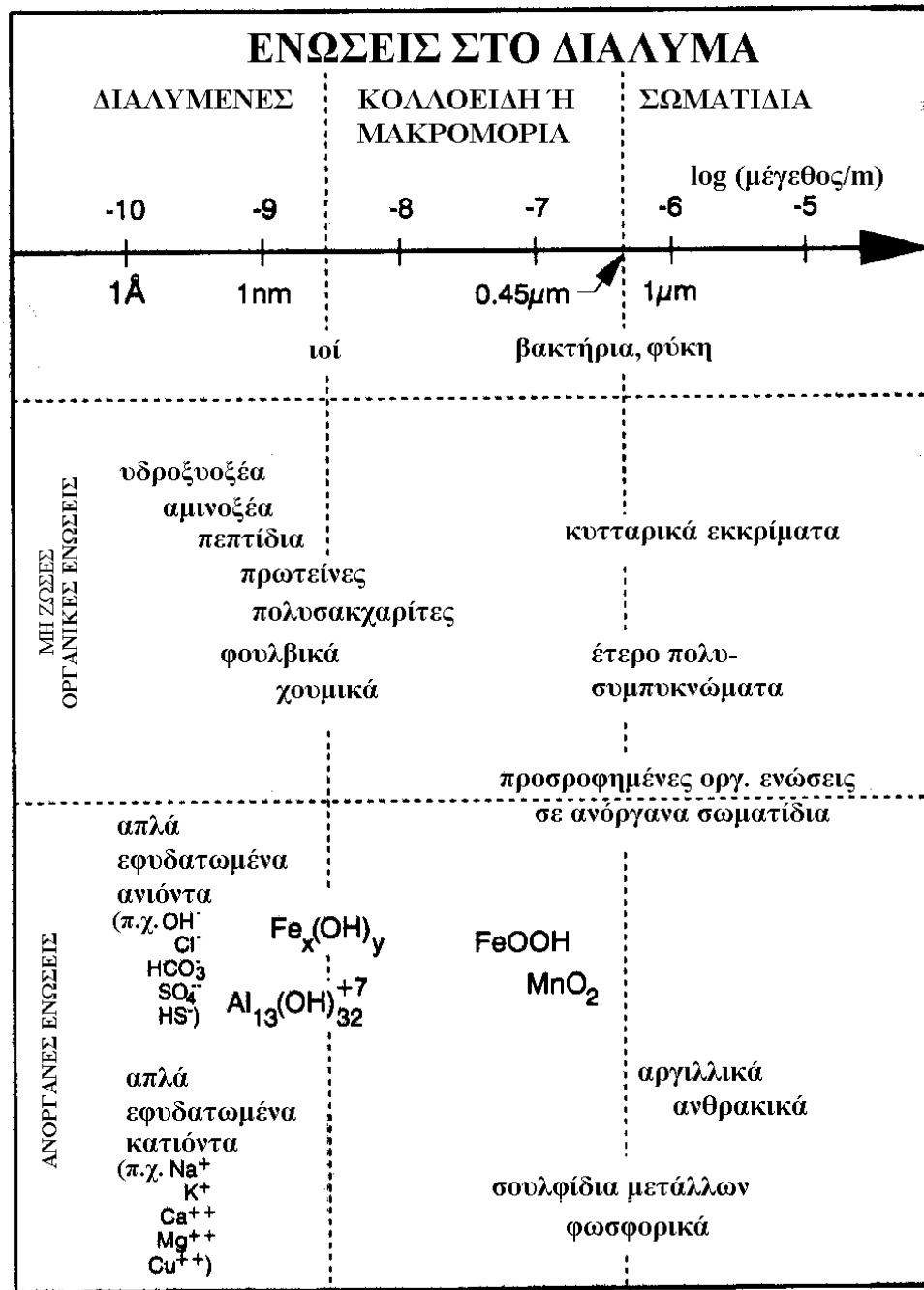
* FC: faecal coliforms, Ent: enterococci

Pathogen survival (in days)

	<i>Fresh water</i>	<i>Sea water</i>	<i>Soil</i>
Viruses	11-304	11-871	6-180
Salmonella	<10	<10	15-100
Vibrio cholera	30	+285	<20
Fecal coliforms	<10	<6	<100
Protozoa cysts	176	1 year	+75
Ascaris egg	1.5 year	2 years	1-2 years

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΡΟΥΤΙΝΑΣ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΒΙΩΝ – ΔΕΙΚΤΩΝ:

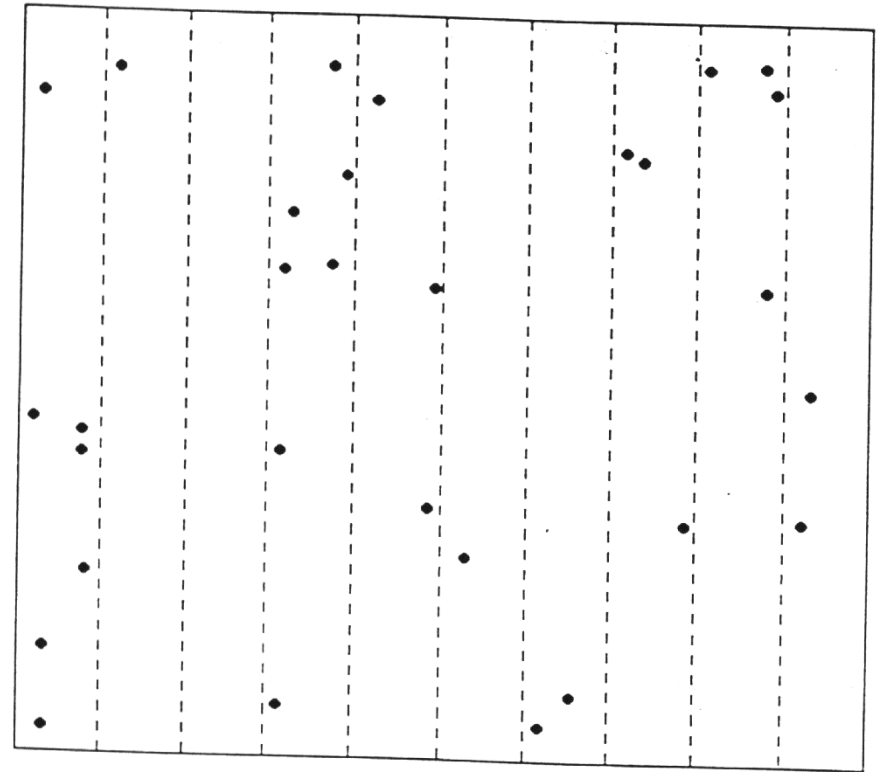
1. Μέθοδος των πολλαπλών σωλήνων
2. Μέθοδος της διήθησης δια μεμβράνης



Πηγή: Buffle and van Leeuwen, 1992

Διασπορά των μικροοργανισμών σε ένα διάλυμα νερού

Κατανομή μικροοργανισμών σε φιάλη νερού 1 L.

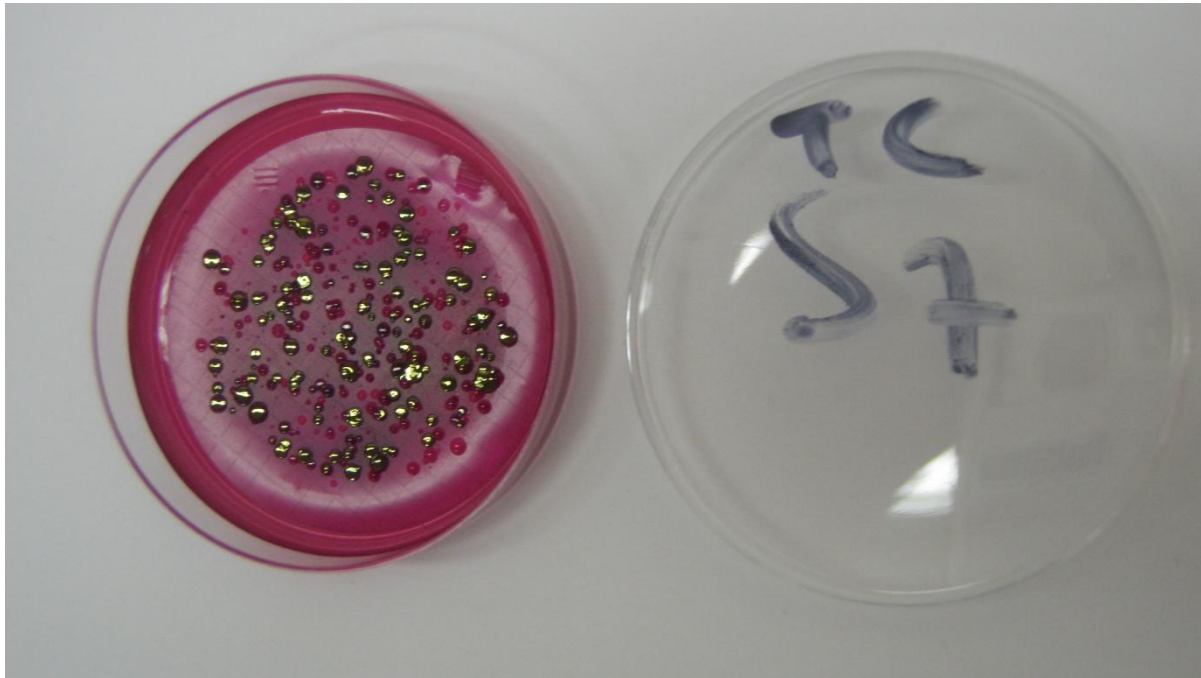


- Οι μικροοργανισμοί δεν είναι διαλυμένα συστατικά όπως τα ιόντα και όταν εισέρχονται σε ένα διάλυμα δημιουργούν αιώρημα και όχι τέλειο διάλυμα

Οι κάθετες γραμμές υποδηλώνουν εικονικό μοίρασμα της φιάλης σε 10 δείγματα των 100ml. Οι μικροοργανισμοί φαίνονται σαν μαύρες κουκίδες

Προσδιορισμός ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms)

- Μέθοδος: Πρότυπη μέθοδος ανάλυσης ΑΡΗΑ 9222Β
- Θρεπτικό υπόστρωμα: M-Endo Agar Les (χρώμα κόκκινο-μωβ)
- Θερμοκρασία επώασης: 35.0 ± 0.5 °C
- Χρόνος επώασης: 22-24H
- Αποικίες: Ροζ, ή σκούρο κόκκινο, ή με μεταλλική λάμψη



Προκαταρκτικό αποτέλεσμα:

Καταμέτρηση υπόπτων αποικιών.

Les Endo agar: σκούρο κόκκινο χρώμα με μεταλλική χροιά αποικίες (μόνο ΟΚ).

MFC agar : μπλε και γκρι-μπλε αποικίες (μόνο ΚΚΠ)

Επιβεβαιωτική δοκιμή:

Ανακαλλιέργεια 10 τυπικών αποικιών σε Lauzyl tryptose manitol broth με Tryptophan επώαση στους 44.5°C επί 24h.

Γίνεται ταυτόχρονα έλεγχος για παραγωγή αερίου και ινδόλης.

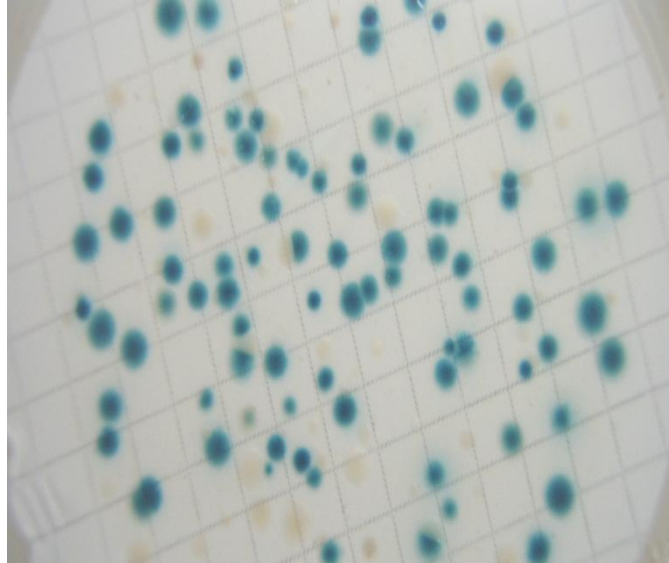
Επίσης στις ίδιες αποικίες γίνεται το τεστ οξειδάσης με το αντιδραστήριο οξειδάσης.

Ινδόλη (+), παραγωγή αερίου (+) και οξειδάση (-) σημαίνει παρουσία της E.coli

Τα αποτελέσματα αναφέρονταν σε cfu/100ml .

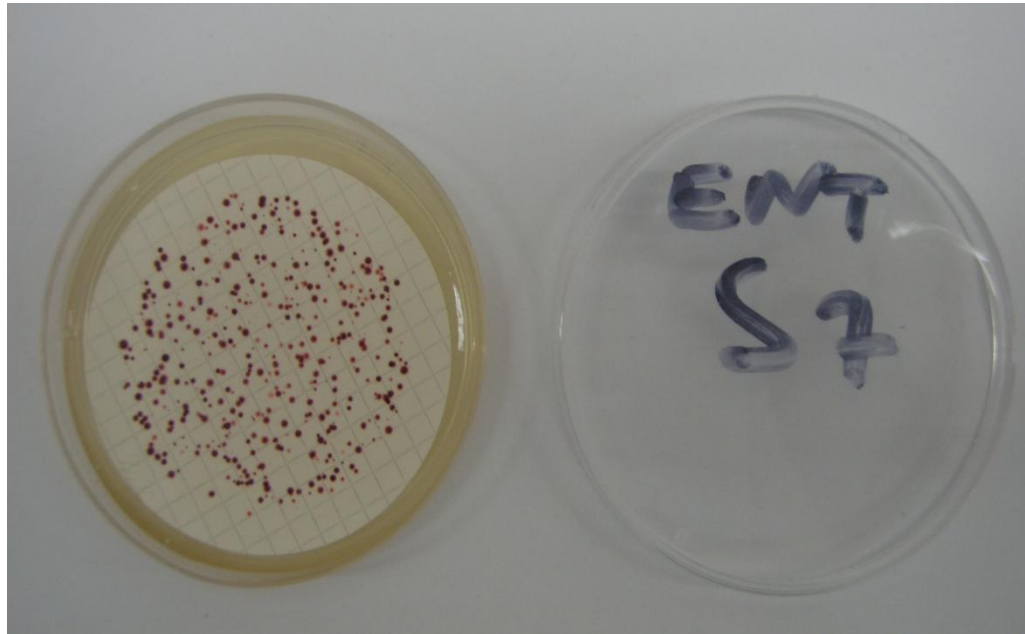
Προσδιορισμός *Escherichia coli* (*E. coli*)

- Μέθοδος: Μέθοδος διήθηση με μεμβράνη και θρεπτικό υπόστρωμα με ειδικό χρωμογόνο
- Θρεπτικό υπόστρωμα: Hi Crome *E. coli* Agar (υποκίτρινο)
- Θερμοκρασία επώασης: 44.0 ± 0.5 °C
- Χρόνος επώασης: 16 ± 2 H
- Αποικίες: Μπλε



Προσδιορισμός Εντερόκοκκων (Enterococci)

- Μέθοδος: Πρότυπη μέθοδος ανάλυσης ISO 7899-2:2000
- Θρεπτικό υπόστρωμα: Slanetz and Bartley Agar (υποκίτρινο)
- Θερμοκρασία επώασης: 35.0 ± 2.0 °C
- Χρόνος επώασης: 44 ± 4 H
- Αποικίες: Ροζ, κόκκινες ή καφέ, χρωματισμένες στο κέντρο ή σε ολόκληρη την επιφάνεια



Ποσοτικός προσδιορισμός των κοπρανωδών στρεπτόκοκκων (ΚΣ).

Για την αναζήτηση των Κ.Σ εφαρμόζεται η Μέθοδος των Μembranών.

Χρησιμοποιείται το θρεπτικό υπόστρωμα Slanetz και Bartley Agar
Slanetz και Bartley Agar: μικρές αποικίες με κόκκινο χρώμα επώαση στους 36° C επί 48 ώρες.

Η επιβεβαίωση με τη μέθοδο υδρόλυσης της εσκουλίνης.

Οι μεμβράνες της καλλιέργειας μεταφέρονται σε θρεπτικό υπόστρωμα Esculin bile Agar, και επωάζεται στους 44° C για 1 ώρα.

Τα αποτελέσματα αναφέρονταν σε cfu/100ml

SLANETZ-BARTLEY MEDIUM

(iso 7899-2:2000)

Cat: 1109

For the detection and enumeration of *Enterococci* by the membrane filtration technique

FORMULA IN GRAMS PER LITER

Tryptose	20.00	Yeast Extract	5.00
Dipotassium Phosphate.....	4.00	Glucose	2.00
Sodium Azide	0.40	Triphenyltetrazolium Chloride	0.10
Bacteriological Agar	10.00		

Final pH 7.2 ± 0.1 at 25°C

Preparation

Suspend 41.5 grams of the medium in one liter of distilled water; dissolve with frequent agitation until boiling and completely dissolved. DO NOT OVERHEAT. DO NOT AUTOCLAVE. Dispense into Petri dishes and leave it to solidify.

Caution: This medium is toxic if swallowed, inhaled or comes into contact with the skin. Wear gloves and eye/face protection

Uses

SLANETZ-BARTLEY MEDIUM is very selective for Streptococci. When incubated at elevated temperatures (44 - 45°C), all red or brown colonies are confirmed as fecal Streptococci (Taylor and Burman, 1964 and Mead, 1966).

Burkwall and Hartman demonstrated that the addition of 0.5 ml of Tween 80 and 20 ml of a 10% solution of Sodium carbonate or bicarbonate to each liter of the medium was valuable when investigating Streptococci in frozen foods.

Tryptose and Yeast extract provide the nutrients essential for growth: nitrogen, vitamins, minerals and amino acids; Dextrose is a fermentable carbohydrate; Dipotassium phosphate is a buffer, Sodium azide is a selective agent; Triphenyltetrazolium chloride is reduced to formazan by the fecal Streptococci; Bacteriological agar is the solidifying agent.

The ISO standard 7899-2:2000 recommends this medium for the enumeration of *Streptococcus faecalis* in water systems. Water is filtered through a membrane, which is then placed on the surface of a plate of the Slanetz-Bartley Medium. The plate is incubated at 36 ± 2°C for 44 ± 4 hours. The membrane is examined with a magnifying lens under good light and all red or brown colonies are counted as presumptive fecal Streptococci.

With a positive presumptive result, the membrane with the typical colonies is transferred to a dish with Bile Esculin Azide Agar (Cat. 1005), pre-warmed to 44°C. The plates are incubated at 44 ± 0.5°C for 2 hours. After incubation typical colonies (brown-black surrounding medium) are counted as intestinal Enterococci.

This medium also complies with the recommendations of the British Ministry of Health – Report 71 and the German DIN Regulations 10181 and 10160 for the examination of milk, meat and meat products.

Bibliography

Slanetz L.W. and Bartley C.H. 1957. J. Bact. 74; 591 -595.

ISO 7899-2:2000. Water quality-Detection and enumeration of intestinal enterococci-Part2: Membrane filtration method.

Nordic Committee of Food analysis 1968 Leaflet 68.

Department of Health and Social Security report 711982.

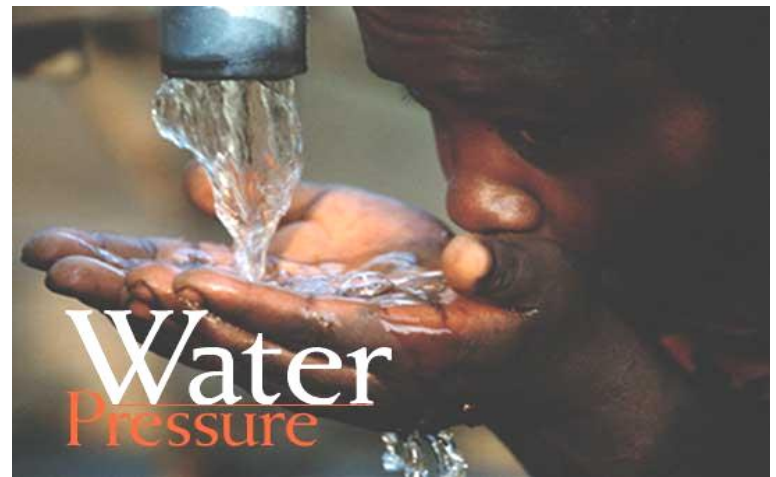
The Bacteriological examination of drinking water supplies, HMBO, London

MICROBIOLOGICAL TEST

The following results were obtained in the performance of the medium from type cultures after incubation at a temperature of 36 ± 2°C and observed after 44 ± 4 hours

Micro-organisms	Growth	Red colonies
<i>Streptococcus pyogenes</i> ATCC 12344	Moderate	.
<i>Streptococcus agalactiae</i> ATCC 13813	Null/light	-
<i>Streptococcus faecalis</i> ATCC 11700	Good	+
<i>Streptococcus faecalis</i> ATCC 19433	Good	+
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	Null	
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Null	

ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ



- Η παροχή «ασφαλούς» νερού στους πολίτες είναι η σημαντικότερη υποχρέωση του κράτους προς τους πολίτες του ακόμη και στις φτωχότερες περιοχές του κόσμου
- 5 δισεκατομμύρια περιστατικά διάρροιας προερχόμενα από το νερό κάθε χρόνο, 2.2 εκατομμύρια θάνατοι (κυρίως σε παιδιά κάτω των 5 ετών)

- **Οι μικροβιολογικοί παράγοντες** (bacteria,parasites, viruses,funghi): ευθύνονται για τα περισσότερα περιστατικά επιδημιών, 90% του συνόλου.
- **Οι χημικοί παράγοντες:** δεν είναι συχνοί (8%) αλλά τα προβλήματα υγείας που προκαλούνται είναι περισσότερο σοβαρά.
- **Άλλοι παράγοντες:** παραπροϊόντα από την διαδικασία απολύμανσης του νερού

ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

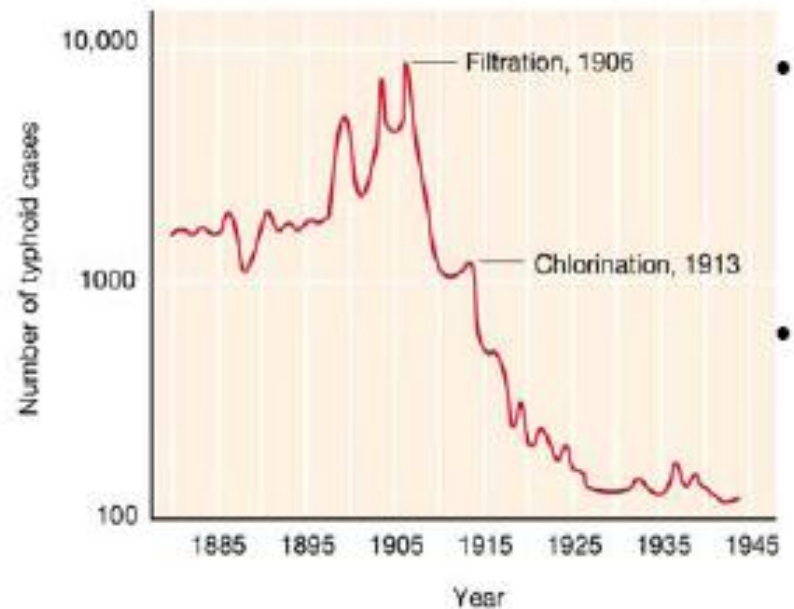
- Πηγή, αποδέκτης του νερού
- Γύρω από τον αποδέκτη περιοχή (λεκάνη απορροής)
- Επεξεργασία
- Απολύμανση
- Αστικά δίκτυα μεταφοράς του νερού (π.χ. διαρροή)
- Ενδιάμεσες πηγές (ιδιωτικά πηγάδια, γεωτρήσεις)
- Κτίρια
- Οικίες π.χ. χρήση οικιακών φίλτρων

Σε σχέση με την πύλη εισόδου που ο παθογόνος μικροοργανισμός που υπάρχει μέσα στο νερό χρησιμοποιεί για να εισέλθει στον οργανισμό και να προκαλέσει νόσο είναι δυνατόν να υπάρξει η παρακάτω κατηγοριοποίηση των υδατογενών νοσημάτων:

- Με πύλη εισόδου το γαστρεντερικό
- Με πύλη εισόδου το δέρμα και τους επιπεφυκότες (κύρια με την επαφή τους με τα νερά αναψυχής είτε πρόκειται για φυσικά, είτε για νερά σε τεχνητό περιβάλλον)
- Με πύλη εισόδου το αναπνευστικό (λεγεωνέλλα, άτυπα μυκοβακτηρίδια κ.α.)

Δημόσια υγεία και επεξεργασία πόσιμου νερού

Σήμερα στις αναπτυγμένες χώρες οι ασθένειες που προέρχονται από τη τροφή παρά από το πόσιμο νερό συνιστούν το πρόβλημα



Επιτρεπτά όρια για το πόσιμο νερό (Οδηγία 98/83/EC)

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή (αριθμός αποικιών / 100 mL)
Escherichia coli (<i>E. coli</i>)	0
Enterococci	0

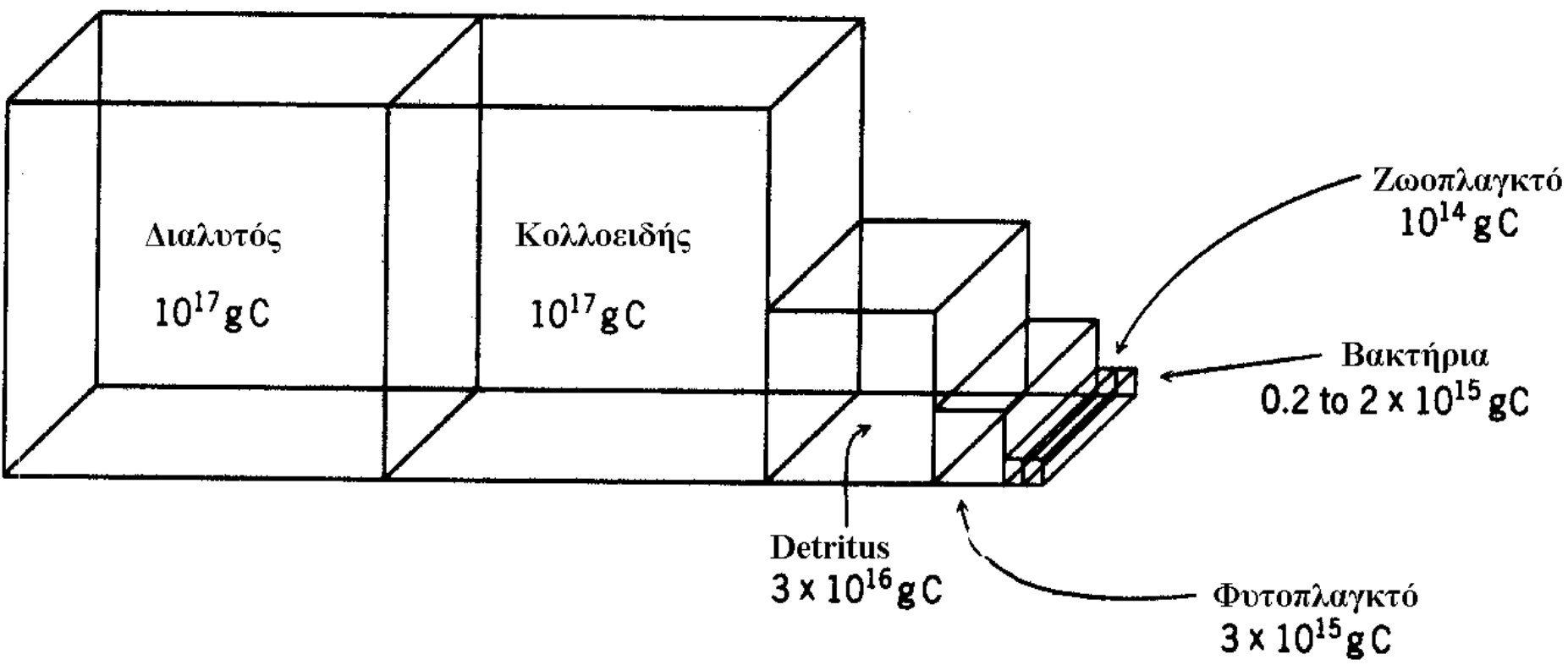
ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΟ ΝΕΡΟ



Επιτρεπτά όρια για το εμφιαλωμένο νερό (Οδηγία 98/83/ΕΟ

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή (αριθμός αποικιών)
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	0 / 250 mL
Enterococci	0 / 250 mL
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0 / 250 mL
Ολική μικροβιακή χλωρίδα, 22°C	100 / mL
Ολική μικροβιακή χλωρίδα, 37°C	20 / mL

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΝΕΡΟ ΑΝΑΨΥΧΗΣ



ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

- **76/160/ΕΟΚ/8 Δεκεμβρίου 1975 "περί της ποιότητας των υδάτων κολυμβήσεως"**
- **78/659/ΕΟΚ/18 Ιουλίου 1978 "περί της ποιότητας των γλυκών υδάτων που έχουν ανάγκη προστασίας ή βελτιώσεως για τη διατήρηση της ζωής των ιχθύων",**
- **79/923/ΕΟΚ/30 Οκτωβρίου 1979 "περί της απαιτούμενης ποιότητας των υδάτων για οστρακοειδή" και**
- **79/369/ΕΟΚ/9 Οκτωβρίου 1979 "περί των μεθόδων μετρήσεως και περί της συχνότητας των δειγματοληψιών και της αναλύσεως των επιφανειακών υδάτων τα οποία προορίζονται για την παραγωγή ποσίμου ύδατος στα Κ-Μ"**
- **Οδηγία 2006/7 για την ποιότητα των νερών κολύμβησης και νερών αναψυχής**

ΕΘΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

**- ΥΠΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ: Αριθ. οικ. 46399/1352/86
(ΦΕΚ 438/Β/3-7-86)**

Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για: «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά» και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών», μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυση των επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα, σε συμμόρφωση με τις οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 75/440/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ, 78/659/ΕΟΚ, 79/293/ΕΟΚ και 79/869/ΕΟΚ.

ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΑΚΤΩΝ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ

Η Οδηγία (76/160/ΕΟΚ) για ποιότητα των νερών κολύμβησης έχει σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας, μειώνοντας τη ρύπανση των νερών κολύμβησης και προστατεύοντας τα από περαιτέρω υποβάθμιση.

Η Οδηγία θέτει ποιοτικά **όρια** υπό μορφή υποχρεωτικών τιμών αλλά και πιο αυστηρών κατευθυντήριων τιμών. Οι περιοχές κολύμβησης πρέπει να παρακολουθούνται κάθε δύο εβδομάδες ξεκινώντας δύο εβδομάδες πριν την έναρξη της κολυμβητικής περιόδου καθόλη τη διάρκειά της.

Η παρακολούθηση της ποιότητας γίνεται βάση φυσικών, χημικών και μικροβιολογικών παραμέτρων σύμφωνα με καθορισμένες μεθόδους. Βασική υποχρέωση των χωρών μελών είναι η υποβολή ετήσιας Έκθεσης προς την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέχρι την 31η Δεκεμβρίου σε τυποποιημένη μορφή. Η Επιτροπή δημοσιεύει τις εκθέσεις των χωρών μελών, καθώς και συνοπτική Έκθεση για την ποιότητα των νερών κολύμβησης στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα.

Οι χώρες μέλη είναι, επίσης, υποχρεωμένες να παίρνουν όλα τα απαραίτητα μέτρα ώστε να διασφαλίσουν ότι τα νερά κολύμβησης πληρούν τα ποιοτικά **όρια**.

Οδηγία 2006/7

Για τα εσωτερικά ύδατα

	A	B	Γ	Δ	E
	Παράμετρος	Εξαιρετική ποιότητα	Καλή ποιότητα	Επαρκής ποιότητα	Μέθοδοι ανάλυσης αναφοράς
1	Εντερόκοκκοι (cfu/100 ml)	200 (*)	400 (*)	330 (**)	ISO 7899-1 ή ISO 7899-2
2	Κολοβακτηρίδια (cfu/100 ml)	500 (*)	1 000 (*)	900 (**)	ISO 9308-3 ή ISO 9308-1

(*) Βάσει αξιολόγησης σύμφωνα με το 95ο εκατοστημόριο. Βλέπε παράρτημα II.

(**) Βάσει αξιολόγησης σύμφωνα με το 90ό εκατοστημόριο. Βλέπε παράρτημα II.

Για τα παράκτια ύδατα και τα μεταβατικά ύδατα

	A	B	Γ	Δ	E
	Παράμετρος	Εξαιρετική ποιότητα	Καλή ποιότητα	Επαρκής ποιότητα	Μέθοδοι ανάλυσης αναφοράς
1	Εντερόκοκκοι (cfu/100 ml)	100 (*)	200 (*)	185 (**)	ISO 7899-1 ή ISO 7899-2
2	Κολοβακτηρίδια (cfu/100 ml)	250 (*)	500 (*)	500 (**)	ISO 9308-3 ή ISO 9308-1

(*) Βάσει αξιολόγησης σύμφωνα με το 95ο εκατοστημόριο. Βλέπε παράρτημα II.

(**) Βάσει αξιολόγησης σύμφωνα με το 90ό εκατοστημόριο. Βλέπε παράρτημα II.

Πρόγραμμα «Γαλάζιες Σημαίες»

Το πρόγραμμα παρακολούθησης ποιότητας νερών κολύμβησης, στηρίζει το πρόγραμμα “Γαλάζιες σημαίες”. Με βάση τα αποτελέσματα των μετρήσεων ακτών, γίνεται και η απονομή των «ΓΑΛΑΖΙΩΝ ΣΗΜΑΙΩΝ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΗΣ» μια τιμητική διάκριση από την Ευρωπαϊκή Ένωση που απονέμεται σε καθαρές ακτές, κατάλληλα οργανωμένες και με περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένη διαχείριση.

Για να κερδίσει μια παραλία τη διάκριση αυτή πρέπει να πληροί αυστηρά κριτήρια που σχετίζονται με:

- Την περιβαλλοντική εκπαίδευση και πληροφόρηση
- Την ποιότητα νερών κολύμβησης
- Την περιβαλλοντική Διαχείριση
- Την ασφάλεια, τα ναυαγοσωστικά, τις πρώτες βοήθειες, τις προσφερόμενες υπηρεσίες και εγκαταστάσεις.



Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών,
Εμμανουήλ Δασενάκης, Σ. Καραβόλτσος 2015. Εμμανουήλ Δασενάκης,
Σ. Καραβόλτσος. «Χημεία Περιβάλλοντος. Μικροβιολογία νερού».
Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://opencourses.uoa.gr/courses/CHEM3>.

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/4)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 1: [διαφάνεια 10] Αντιπροσωπευτικά σχήματα προκαρυωτικών μικροοργανισμών. Copyrighted. Σύνδεσμος:

<http://www.scienceprojects.org/projects/intro/intermediate/IB046.htm>. Πηγή: www.scienceprojects.org.

Εικόνα 2: [διαφάνεια 11] Prokaryote cell diagram. Public Domain. Σύνδεσμος: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Prokaryote_cell_diagram.svg. Πηγή: commons.wikimedia.org.

Εικόνα 3: [διαφάνεια 15] Κυτταρικά τοιχώματα Gram (+) και Gram (-) βακτηριδίων. Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://iquimicas.com/bacterias-definicion-y-estructura/>. Πηγή: iquimicas.com.

Εικόνα 4: [διαφάνεια 16 αριστερά] Gram (+). Public Domain. Σύνδεσμος: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gram_Stain_Anthrax.jpg. Πηγή: commons.wikimedia.org.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/4)

Εικόνα 5: [διαφάνεια 16 δεξιά] Gram (-). CC-SA 3.0. Σύνδεσμος: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pseudomonas_aeruginosa_Gram.jpg. Πηγή: commons.wikimedia.org.

Εικόνα 6: [διαφάνεια 17] Κίνηση βακτηρίων. Copyrighted.

Εικόνα 7: [διαφάνεια 20] Αναπαραγωγή βακτηρίων με διχοτόμηση. Copyrighted.

Εικόνα 8: [διαφάνεια 34] E. Coli. Copyrighted. Σύνδεσμος: <http://www.safecarecampaign.org/uti.html>. Πηγή: www.safecarecampaign.org.

Εικόνα 9: [διαφάνεια 37 άνω αριστερά] Enterococcus faecium - coccus prokaryote (bacterium). Copyright 2004 Dennis Kunkel Microscopy, Inc.. Σύνδεσμος: <http://www.denniskunkel.com/DK/Bacteria/96453B.html> . Πηγή: www.denniskunkel.com.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/4)

Εικόνα 10: [διαφάνεια 37 κάτω δεξιά] Enterococcus faecalis - coccus prokaryote (bacterium). Copyright 2004 Dennis Kunkel Microscopy, Inc..
Σύνδεσμος: <http://www.denniskunkel.com/DK/Bacteria/96064A.html>. Πηγή: www.denniskunkel.com.

Εικόνα 11: [διαφάνεια 41] Copyrighted. Πηγή: Buffle and van Leeuwen, 1992.

Εικόνα 12: [διαφάνεια 42] Κατανομή μικροοργανισμών σε φιάλη νερού 1 L.
Copyrighted. Σύνδεσμος: http://library.tee.gr/digital/m1914/m1914_mauridou.pdf. Πηγή: portal.tee.gr/portal/page/portal/library.

Εικόνα 13: [διαφάνεια 43] Προσδιορισμός ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms). Copyrighted.

Εικόνα 14: [διαφάνεια 46] Προσδιορισμός Escherichia coli (E. coli).
Copyrighted.

Εικόνα 15: [διαφάνεια 47] Προσδιορισμός Εντερόκοκκων (Enterococci).
Copyrighted.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (4/4)

Εικόνα 16: [διαφάνεια 49] Copyrighted. Πηγή: www.condalab.com.

Εικόνα 17: [διαφάνεια 50] Water Pressure. Copyright National Geographic Magazine, Photographs by Peter Essick. Σύνδεσμος:

<http://ngm.nationalgeographic.com/static-legacy/ngm/0209/feature1/?fs=www7.nationalgeographic.com>. Πηγή: ngm.nationalgeographic.com.

Εικόνα 18: [διαφάνεια 54] Copyrighted.

Εικόνα 19: [διαφάνεια 56] Εμφιαλωμένο νερό. Copyrighted. Σύνδεσμος:

<https://www.pinterest.com/garettmilks/icons/>. Πηγή: www.pinterest.com.

Εικόνα 20: [διαφάνεια 59] Copyrighted.

Εικόνα 21: [διαφάνεια 64] Copyrighted. Σύνδεσμος:

<http://www.aftodioikisi.gr/perifereies/piran-piso-ti-galazia-simaia-apo-38-ellinikes-aktes-lista>. Πηγή: www.aftodioikisi.gr.