



Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος

Τεχνολογία Πόσιμου Νερού

Τρίτη Διάλεξη: Στοιχεία Μικροβιολογίας Νερού

Διδάσκων: Ανέστης Βλυσίδης

E-mail: anestisvlysidis@gmail.com



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS



Τι είδαμε στο προηγούμενο μάθημα (Διάλεξη 2)

- Ιδιότητες νερού
- Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Νερού
- Οργανοληπτικές παράμετροι νερού
- Ρύπανση
 - Πηγές ρύπανσης
 - Ρύπανση επιφανειακών και υπογείων υδάτων
- Έλεγχος ποιότητας υδάτων
 - Ρυπαντικές παράμετροι (οργανοληπτικές, φυσικοχημικές, ανεπιθύμητες κ' τοξικές ουσίες).



3. Στοιχεία Μικροβιολογίας Νερού



Βακτήριο *E. Coli*

Διδάσκων: Δρ. Ανέστης Βλυσίδης
E-mail: anestisvlysidis@gmail.com





Σύνοψη

Μικροοργανισμοί γενικά

Κατηγορίες Μικροοργανισμών

Είδη Μικροοργανισμών (Βακτήρια, Ιοί, Μύκητες, Πρωτόζωα, Άλγη κτλ)

Επίδραση του Περιβάλλοντος στους Μικροοργανισμούς

Μικροβιολογικός έλεγχος νερού

Μικροοργανισμοί – δείκτες μόλυνσης νερού

Χαρακτηρισμός νερών – Υγειονομικές διατάξεις



Εισαγωγή

Μόλυνση νερού:

Η επιβάρυνση του νερού με παθογόνους για τον άνθρωπο και τα ζώα μικροοργανισμούς.

Οι μικροοργανισμοί είναι καθοριστικός παράγοντας ποιότητας του νερού με θετικό και αρνητικό αντίκτυπο. Παραδείγματα:

(+) Επίτευξη επεξεργασίας και σταθεροποίησης οργανικών αποβλήτων.
(+) Αφομοίωση αποβλήτων από τους ποταμούς μέσω βιολογικού αυτοκαθαρισμού.

(-) Μετάδοση ασθενειών (τύφος, γαστρεντερίτιδα κτλ).
(-) Αλλοίωση αισθητικών χαρακτηριστικών (οσμή, γεύση).
(-) Διάβρωση μετάλλων και σκυροδέματος.
(-) Υποβάθμιση υδάτινων οικοσυστημάτων (ευτροφισμός).



Εισαγωγή

Μικροοργανισμοί θεωρούνται οι οργανισμοί στους οποίους δεν μπορούμε να διακρίνουμε λεπτομέρειες με γυμνό μάτι (διάμετρος <1mm).

Η γνώση στοιχείων μικροβιολογίας είναι απαραίτητη για την ολοκληρωμένη κατανόηση των μικροβιολογικών παραμέτρων ελέγχου ποιότητας νερού.

Facts

1. Μέχρι τις αρχές του 17ου αιώνα ήταν άγνωστος ο μικροβιακός κόσμος
2. Ο Anton van Leeuwenhoek ήταν ο πρώτος που παρατήρησε μικροοργανισμούς με αυτοσχέδια μικροσκόπια (μεγέθυνση 50 – 300 φορές).
3. Το 1820 κατασκευάστηκαν τα πρώτα σύνθετα μικροσκόπια ξεκινώντας μια ραγδαία εξέλιξη της μικροβιολογίας
4. Κατά τα μέσα του 19^{ου} αιώνα οδήγησε στην κατανόηση του ρόλου των μικροοργανισμών στις μετατροπή της ύλης και στην πρόκληση ασθενειών και
5. Μέχρι το τέλος του 19^{ου} αιώνα έγιναν γνωστές οι περισσότερες ομάδες μικροοργανισμών.



Πρώτες αποδείξεις της ύπαρξης μικροβίων

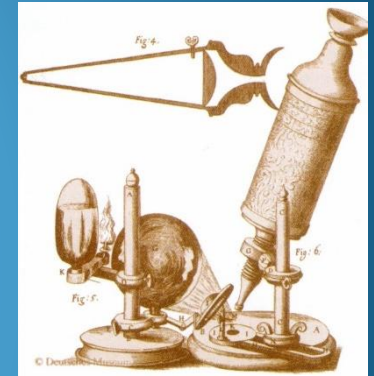
- Ο Antonie van Leeuwenhoek (1632–1723) θεωρείται ως ο πρώτος άνθρωπος που δημιούργησε μικροσκόπια αρκετά ισχυρά για την προβολή μικροβίων, συμπεριλαμβανομένων βακτηρίων.
 - Τα οποία ονόμασε «ζώα» και «μικρά ζώα».
- Το 1674, περιέγραψε τις παρατηρήσεις του για μονοκύτταρους οργανισμούς, των οποίων η ύπαρξη ήταν προηγουμένως άγνωστη.





Πρώτες αποδείξεις της ύπαρξης μικροβίων

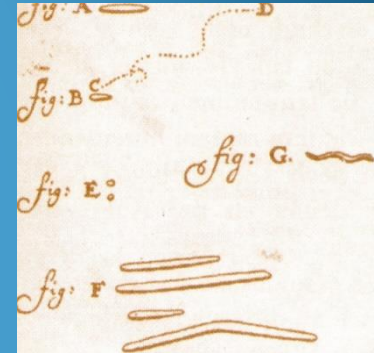
- Επίσης, ο Άγγλος Robert Hooke (1635–1703), συνέβαλε σημαντικά στη μικροσκοπία, δημοσιεύοντας στο βιβλίο του *Micrographia* (1665) πολλές παρατηρήσεις χρησιμοποιώντας σύνθετα μικροσκόπια.
- Βλέποντας ένα λεπτό δείγμα φελλού μέσω του μικροσκοπίου του, ήταν ο πρώτος που παρατήρησε τις δομές που τώρα γνωρίζουμε ως κύτταρα.





Πρώτες αποδείξεις της ύπαρξης μικροβίων

- Ο Louis Jean Pasteur (1822 - 1895), Γάλλος χημικός που έγινε διάσημος για τις ανακαλύψεις του στη Μικροβιολογία, τόσο ώστε να αποκληθεί «Πατέρας της Μικροβιολογίας» και της Ανοσολογίας.
- Τα πειράματά του επιβεβαίωσαν τη θεωρία ότι πολλές ασθένειες προκαλούνται από μικρόβια, ενώ ο ίδιος δημιούργησε το πρώτο εμβόλιο για τη λύσσα (αντιλυσσικός ορός).
- Είναι επίσης γνωστός από τον τρόπο που εφεύρε για να αποτρέπεται το ξίνισμα του γάλακτος και του κρασιού, καθώς αυτή η διαδικασία πήρε το όνομά του και ονομάζεται παστερίωση.





Κατηγορίες Μικροοργανισμών

1. Σε σχέση με το οξυγόνο

Τα κύτταρα αντλούν το οξυγόνο κυρίως από το νερό αλλά πολλοί οργανισμοί απαιτούν και μοριακό οξυγόνο (O_2) για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών.

Βάσει αυτού έχουμε τις κάτωθι κατηγορίες:

- **Υποχρεωτικοί αερόβιοι** (απαίτηση O_2).
- **Υποχρεωτικοί αναερόβιοι** (αντιδράσεις που δεν εμπλέκουν το O_2 , το οποίο μπορεί να εμποδίσει την ανάπτυξη τους ή ακόμα και να τους θανατώσει).
- **Προαιρετικοί αναερόβιοι** (αναπτύσσονται με την παρουσία ή μη του O_2) (facultative anaerobes).



*Υποχρεωτικά
αερόβια βακτήρια
mycobacterium
tuberculosis
που προκαλεί
φυματίωση*



*Υποχρεωτικά
αναερόβια
βακτήρια
Clostridium tetani
που προκαλούν
τέτανο*



Κατηγορίες Μικροοργανισμών

2. Σε σχέση με το είδος του μεταβολισμού

Βασική ταξινόμηση αποτελεί και το κριτήριο της απαίτησης (ή όχι) του μικροοργανισμού, εξωτερικής πηγής οργανικών ουσιών. Δλδ, με κριτήριο τον τροφικό τους τύπο. Αρχικά χωρίστηκαν ως:

- **Αυτότροφοι** (μπορούν να ζήσουν αποκλειστικά με ανόργανες θρεπτικές ουσίες)
- **Ετερότροφοι** (απαιτούν οργανικά συστατικά)

Σήμερα ο διαχωρισμός στηρίζεται σε δύο παραμέτρους:

1. Τη φύση της πηγής ενέργειας

- Φωτότροφοι (χρήση φωτός)
- Χημειότροφοι (χρήση χημικών ενώσεων)

2. Την κύρια πηγή άνθρακα

- Αυτότροφοι (χρήση άνθρακα από CO_2)
- Ετερότροφοι (οργανικές ενώσεις ως πηγή άνθρακα)

Βάσει αυτού διακρίνονται 4 θρεπτικές κατηγορίες

- **Φωτοαυτότροφοι**
- **Φωτοετερότροφοι**
- **Χημειοαυτότροφοι**
- **Χημειοετερότροφοι**



Σύνθεση Θρεπτικού Μέσου

- Ο συνδυασμός των προηγούμενων κριτηρίων οδηγεί σε 4 κύριες κατηγορίες μικροοργανισμών ανάλογα με το θρεπτικό μέσο που αναπτύσσονται:

		Πηγή Ενέργειας	
		Φως (φωτό-)	Χημικά μόρια (χημειο-)
Πηγή Άνθρακα	CO ₂ (αυτο-)	Φωτο-αυτότροφοι	Χημειο-αυτότροφοι
		Μικροφύκη και κυανοβακτήρια (χρησιμοποιούν το H ₂ O ως πηγή ηλεκτρονίων προκειμένου να ανάγουν το CO ₂ παράγοντας O ₂ ως παραπροϊόν)	Θειοβακτήρια και βακτήρια νιτροποίησης, ορισμένα αρχαία
	Πράσινα και μωβ θειοβακτήρια (χρησιμοποιούν το H ₂ S ως πηγή ηλεκτρονίων και δεν παράγουν O ₂)		
	Οργανικές ενώσεις (έτερο-)	Φωτο-ετερότροφοι	Χημειο-ετερότροφοι
	Πράσινα και μωβ βακτήρια, ορισμένα αρχαία	Ζώα, πρωτόζωα, μύκητες, ζύμες, βακτήρια και ορισμένα αρχαία	



Μικροβιακή Ποικιλία – Κατηγορίες Μικροβίων

3. Σε σχέση με την κυτταρική δομή

I. **Προκαρυωτικοί** (με αρχέγονη κυτταρική δομή, δε διαθέτουν πυρήνα)

Πχ. Βακτήρια, κυανοβακτήρια

II. **Ευκαρυωτικοί** (με κυτταρική δομή ανωτέρων ζώων και φυτών, διαθέτουν πυρήνα)

Πχ. Μύκητες, πρωτόζωα

Το βασίλειο των πρωτίστων χωρίζεται στα ανώτερα πρώτιστα (*ευκαρυωτικά*) και στα κατώτερα πρώτιστα (*προκαρυωτικά*).





Μικροβιακή Ποικιλία – Κατηγορίες Μικροβίων

Η ταξινόμηση αυτή γίνεται μεταξύ άλλων με βάση:

- Των απαιτήσεων σε θρεπτικά συστατικά και ενέργεια
- Των ρυθμών ανάπτυξης και παραγωγής μεταβολικών προϊόντων
- Της μεθόδου αναπαραγωγής
- Της ικανότητας για κίνηση και του τρόπου κίνησης
- Της μορφολογίας





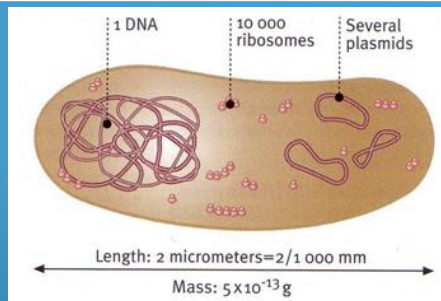
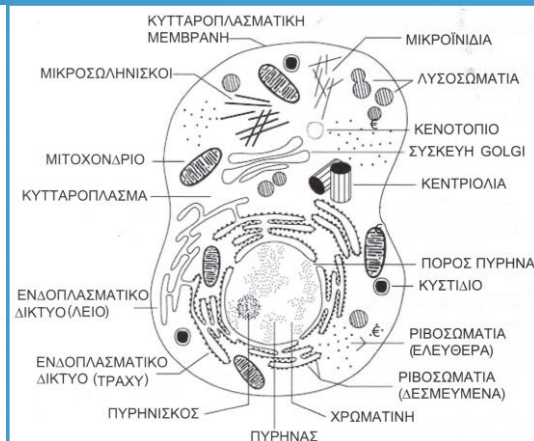
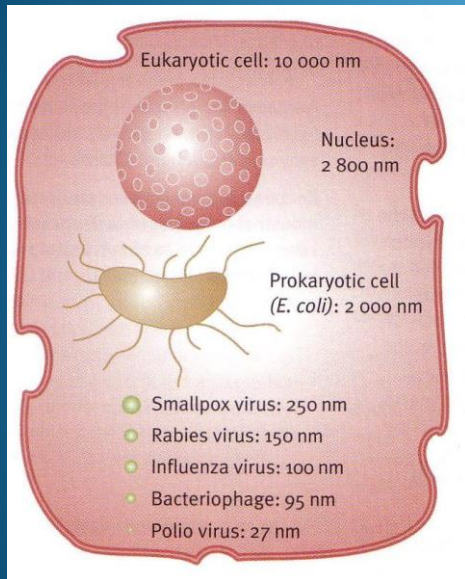
Μικροβιακή Ποικιλία – Κατηγορίες Μικροβίων

- Τα κύτταρα μπορούν να αναπτυχθούν σε:
 - Διάφορες θερμοκρασίες
 - Διάφορα pH (1-9)
 - Διάφορες ενεργότητες νερού
 - Ελάχιστη υγρασία ή
 - Σε διαλύματα με υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων.
- Κάποιοι χρειάζονται οξυγόνο (αερόβιοι)
- Κάποιοι αναπτύσσονται μόνο αναερόβια
- Κάποιοι είναι δυνητικοί (ή facultative)
- Κάποιοι όπως τα κυανοβακτήρια μπορούν φωτοσυνθετικά να μετατρέψουν το CO₂ από την ατμόσφαιρα σε οργανικές ενώσεις απαραίτητες για τη ζωή.





Η κλίμακα των μικροοργανισμών



Βασικές διαφορές προκαρυωτικών και ευκαρυωτικών οργανισμών

Προκαρυωτικοί οργανισμοί	Ευκαρυωτικοί οργανισμοί
Μονοκύτταροι	Μονοκύτταροι ή πολυκύτταροι
Διάμετρος κυττάρου περίπου 1μm	Διάμετρος κυττάρου περίπου 10-100μm
Δεν διαθέτουν οργανωμένο πυρήνα	Το γενετικό τους υλικό βρίσκεται στον πυρήνα ο οποίος περιβάλλεται από διπλή πυρηνική μεμβράνη
Δεν διαθέτουν μεμβρανώδη οργανίδια	Έχουν ένα πολύπλοκο δίκτυο μεμβρανωδών οργανιδίων
Έχουν ριβοσωμάτια μικρότερα των ευκαρυωτικών	Ριβοσωμάτια μεγαλύτερα των προκαρυωτικών
Εμφανίστηκαν πρώτοι κατά την εξέλιξη	Εμφανίστηκαν μεταγενέστερα των προκαρυωτικών
Γενετικό υλικό συνήθως ένα κυκλικό μόριο DNA	Γενετικό υλικό αποτελείται πολλά γραμμικά μόρια DNA διαμορφωμένα σε χρωματίνη

Βακτήρια

Streptococcus

Methylophilus

Escherichia coli

Lactobacillus

Pseudomonas

Corynebacterium

Rhizobium

Spirillum

Bacillus thuringiensis

Staphylococcus

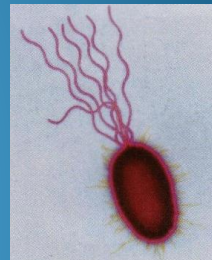
Bacillus subtilis

Streptomyces

Germinating spores

Nocardia

Pseudomonas



Bacteria colony pattern formation

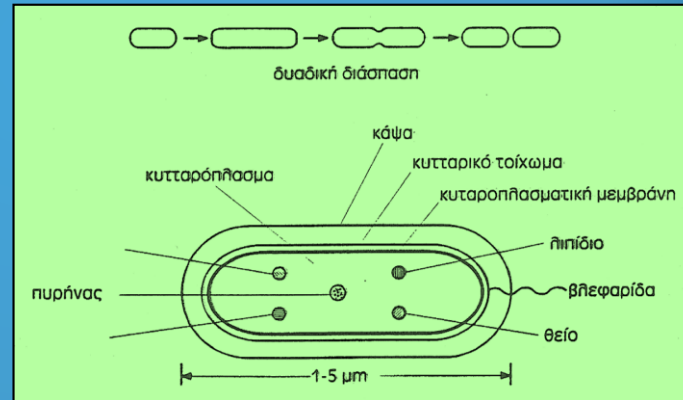


Είδη Μικροοργανισμών: Βακτήρια

Τα βακτήρια είναι μονοκύτταροι οργανισμοί μεγέθους 0,5 - 5 μm και έχουν διάφορα σχήματα. Έχουν θρεπτικές ιδιαιτερότητες (δλδ μπορεί να είναι χημειότροφα, φωτότροφα, ετερότροφα και αυτότροφα ανάλογα με την πηγή C αν είναι οργανική ή ανόργανη).

Βασικά χαρακτηριστικά:

- Αναπαράγονται με δυαδική διάσπαση (χρόνος σχηματισμού ~ 20 min).
- Διαχωρίζονται σε gram-θετικά και gram-αρνητικά (διαφορές στη δομή του κυτταρικού περιβλήματος).
- Ορισμένα σχηματίζουν σπόρια που μπορούν να παραμένουν αδρανή και ενεργοποιούνται αν βρεθούν σε κατάλληλο περιβάλλον.
- Είναι αερόβια και αναερόβια και έχουν σπουδαίο ρόλο στην επεξεργασία και σταθεροποίηση των αποβλήτων.



Κύρια Χαρακτηριστικά Βακτηρίων. Μήτρακας Μ., "Ποιοτικά χαρακτηριστικά και επεξεργασία νερού", 2001



Είδη Μικροοργανισμών: Βακτήρια

Μείωση βακτηρίων με Απολύμανση

Είδος βακτηρίου	Συγκέντρωση Απολυμαντικού mg/L	Χρόνος Επαφής (min)	pH	T(°C)	Απομάκρυνση %
OCI⁻					
E. Coli	1,0	0,9	10	5	99,00
	0,3	10	10	20-25	100,00
	0,4	10	10	20-25	100,00
S. typhi	0,3	10	10,7	20-25	100,00
HOCl					
E. Coli	0,1	0,4	6,0	5	99,00
L. pneumophila	3,3	1		25	99,99
Campylobacter jejuni	1,5	19			99,00
	2,5	1			100,00
	0,6	30			100,00
	5,0	1			100,00

- Τα βακτήρια είναι αρκετά ευαίσθητα σε:
- Μεταβολές pH (προτιμούν ουδέτερες συνθήκες).
 - Απολυμαντικά του χλωρίου (OCI⁻).
 - Θερμοκρασίες (έχουν βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης).

Μήτρακας Μ., "Ποιοτικά χαρακτηριστικά και επεξεργασία νερού", 2001



Είδη Μικροοργανισμών: Είδη Βακτηρίων

Βακτήρια στο πόσιμο νερό ύδρευσης

Αλλόχθονα

Εισέρχονται κατά τη μόλυνση του νερού και είναι επικίνδυνα για τη δημόσια υγεία. Η παρουσία τους στο νερό αποτελεί ένδειξη μόλυνσης. Ανάπτυξη στα εντόσθια των ζώων. Εκτός του ζεστού και θρεπτικού περιβάλλοντος του εντέρου πεθαίνουν αμέσως.

Αυτόχθονα

Αποτελούν μέρος της φυσικής χλωρίδας του νερού. Τα πιο σημαντικά για την ποιότητα του νερού είναι τα βακτήρια σιδήρου, θείου και μεθανίου. Οι ημιτελώς οξειδωμένες ενώσεις μετάλλων στο νερό αποτελούν πηγή ενέργειας για τα βακτήρια.

Είδη βακτηρίων στο νερό ύδρευσης

Σιδηροβακτήρια (*Sphaerotilus*, *Testatrix* κ.ά.):

Είναι όλα αερόβια κυρίως νηματοειδή. Μολύνσεις στο δίκτυο και προβλήματα οσμής και γεύσης

Θειο-οξειδωτικά βακτήρια (Γένη *Beggiatoa*, *Thiobacillus* κ.α)

Αναερόβια με ανάπτυξη στο νερό που έχει θείο. Μολύνσεις στο δίκτυο και προβλήματα οσμής και διάβρωσης.

Ψευδομονάδα και αχρωμοβακτήρια (*Pseudomonas*, *Micrococcus*, *chromobacter*)

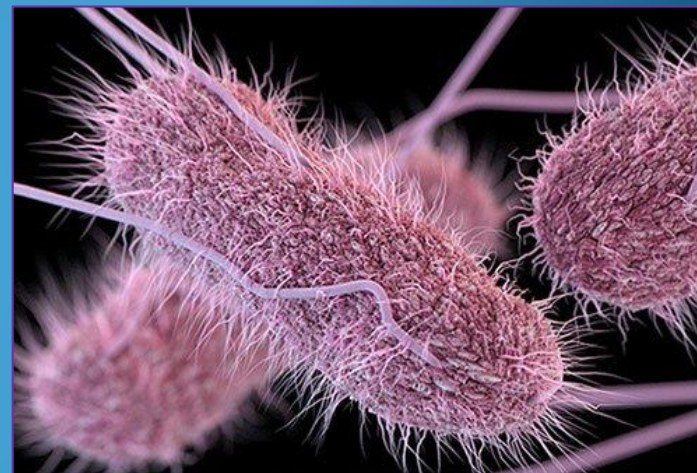
Κατά την οξείδωση οργανικών υποστρωμάτων, παράγουν CO₂ το οποίο μειώνει το pH αυξάνοντας τη διάβρωση.



Είδη Μικροοργανισμών: Είδη Βακτηρίων

Παθογόνα βακτήρια σημαντικά για τη δημόσια υγεία

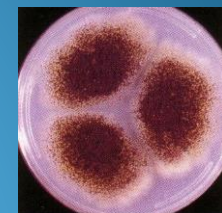
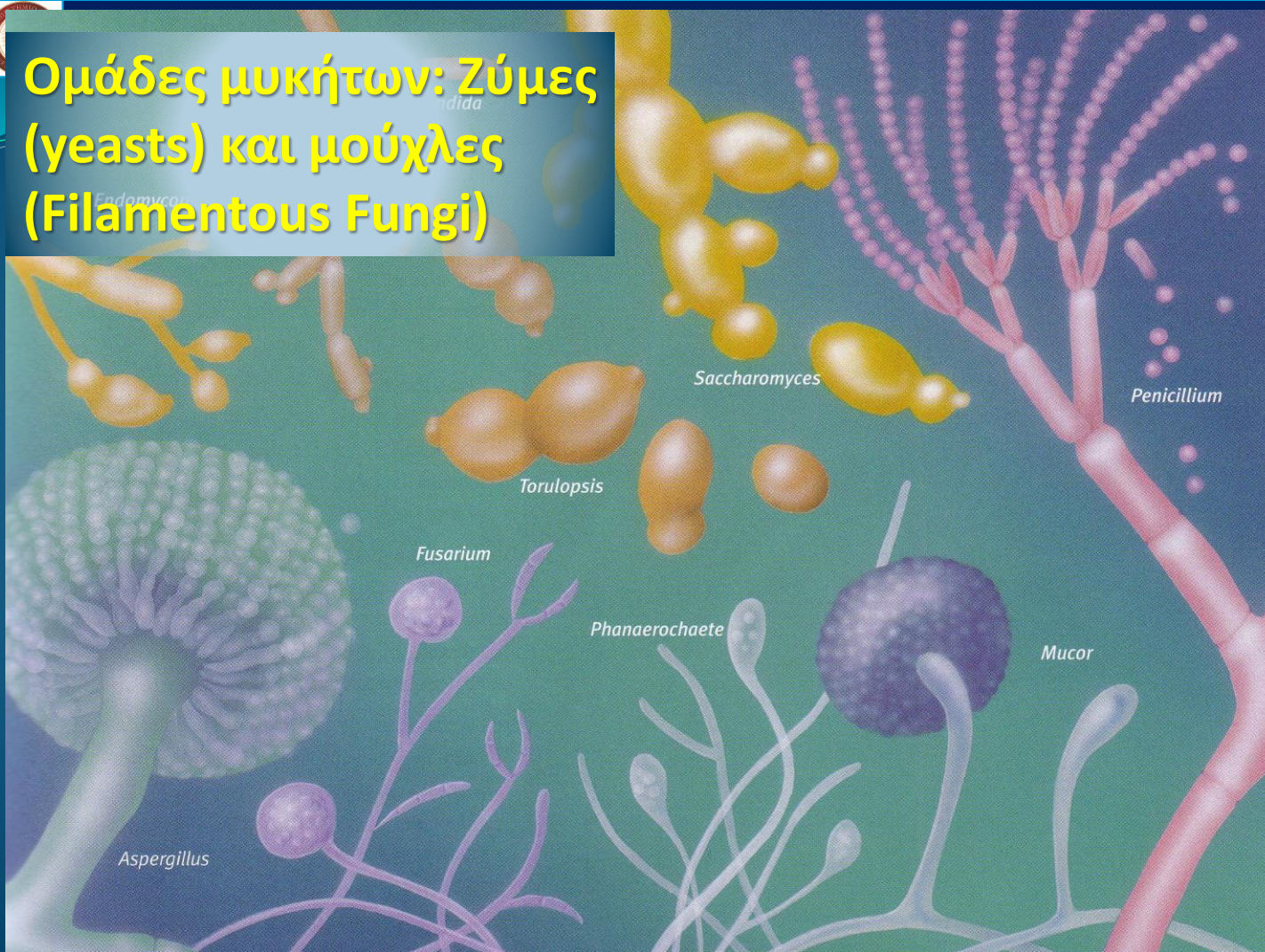
Γένος	Ασθένεια	Μετάδοση
Salmonella	Τυφοειδής πυρετός, Σαλμονέλωση, διάρροια	Με τροφή, νερό
Shingella	Βακιλλική δυσεντερία, Πυρετός, διάρροια	Με την επαφή, μολυσμένες τροφές
Leptospira	Οξεία φλεγμονή στα νεφρά, το ήπαρ και στο κεντρικό νευρικό σύστημα	Με το αίμα, ερχόμενο σε επαφή με ζώα φορείς ή μολυσμένα νερά
Pasturella	Ρίγη, πυρετός, με έλκος στη θέση μόλυνσης, προήξιμο λεμφικών αδένων	Έντομα, μολυσμένα ζώα με τσίμπημα-δάγκωμα
Vibrio	Χολέρα	Με την επαφή, μολυσμένο νερό
Enteropathogenic E. Coli	Διάρροια, λοιμώξεις ούρων	Με την επαφή, μολυσμένη τροφή, νερό
Yersinia	Διάρροια, πυρετός, ανορεξία, σηψαιμία	Ζώα στον άνθρωπο, άνθρωπος στον άνθρωπο, μολυσμένο νερό
Mycobacterium	Πνευμονική ή δερματική φυματίωση	Συνήθως με τον αέρα



Αλλόχθονο βακτήριο Salmonella. Προκαλεί σοβαρή τροφική δηλητηρίαση

Μήτρακας Μ., "Ποιοτικά χαρακτηριστικά και επεξεργασία νερού", 2001

Ομάδες μυκήτων: Ζύμες (yeasts) και μούχλες (Filamentous Fungi)



Aspergillus niger
σε Άγαρ
(παρασκευή
κιτρικού οξέος)



Penicillium
(παρασκευή
πενικιλίνης)



Είδη Μικροοργανισμών: Μύκητες

Οι μύκητες σχηματίζουν συνήθως μυκήλια τα οποία είναι πιο ανθεκτικά σε όξινες συνθήκες και ξηρότερο περιβάλλον σε σχέση με τα βακτήρια.

Τα εκατοντάδες χιλιάδες διαφορετικά είδη που υπάρχουν είναι όλα **χημειοσυνθετικοί αερόβιοι οργανισμοί**.

- Οι μύκητες βρίσκονται σε μολυσμένους ποταμούς και εγκαταστάσεις βιολογικής επεξεργασίας αποβλήτων και είναι υπεύθυνοι για γεύσεις και οσμές στο νερό.
- Το μυκήλιο είναι ένα υψηλά διακλαδισμένο σύστημα των σωλήνων, που περιέχει κινητό κυτταρόπλασμα και πολλούς πυρήνες.
- Αναπτύσσονται τόσο σε υγρές όσο και σε στερεές επιφάνειες θρεπτικών συστατικών.
- Μερικές μούχλες αναπαράγονται και σχηματίζουν σπόρια. Αυτά τα σπόρια είναι ανθεκτικά στη θερμότητα, τον πάγο την ξήρανση και σε μερικούς χημικούς παράγοντες.



Μυκήλια και κονιδιοφόροι του μύκητα Aspergillus fumigatus



Είδη Μικροοργανισμών: Μύκητες

Κύρια χαρακτηριστικά μυκήτων:

1. **Θαλός:** ενεργό αναπτυσσόμενο μέρος.
2. **Υφή:** νήμα από το οποίο σχηματίζεται ο θαλός.
3. **Μυκήλιο:** μία μάζα από τη διακλαδιζόμενη υφή.
4. **Διάφραγμα:** μια εγκάρσια μεμβράνη
5. **Κονιδιοφόρο:** μίσχοι που περιέχουν κονιδιόσπορα.
6. **Κονιδιόσπορα:** ουδέτερα σπόρια που δημιουργούνται στις άκρες κονιδιοφόρων και μεγαλώνουν από το θαλό.



Κύρια χαρακτηριστικά μυκήτων.

Μήτρακας Μ.,
“Ποιοτικά
χαρακτηριστικά και
επεξεργασία νερού”,
2001

Chlorella

Φύκη (Algae)

Nostoc

Chlamydomonas

Volvox

Scenedesmus

Anabaena

Dunaliella

Spirogyra

Spirulina

- Όλα τα φύκη είναι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί.
- Περιέχουν χλωροπλάστες που προσδίδουν ένα πράσινο χρώμα στους οργανισμούς.
- Οι χλωροπλάστες είναι περιοχές των χρωστικών ουσιών χλωροφύλλης και είναι υπεύθυνοι για την φωτοσύνθεση.
- Το μέγεθος ενός τυπικά μονοκύτταρου άλγους είναι 10-30μm.
- Πολλά από αυτά χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία αποβλήτων ύδατος (τριτογενής επεξεργασία Υ.Α.) με ταυτόχρονη παραγωγή μονοκυτταρικής πρωτεΐνης.



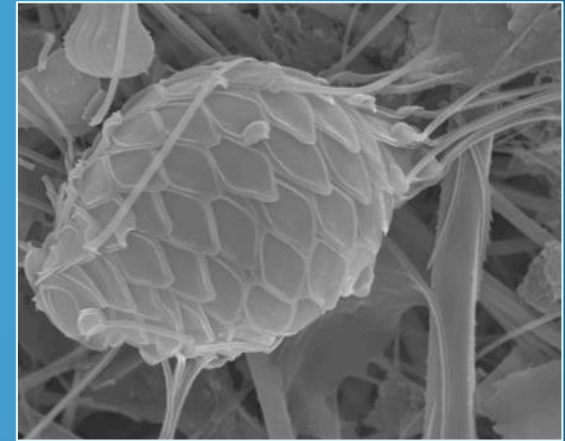
Είδη Μικροοργανισμών: Άλγη

Φωτοσυνθετικοί οργανισμοί οι οποίοι ενσωματώνουν **χλωροφύλλη**. Καταναλώνουν CO_2 , NH_3 , PO_4^{3-} για την παραγωγή νέων κυττάρων και O_2 . Απουσία ηλιακού φωτός ορισμένα μπορούν να υπάρξουν με χημειοσυνθετικό μεταβολισμό (απαιτείται οξυγόνο).

Τα φύκη είναι συνήθως μονοκύτταροι οργανισμοί. Εντούτοις, μερικές πολλυκυτταρικές δομές που μοιάζουν με φυτά παρουσιάζονται σε θαλάσσια ύδατα.

Βασικά χαρακτηριστικά:

- Η φωτοσυνθετική δραστηριότητα ελέγχεται από χρωστικές ουσίες, έτσι έχουν χαρακτηριστικά χρώματα (πράσινα, γαλαζοπράσινα κτλ) και εμφανίζονται συνήθως ως αποικίες.
- Τα άλγη παράγουν O_2 καταναλώνοντας προϊόντα αποσύνθεσης βακτηρίων βοηθώντας στη διατήρηση του αερόβιου περιβάλλοντος.
- Επίδραση αλγών στα φίλτρα διήθησης.
- Σε σκληρό νερό τα άλγη παίρνουν το CO_2 από τα όξινα ανθρακικά ελαττώνοντας τη σκληρότητα του νερού και αυξάνοντας το pH.
- Εξισορροπούν το διαλυμένο οξυγόνο και την έντονη οσμή και γεύση στο νερό.



Είδος άλγους στο μικροσκόπιο



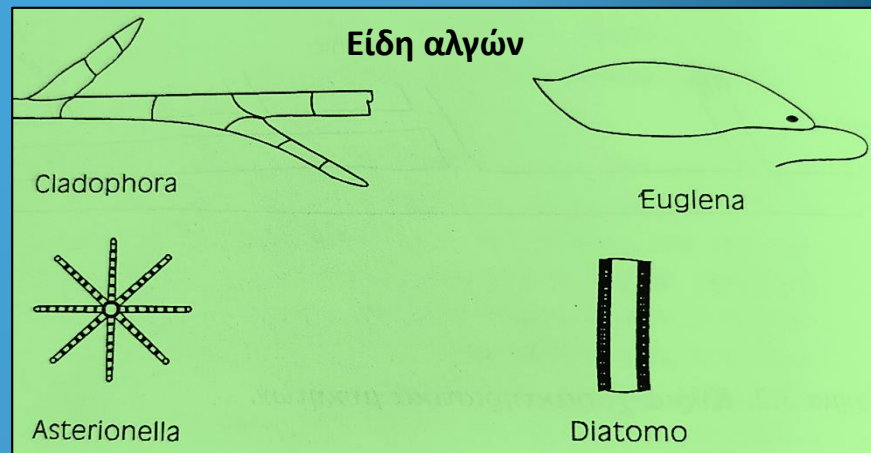
Είδη Μικροοργανισμών: Είδη αλγών

Είδη αλγών που ενδιαφέρουν στον έλεγχο της ποιότητας του νερού

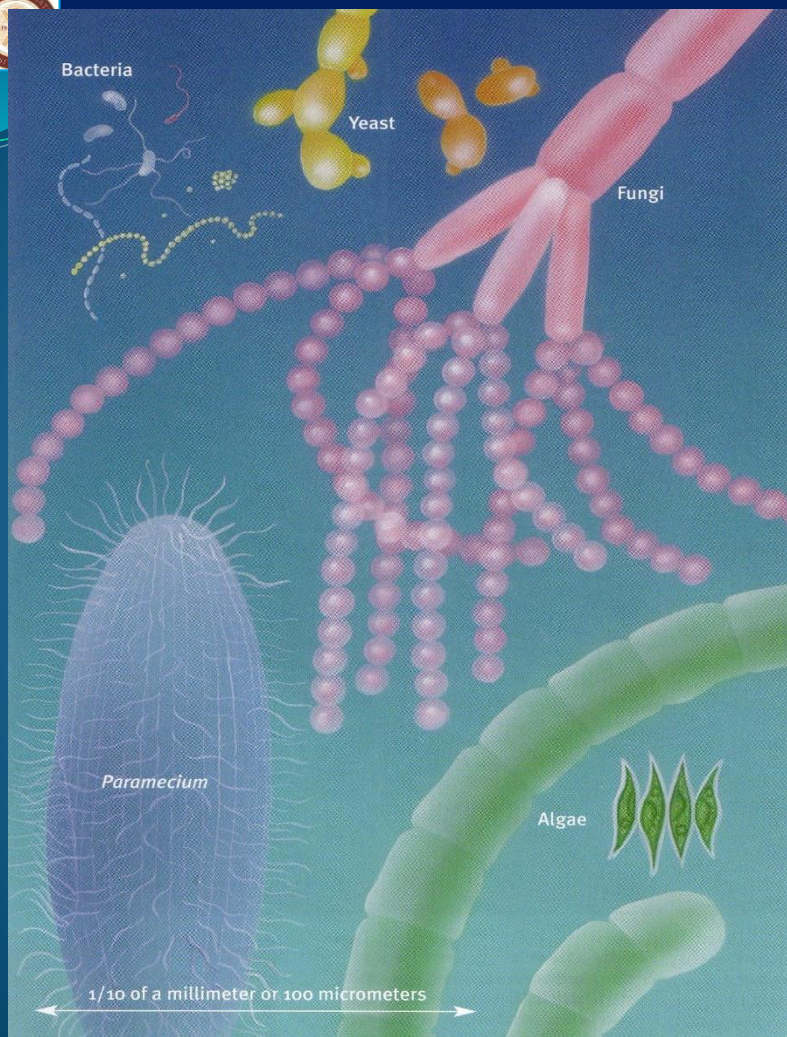
Είδος	Μέλη
Cyanophyta	Anacystis (Microcystis) Oscillatoria Aphanitomenon Anabaena
Chlorophyta	Chlamydomonas Sphaerocystis Volvox, Scenedesmus Oocystis, Selenastrum Asterionella melosira Diatoma cyclotella Fragilaria navicula
Diatoms	
Dinoflagellates	Ceratium
Xanthophyceae	Peridinium
Chrysophyceae	Dinobryon
Euglenoidae	
Phaeophyta	
Rhodophyta	

Έμφραξη φίλτρων

Περιέχει ενδοτοξίνες που προκαλούν δηλητηρίαση ζώων



Μήτρακας Μ., "Ποιοτικά χαρακτηριστικά και επεξεργασία νερού", 2001



Η κλίμακα των μικροοργανισμών

Τα πρωτόζωα τρέφονται συνήθως με μικρούς οργανισμούς όπως τα βακτήρια ή διάφορα συστατικά τροφών.

Ταξινομούνται με βάση την κίνηση τους (αμοιβάδες, μαστιγωτά κ.α.) Ενώ προκαλούν διάφορες αρρώστιες στον άνθρωπο όπως ελονοσία και δυσεντερία.

Μπορούν να αποβούν ωφέλιμα με το να απομακρύνουν τα βακτήρια από τα απόβλητα του νερού σε διεργασίες βιολογικής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.



Είδη Μικροοργανισμών Πρωτόζωα

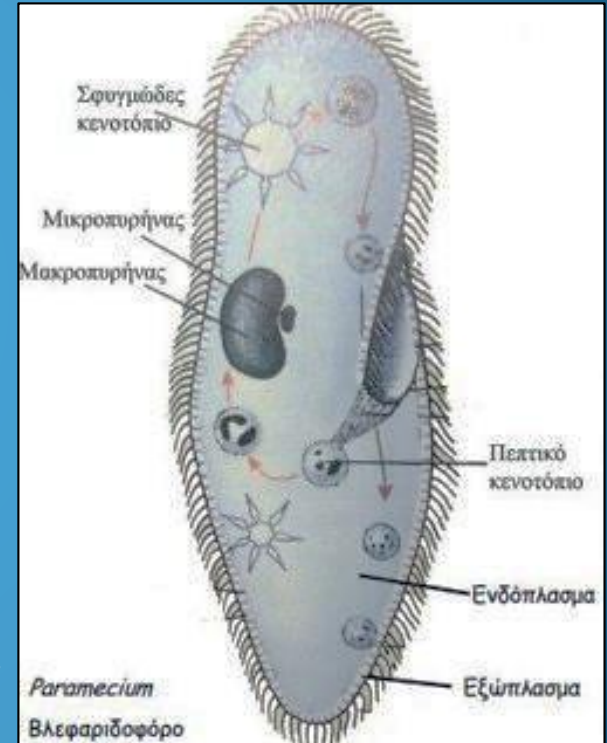
Κύρια χαρακτηριστικά:

- Κατανάλωση μόνο οργανικής φύσης τροφής
- Τροφή συνήθως σε στερεά φάση
- Απαιτούν οξυγόνο (μερικά είδη απαιτούν χαμηλές συγκεντρώσεις O_2)

Τα κυριότερα είδη ζώων είναι:

- Πρωτόζωα
- Τροχόζωα
- Μαλακόστρακα
- Σκώληκες και κάμπιες

*Αναπαράσταση
βλεφαριδοφόρου
πρωτόζωου του
γένους paramecium
που φέρει
βλεφαρίδες σε όλη
την επιφάνεια του με
τις οποίες κινείται.*





Είδη Μικροοργανισμών: Πρωτόζωα

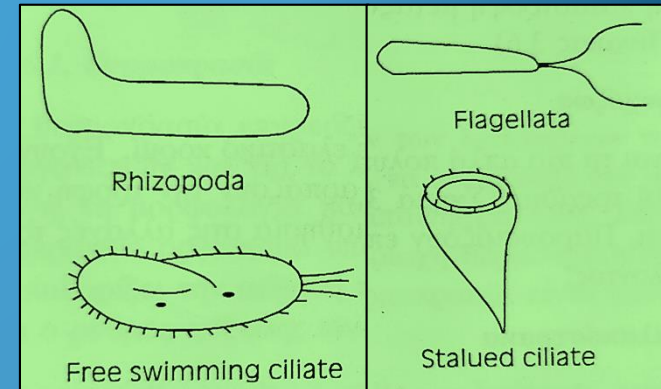
Είναι μονοκύτταροι οργανισμοί μήκους 10 - 100 μm, αναπαράγονται με δυαδική διάσπαση και για να αναπτυχθούν τρώνε κυρίως βακτήρια. Μερικά είναι παράσιτα στον άνθρωπο.

Διακρίνονται σε:

- 1. Πλασμόδομα:** Έχουν ψευδοπόδια ή μαστίγια για να κινούνται και τρέφονται με εγκολλησμό στερεάς ή διαλυμένης τροφής.
- 2. Κιλιοφόρα:** έχουν αισθητήρες σαν βλεφαρίδες για να κινούνται και στόματα για κατανάλωση στερεάς τροφής.

Πρωτόζωα που παρασιτούν στον άνθρωπο

Πρωτόζωα	Ασθένειες	Μετάδοση
Acanthamoeba castellani	Μηνιγγοεγκεφαλίτιδα	Εκδορές δέρματος και έλκη
Balantidium coli	Δυσεντερία	Μολυσμένο νερό από κόπρανα χοίρων
Entamoeba histolytica	Δυσεντερία	Μολυσμένο νερό
Giardia lamblia	Γαστρεντερίτιδα	Μολυσμένο νερό
Nagleria fowleri	Μηνιγγοεγκεφαλίτιδα	Εισπνοή από τη μύτη ή το στόμα



Μερικά είδη Πρωτοζώων



Είδη Μικροοργανισμών: Πρωτόζωα

Πρωτόζωα και επεξεργασία νερού

- ✓ Τα πρωτόζωα είναι ευμεγέθη κι έτσι αφαιρούνται από το νερό κυρίως με φίλτρα άμμου (περίπου 99% της συγκέντρωσης τους) αλλά και με το χλώριο.
- ✓ Είναι ανθεκτικά στην απολύμανση και για την καταστροφή τους απαιτείται μεγαλύτερος χρόνος επαφής ή υψηλότερη συγκέντρωση χλωρίου σε σχέση με τα βακτήρια που εξολοθρεύονται ευκολότερα.
- ✓ Η αύξηση του pH απαιτεί πολύ περισσότερο χλώριο για την καταστροφή τους.

Απαιτούμενη συγκέντρωση απολυμαντικού για καταστροφή του 99.999% των μικροοργανισμών σε χρόνο επαφής 30'

	Ελεύθερο χλώριο, HOCl + OCl ⁻ , mg/L		
pH	Βακτήρια 0-25°C	Πρωτόζωα 22-25°C	Πρωτόζωα 2-5°C
6.0	0,2	2,0	7,5
7.0	0,2	2,5	10,0
8.0	0,2	5,0	20,0
9.0	0,6	20,0	70,0



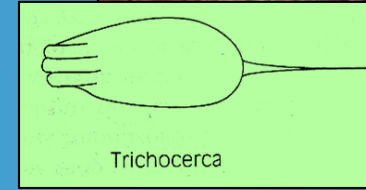
Είδη Μικροοργανισμών: Τροχόζωα

Τα τροχόζωα είναι τα πιο απλά πολυκυτταρικά ζώα με ελαστικό κορμί.

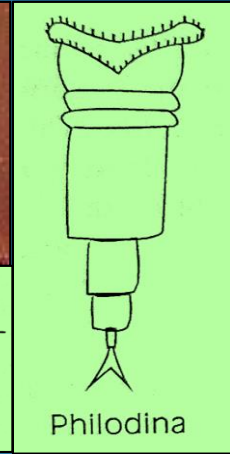
Έχουν στην κεφαλή τριχίδια, με τα οποία αρπάζουν την τροφή και κινούνται.

Παρουσιάζουν επίσης μεγάλη ευαισθησία στις αλλαγές του περιβάλλοντος.

Μερικά είδη τροχοζώων



Trichocerca



Philodina

Μαλακόστρακα

Είναι πολυκυτταρικοί οργανισμοί με σκληρό κέλυφος και ελαστικό σώμα στο εσωτερικό.

Έχουν σχετικά μεγάλο μέγεθος και ορισμένοι είναι ορατοί δια γυμνού οφθαλμού

Βρίσκονται μόνο σε σταθερές συνθήκες και είναι σημαντική τροφή για τα ψάρια.

Σκώληκες και κάμπιες

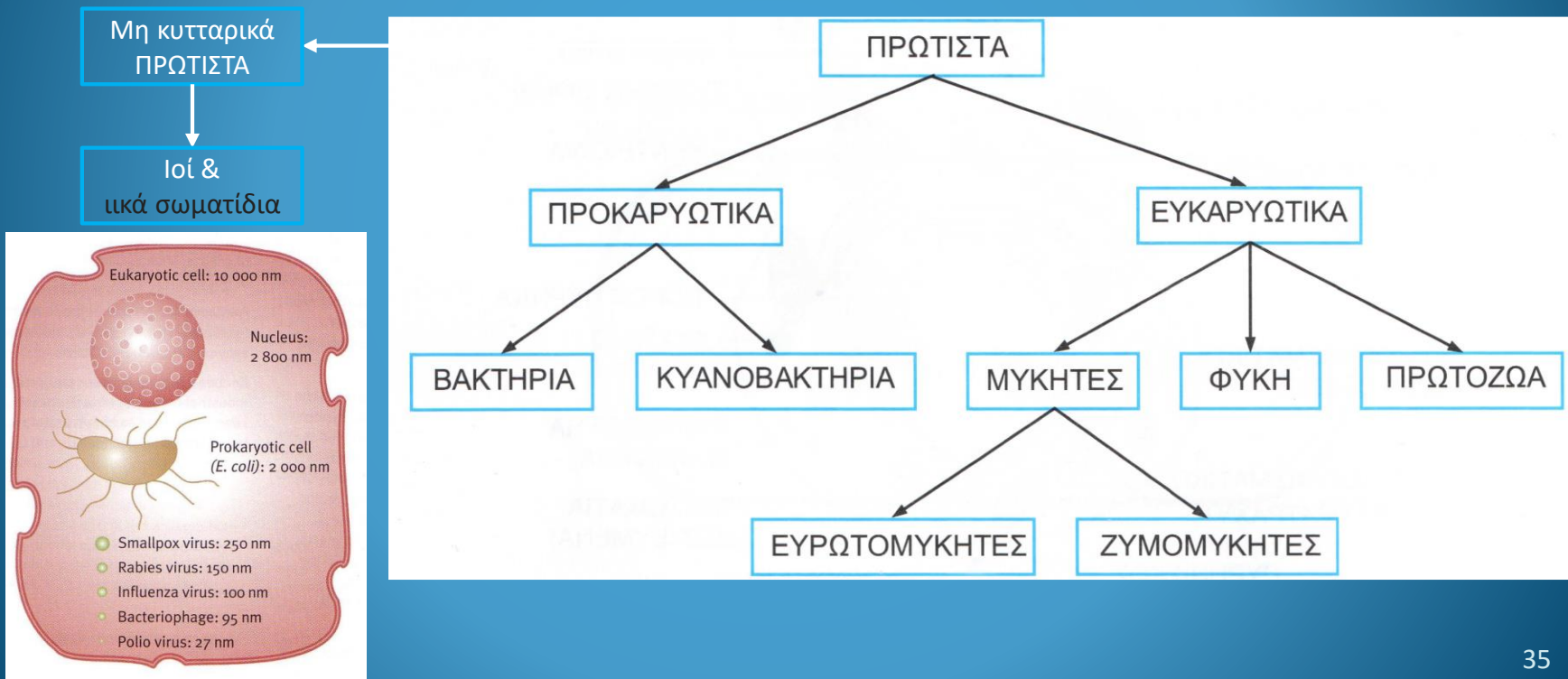
Εδώ ανήκουν και τα τροχόζωα.

Βρίσκονται στον πυθμένα δεξαμενών, όπου παίζουν σπουδαίο ρόλο στον καθαρισμό.

Έχουν την ικανότητα να διασπών οργανικές ουσίες που δεν έχουν διασπαστεί ολοκληρωτικά από άλλους μικροοργανισμούς.



Μικροβιακή Ποικιλία – Κατηγορίες Μικροβίων





Ιοί

Οι ιοί είναι πολύ μικροί (30-250 nm) και υποχρεωτικά είναι παράσιτα άλλων κυττάρων όπως τα βακτήρια, οι ζύμες, τα φυτικά και τα ζωικά κύτταρα. Οι ιοί δεν μπορούν να συλλέξουν ή να αποθηκεύσουν ελεύθερη ενέργεια και δεν είναι λειτουργικά ενεργοί παρά μόνον όταν βρίσκονται μέσα σε κύτταρα ξενιστές. Μπορούν να περιέχουν ως γενετικό υλικό DNA ή RNA.

Βασικά χαρακτηριστικά:

- Είναι όλοι παράσιτα που στερούνται κανονικών μεταβολικών λειτουργιών.
- Ζει μόνο μέσα σε ζωντανό κύτταρο, που το μετατρέπει σε κοκκώδη μάζα από πολλαπλασιαζόμενους ιούς έτοιμους να μολύνουν και άλλα κύτταρα.
- Βρίσκονται συνήθως στα λύματα και είναι παρόντες στα μολυσμένα νερά

Η απομάκρυνση των ιών είναι δύσκολη λόγω του:

- Πολύ μικρού μεγέθους (συνήθως $d = 30\text{nm} \ll 0,3\mu\text{m}$)
- Είναι ανθεκτικοί στην απολύμανση
- Προστατεύονται από την ύπαρξη αιωρούμενων στερεών και θολότητας.

Ιογενείς μολύνσεις:

Γρίπη
Πολιομυελίτιδα
Ηπατίτιδα
Έρπης



Ιοί

Ιοί που μολύνουν τα ζώα

Είδος	Ασθένεια
Adenoviruses	Αναπνευστικές ασθένειες, Επιπεφυκίτιδα
Reoviruses	Αναπνευστικές ασθένειες, Διάρροια
Rotaviruses	Παιδική γαστροεντερίτιδα
Enteroviruses	
Polioviruses	Πολιομυελίτιδα
Coxsackie Viruses A	Μηνιγγίτιδα
Coxsackie Viruses B	Μηνιγγίτιδα
Echoviruses	Μηνιγγίτιδα
Hepatitis A virus	Μεταδοτική ηπατίτιδα
Norwalk and related gastrointestinal viruses	Γαστροεντερίτιδα
Poxviruses	Ευλογιά
Herpesvirus	Ιός του έρπη

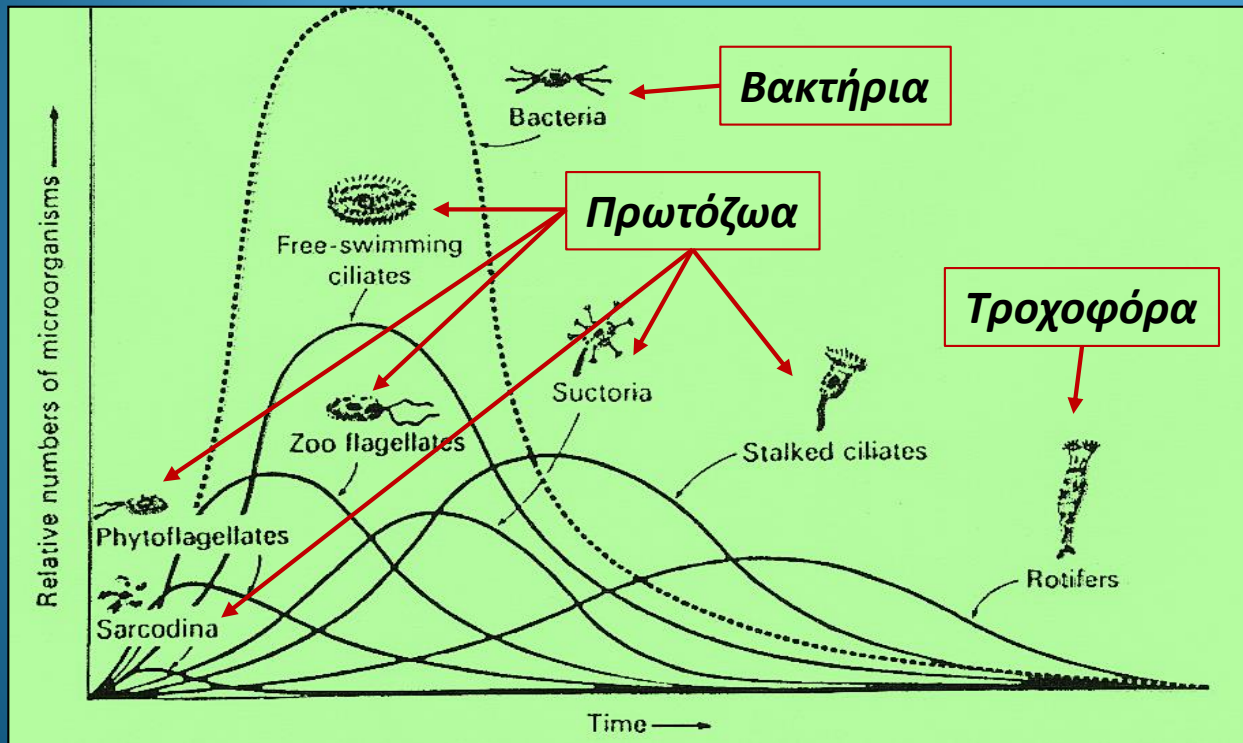
Ιοί του εντέρου:
Οι πιο σοβαροί ιοί, είναι παθογόνοι, εισέρχονται στον οργανισμό από το στόμα και πολλαπλασιάζονται στο έντερο.

Μήτρακας Μ.,
“Ποιοτικά
χαρακτηριστικά και
επεξεργασία νερού”,
2001



Επίδραση του Περιβάλλοντος στους Μικροοργανισμούς

Σύγκριση ανάπτυξης διαφόρων μικροοργανισμών σε οργανικά υγρά απόβλητα σε συνάρτηση με το χρόνο.



Μήτρακας Μ.,
“Ποιοτικά
χαρακτηριστικά και
επεξεργασία νερού”,
2001



Επίδραση του Περιβάλλοντος στους Μικροοργανισμούς

Οι βασικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη και την καταστροφή των μικροοργανισμών:

1. **Θερμοκρασία**
2. **Συγκέντρωση ιόντων του υδρογόνου (pH)**
3. **Οξυγόνο και Διοξείδιο του άνθρακα**
4. **Χημικά Ερεθίσματα**
5. **Ακτινοβολία**
6. **Οσμωτική πίεση**
7. **Υδροστατική πίεση**

1. Θερμοκρασία

- Καθορίζει την αναπαραγωγή, τη μορφολογία και τις θρεπτικές απαιτήσεις.
- Για κάθε μικροοργανισμό υπάρχει μια βέλτιστη θερμοκρασία στην οποία ο ρυθμός αύξησης είναι μέγιστος.
- Επηρεάζει τα ενζυμικά συστήματα ανάπτυξης και αναπαραγωγής που είναι πιο ευαίσθητα.

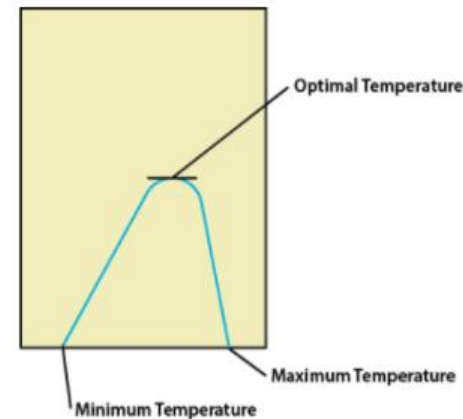
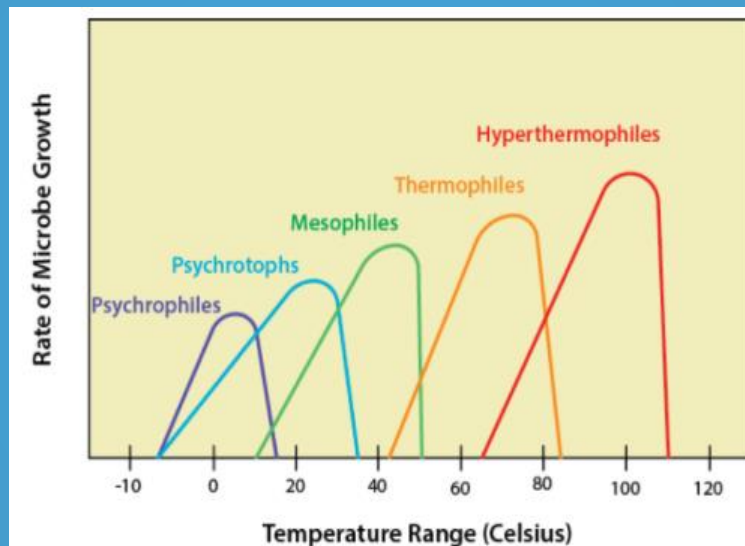
Ανάλογα με τις βέλτιστες θερμοκρασίες ανάπτυξης και την αντοχή του μικροοργανισμού στη θερμοκρασία κατατάσσονται σε:

- **Θερμόφιλα (50 - 60°C)**
- **Μεσόφιλα (30 - 40°C)**
- **Ψυχρόφιλα (<20°C)**



Ανάπτυξη μικροοργανισμών σε διάφορες Θερμοκρασίες

- Ανάπτυξη μικροοργανισμών σε διάφορες T
 - Ψυχρόφιλα (<20 °C)
 - Μεσόφιλα (20-50 °C)
 - Θερμόφιλα (>50 °C)
- Απότομη κλίση: Περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας επιτυγχάνει την ταχεία μετουσίωση των πρωτεϊνών





Επίδραση του Περιβάλλοντος στους Μικροοργανισμούς

2. Συγκέντρωση ιόντων του υδρογόνου (pH)

Η ανάπτυξη κάθε μικροοργανισμού είναι δυνατή μόνο σε μια περιοχή τιμών pH το οποίο:

- ✓ Επηρεάζει κυρίως την τροφική κατάσταση του περιβάλλοντος.
- ✓ Επηρεάζει την διαλυτότητα ιόντων
- ✓ Επηρεάζει τη διάσταση μορίων
- ✓ Ελέγχει το φυσικό μετασχηματισμό ενώσεων

Οι μικροοργανισμοί επηρεάζονται μόνο από έντονες μεταβολές του pH, γιατί υπάρχει καλή ρύθμιση του pH στο εσωτερικό του κυττάρου.

- Επιθυμητή περιοχή pH: 5 - 7,5
- Ελάχιστη τιμή pH: 2,5
(Κάποιοι μύκητες αναπτύσσονται σε pH: 0 - 2)
- Μέγιστη τιμή pH: 9
(Κάποια είδη βακίλλων και κυανοπράσινων βακτηρίων αναπτύσσονται σε pH: 11)

3. Οξυγόνο και Διοξείδιο του άνθρακα

Οι αερόβιοι μικροοργανισμοί δε ζουν χωρίς O₂.

Οι αναερόβιοι χρησιμοποιούν εναλλακτικές ενώσεις στη θέση του οξυγόνου επειδή τους είναι ιδιαίτερα τοξικό.

Στους αναερόβιους λείπει το ένζυμο *υπεροξειδική δεσμουτάση* που καταστρέφει τις ελεύθερες υπεροξειδικές ρίζες.

Η ανάγκη για CO₂ είναι κοινή για όλους τους μικροοργανισμούς.

Στις περιπτώσεις που απαιτείται μικρή ποσότητα CO₂ η τροφοδότηση γίνεται μέσω αντιδράσεων του μεταβολισμού τους.



Επίδραση του Περιβάλλοντος στους Μικροοργανισμούς

4. Χημικά Ερεθίσματα

Οι μικροοργανισμοί –άγνωστο πως- αισθάνονται την ύπαρξη διαβάθμισης συγκέντρωσης χημικών ουσιών με αποτέλεσμα να κινούνται αναλόγως.

Η μετακίνηση ολόκληρου του οργανισμού λέγεται θετική ή αρνητική **χημειόταξη** αναλόγως αν πλησιάζουν ή απομακρύνονται από ένα χημικό ερέθισμα.

Η μεταβολή στη διεύθυνση ανάπτυξης αυτών που δε μπορούν να μετακινηθούν (πχ. Μύκητες) λέγεται **χημειοτροπισμός**.

5. Ακτινοβολία

Η ακτινοβολία μήκους κύματος 250 – 1100 nm επηρεάζει τους μικροοργανισμούς ως εξής:

1. Προσφέρει την απαραίτητη ενέργεια για φωτοσύνθεση (> 300 nm)
2. Ενεργοποιεί τη σπορίωση στους μύκητες (> 600 nm)
3. Προκαλεί προσανατολισμό (κινήσεις τακτισμού – τροπισμού)
4. Προκαλεί χημικές μεταβολές, γενετικές μεταλλάξεις, είναι τοξική ή και θανατηφόρος (< 300 nm)

Η υπεριώδης ακτινοβολία (200 - 300 nm) απορροφάται από τις πρωτεΐνες και τα νουκλεϊκά οξέα προκαλώντας χρωμοσωματικές μεταβολές, γενετικές μεταλλάξεις, ακόμα και θάνατο.



Επίδραση του Περιβάλλοντος στους Μικροοργανισμούς

6. Οσμωτική πίεση

Οι μικροοργανισμοί έχουν **θετική οσμωτική πίεση**: Δλδ, στο εσωτερικό τους έχουν μεγαλύτερη συγκέντρωση διαλυτών μορίων από τη συγκέντρωση στο εξωτερικό τους περιβάλλον. Άρα, υπάρχει μηχανισμός οσμωρύθμισης ο οποίος αποτρέπει τη ρήξη του κυττάρου.

Κάποια βακτήρια και μύκητες, σε περιβάλλον υψηλής ωσμωτικής πίεσης παθαίνουν *πλασμόλυση*, δηλαδή συρρίκνωση του κυττάρου και αποκόλληση της κυτταρικής τους μεμβράνης. Τα διαλύματα άλατος ή σακχάρου έχουν πολύ υψηλή οσμωτική πίεση → χρήση τους ως συντηρητικά τροφίμων.

7. Υδροστατική πίεση

Γενικά οι μικροοργανισμοί δεν αντέχουν σε υψηλές πιέσεις, και δεν είναι γνωστό πως επηρεάζουν το μεταβολισμό και την αναπαραγωγή.

Οι υψηλές πιέσεις:

- προκαλούν αύξηση του μεγέθους του κυττάρου και ευνοούν σχήματα σωληνοειδή
- σχηματισμός ψευδοποδίων
- επηρεάζουν πολλές ενζυμικές αντιδράσεις
- την αναγωγή του θείου



Μικροβιολογικός έλεγχος νερού

Το βασικότερο πρόβλημα στο μικροβιολογικό έλεγχο είναι το μικρό μέγεθος των μικροοργανισμών γεγονός που κάνει αδύνατη την οπτική παρατήρηση.

- Τα συμβατικά μικροσκόπια δίνουν μεγέθυνση $\times 1000$, με όριο ανάλυσης στα $2\mu\text{m}$ κάτι που κάνει αδύνατη την παρατήρηση ιών και εσωτερικής δομής βακτηρίων.
- Με την εισαγωγή του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου επιτυγχάνονται μεγεθύνσεις $\times 50.000$, με όριο ανάλυσης στα 0.01nm !
- Οι κινήσεις των μικροοργανισμών επίσης αποτελούν εμπόδιο για την παρατήρηση → Η μελέτη ζωντανών δειγμάτων είναι δυνατή μόνο με συμβατικό μικροσκόπιο.

Οι βασικότερες μέθοδοι παρατήρησης μικροοργανισμών είναι:

- Μέθοδος απευθείας μέτρησης
- Μέθοδος μεμβρανών
- Επώαση και μακροσκοπική καταμέτρηση



Μέθοδοι προσδιορισμού μικροοργανισμών

1. Μέθοδος απευθείας μέτρησης:

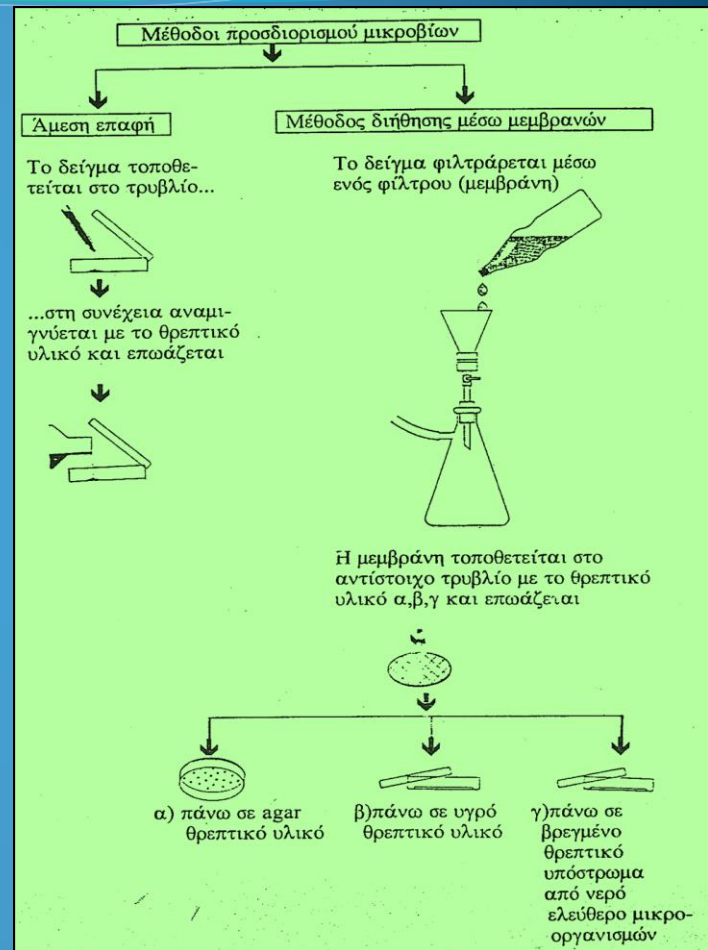
- Πάνω σε πλάκα αναμιγνύεται δείγμα νερού με θρεπτικό υλικό σε θερμοκρασία 45-50°C.
- Η πλάκα τοποθετείται για επώαση στις κατάλληλες συνθήκες.
- Σχηματισμός καλλιεργειών.
- Τα αποτελέσματα δίνονται ως αριθμός ζώντων μικροοργανισμών ανά cm².

2. Μέθοδος μεμβρανών:

- Το μέγεθος των πόρων της μεμβράνης συγκρατεί και διαχωρίζει τους μικροοργανισμούς από το νερό.
- Οι μικροοργανισμοί που κατακρατούνται στη μεμβράνη φέρονται σε επαφή με κατάλληλο θρεπτικό υλικό και αφήνονται για επώαση.
- Η αναγνώριση των διαφόρων μικροβίων γίνεται με βάση το χρώμα και το σχήμα της καλλιέργειας.

Μέθοδοι προσδιορισμού μικροοργανισμών.

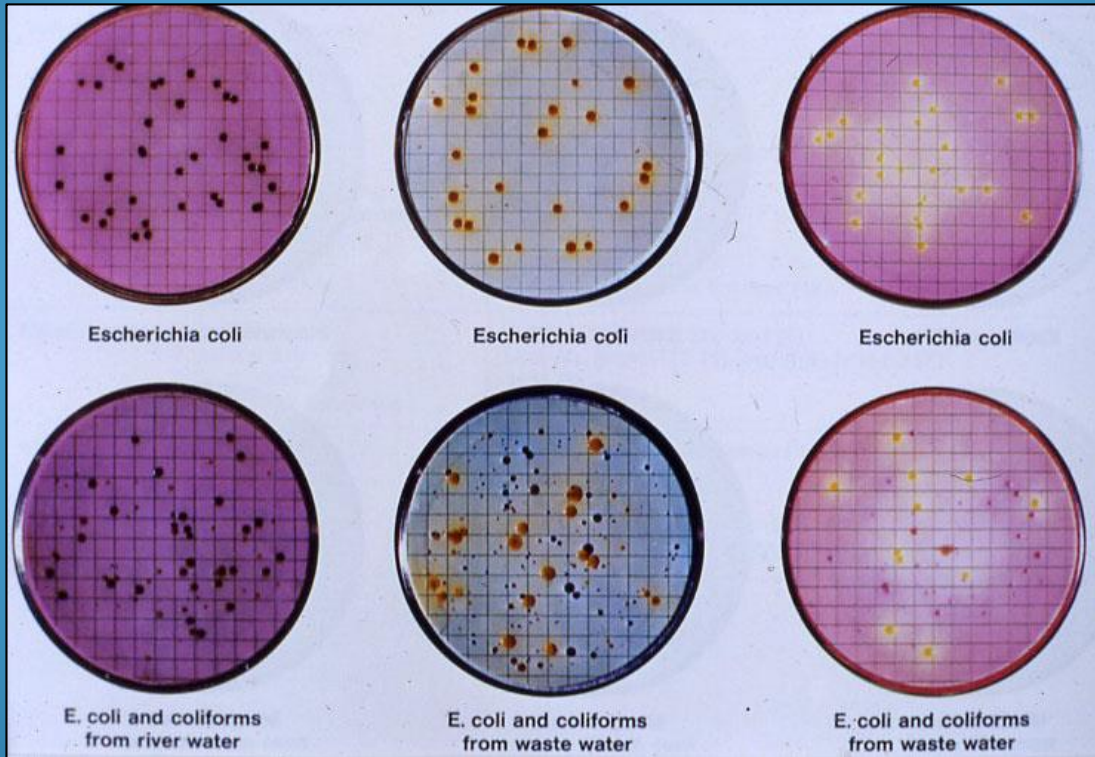
Μήτρακας Μ.,
“Ποιοτικά χαρακτηριστικά και επεξεργασία νερού”, 2001





Τεχν/γία Πόσιμου Νερού: 3. Στοιχεία Μικροβιολογίας Νερού

Τριβλίο PETRI με αποικίες κολοβακτηριδίων. Μήτρακας Μ





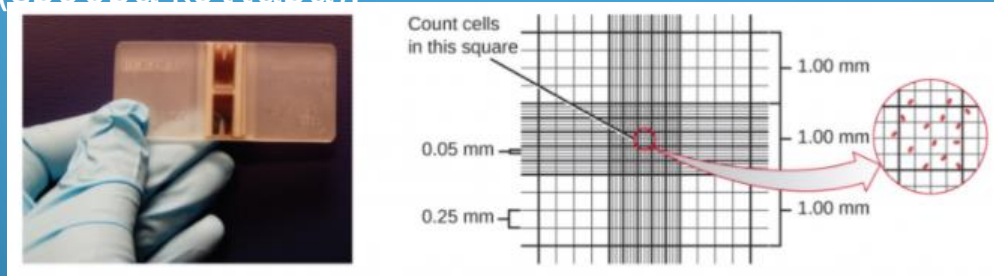
Πως μετράμε την συγκέντρωση της κυτταρικής μάζας

- Υπολογισμός αριθμών κυττάρων
 - Με μικροσκόπιο χρησιμοποιώντας ένα κυτταρόμετρο (βαθμονομημένη πλάκα)
 - Με αρίθμηση των μικροοργανισμών σε τρυβλία (Colony forming units)
- Υπολογισμός της μάζας των κυττάρων
 - Ξηρό βάρος
 - Θολερότητα ή οπτική πυκνότητα δειγμάτων (απορρόφηση φωτός από αιωρούμενα κύτταρα)
 - Έμμεσες μέθοδοι (εσωκυτταρικές ουσίες (DNA, RNA, ATP), υπόστρωμα για αύξηση βιομάζας ή προϊόντα του μεταβολισμού (π.χ. CO₂))



Πως μετράμε την συγκέντρωση της κυτταρικής μάζας Με κυτταρόμετρο (βαθμονομημένη πλάκα)

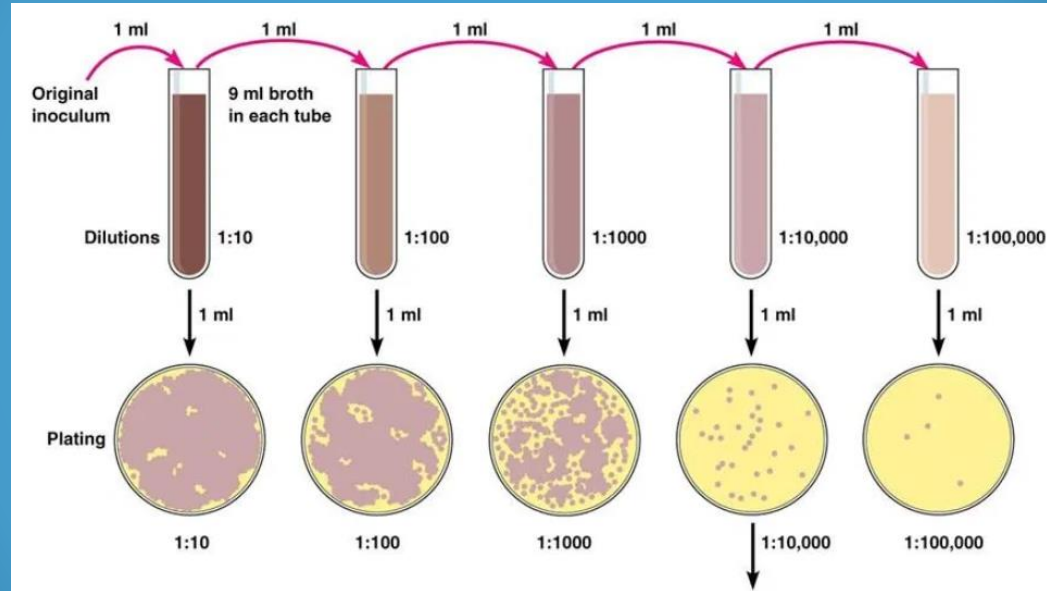
- Ένας θάλαμος Petroff-Hausser είναι μια ειδική διαφάνεια που έχει σχεδιαστεί για τη μέτρηση των βακτηριακών κυττάρων σε γνωστό όγκο δείγματος.
- Ένα πλέγμα χαράσσεται στη διαφάνεια για να διευκολύνει την ακρίβεια στην μέτρηση.
- Η εικόνα που παίρνουμε στο μικροσκόπιο αποτελείται από τετράγωνα γνωστών περιοχών.
- Η μεγεθυμένη προβολή δείχνει το τετράγωνο στο οποίο μετριοούνται τα βακτήρια (ευθολά κύτταρα).



Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη για καλλιέργειες στις οποίες τα κύτταρα δε συσσωματώνονται.



Πως μετράμε την συγκέντρωση της κυτταρικής μάζας Με αρίθμηση των μικροοργανισμών σε τρυβλία Colony forming units

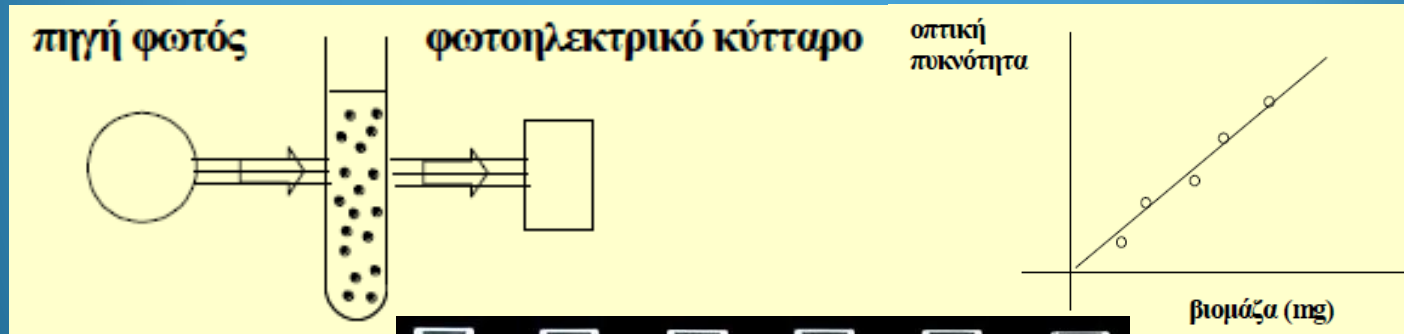


- Οπότε άμα έχουμε 36 αποικίες (colonies) σε 1:10000 αραιώση τότε ο αριθμός βακτηριδίων είναι $36 * 10000 = 360000$ βακτήρια / ml δείγματος



Πως μετράμε την συγκέντρωση της κυτταρικής μάζας Με φασματοφωτομετρία

- Βασίζεται στην απορρόφηση του φωτός από τα αιωρούμενα κύτταρα που περιέχονται στο δείγμα μας.
- Η ένταση του απορροφώμενου φωτός μετρείται με τη βοήθεια φωτομέτρου





Μικροοργανισμοί – δείκτες μόλυνσης νερού

Η απομόνωση και ο προσδιορισμός των παθογόνων μικροοργανισμών που βρίσκονται στο νερό αποτελεί τον κύριο σκοπό των διαφόρων μικροβιολογικών αναλύσεων.

Επειδή:

- i. η αναγνώριση του κάθε μικροοργανισμού παρουσιάζει τεχνικές δυσκολίες και,
- ii. ο αριθμός των παθογόνων οργανισμών είναι πολύ μικρός σε σχέση με άλλους μικροοργανισμούς

Για τον προσδιορισμό της πιθανότητας μετάδοσης ασθενειών του νερού χρησιμοποιούνται μικροοργανισμοί που ονομάζονται **δείκτες**.

Δείκτες:

- Είναι μικροοργανισμοί η ύπαρξη των οποίων επιβεβαιώνει τη μόλυνση του νερού.



Μικροοργανισμοί – δείκτες μόλυνσης νερού

Απαιτούμενα χαρακτηριστικά μικροοργανισμών δεικτών

- ✓ Να είναι εφαρμόσιμοι σε όλα τα νερά.
- ✓ Να συνυπάρχουν με τα παθογόνα είδη των μικροοργανισμών.
- ✓ Η συγκέντρωσή τους να είναι αρκετά μεγάλη σε σχέση με τα παθογόνα είδη.
- ✓ Να είναι εύκολα ανιχνεύσιμοι.
- ✓ η συγκέντρωσή του να είναι ανάλογη με το βαθμό μόλυνσης
- ✓ Να έχουν χρόνο ζωής παραπλήσιο με αυτόν των παθογόνων ειδών.
- ✓ Να μην υπάρχουν στα καθαρά νερά.
- ✓ Να έχουν σταθερά βιοχημικά χαρακτηριστικά για ανίχνευση.
- ✓ Να είναι αβλαβείς.

Τα κριτήρια αυτά ικανοποιούνται καλύτερα από τα **κολοβακτηρίδια** αλλά με ένα βασικό μειονέκτημα:

Σε ενδεχόμενη ανάπτυξη και ενσωμάτωσή τους στην πανίδα του νερού, η ανίχνευση τους θα δώσει ψευδή θετικά τεστ.



Μικροοργανισμοί – δείκτες μόλυνσης νερού

Πολλοί παθογόνοι μικρ/σμοί έχουν χρόνο ζωής μεγαλύτερο από αυτόν των κολοβακτηριδίων έτσι πλέον έχουν προταθεί και νέοι οργανισμοί ως δείκτες.

Χρόνος ημιζωής:

Ο χρόνος της αντίδρασης της μισής ποσότητας ενός αντιδρώντος στοιχείου (στην περίπτωση μας ενός δείκτη). Η ποσότητα αυτή είναι φθίνουσα εκθετική συνάρτηση του χρόνου.

$$N(t) = N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$$

$N(t)$ = εναπομείνουσα ποσότητα στοιχείου

N_0 = αρχική ποσότητα στοιχείου

t = χρόνος που έχει παρέλθει

$t_{1/2}$ = χρόνος ημιζωής στοιχείου

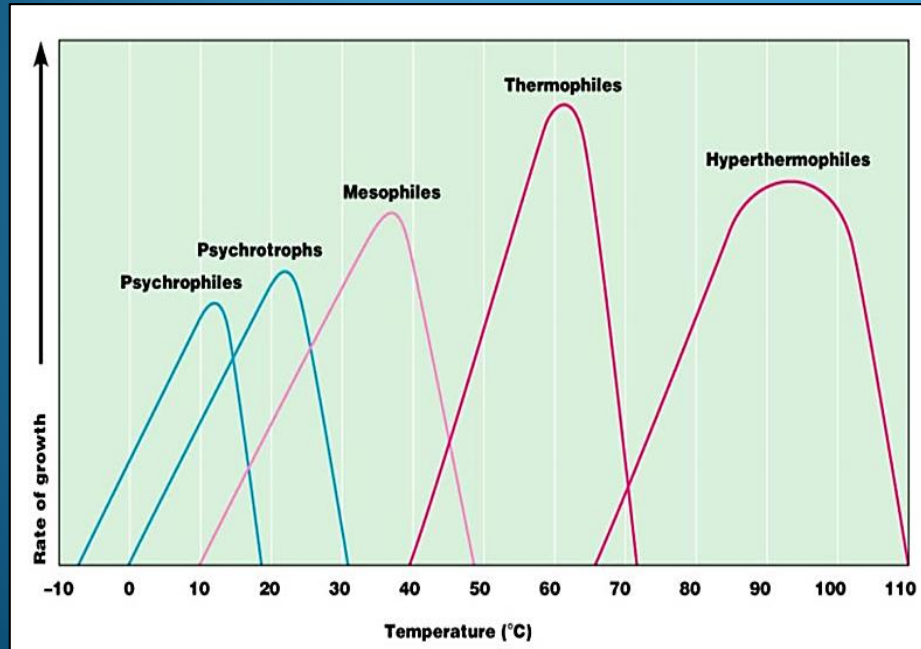
Χρόνοι ημιζωής διαφόρων βακτηρίων. Μήτρακας, "Ποιοτικά χαρακτηριστικά και επεξεργασία νερού", 2001

Βακτήρια	Χρόνοι ημιζωής, hr
Δείκτες	-
Coliform	17,0
Enterococci	22,0
Coliform (λυμάτων)	19,5
Streptococci (λυμάτων)	19,5
Παθογόνα βακτήρια	
Shingella enteritidis ser.	22,4
Sh. sonneri	24,5
Sh. flexneri	26,8
Salmonela enteritidis ser. paratyphi A	16,0
S. enteritidis ser. typhimurium	16,0
S. typhi	6,0
S. enteritidis ser. paratyphi B	2,4



Μικροοργανισμοί – δείκτες μόλυνσης νερού

Γραφική παράσταση των τυπικών μορφών καμπύλης ανάπτυξης βακτηρίων ανάλογα με τη βέλτιστη θερμοκρασία. (Κωνσταντίνου Α.)



Από τους μικροοργανισμούς – δείκτες εκείνοι που χρησιμοποιούνται σε μικροβιολογικές αναλύσεις για το χαρακτηρισμό του νερού ως κατάλληλου ή ακατάλληλου για χρήση είναι:

1. Τα ολικά κολοβακτηριοειδή
2. Τα κολοβακτηρίδια κοπρανώδους προέλευσης
3. Οι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι
4. Η πυοκυανική ψευδομονάδα
5. Τα θειοαναγωγικά κλωστρίδια
6. Ο συνολικός αριθμός μικροβίων



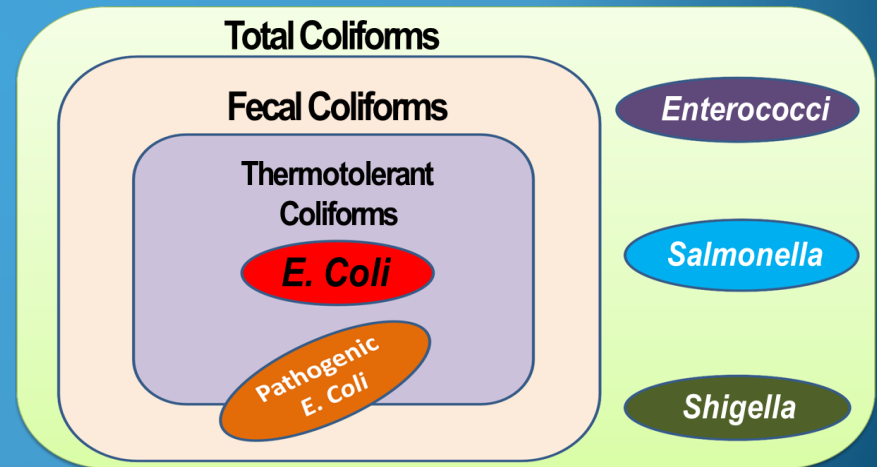
Μικροοργανισμοί – δείκτες μόλυνσης νερού

1. Ολικά κολοβακτηριοειδή

- Ζυμώνουν τη λακτόζη στους 35 °C σε 48 ώρες με παραγωγή αερίου.
- Ανήκουν στην οικογένεια των εντεροβακτηρίων (*E.Coli*, *Citrobacter*, *Klebsiella* και *Enterobacter*).
- Απομονώνονται εύκολα και έχουν μεγαλύτερο χρόνο επιβίωσης από οργανισμούς που είναι υπεύθυνοι για τη μετάδοση διαφόρων ασθενειών → χρήσιμος δείκτης πιθανής παρουσίας εντερικών παθογόνων βακτηρίων και ιών στο νερό.
- Η απουσία τους σημαίνει έλλειψη επιδημιολογικών βακτηρίων όπως τύφος, δυσεντερία, χολέρα.

Περιλαμβάνουν αερόβια και προαιρετικά αναερόβια Gram – αρνητικά βακτήρια.

Οργανισμοί δείκτες:
Η οικογένεια των κολοβακτηριοειδών





Μικροοργανισμοί – δείκτες μόλυνσης νερού

2. Κολοβακτήρια κοπρανώδους προέλευσης (Fecal Coliforms-FC)

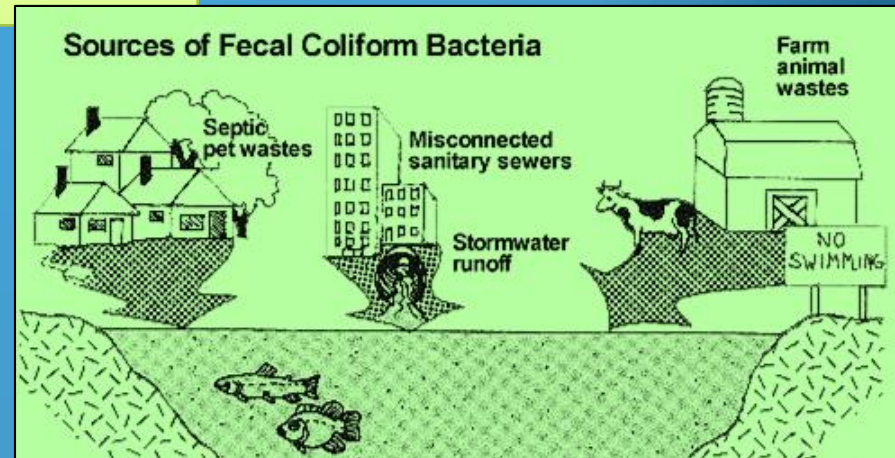
- Ζυμώνουν τη λακτόζη στους 37°C.
- Προέλευση αποκλειστικά εντερική, αποβάλλονται με κόπρανα θερμόαιμων ζώων.
- Δηλώνουν μόλυνση.

Περιλαμβάνει αερόβια gram – αρνητικά μη σπορογόνα βακτήρια

Πηγές κοπρανωδών κολοβακτηρίων. Μήτρακας Μ

Πηγές κοπρανωδών κολοβακτηρίων

- Απόβλητα μονάδων ζωικής παραγωγής
- Αστικά απόβλητα και λύματα
- Απορροές ομβρίων





Μικροοργανισμοί – δείκτες μόλυνσης νερού

3. Κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι (FS)

- Χώρος διαβίωσης τους ο εντερικός σωλήνας ανθρώπων και θερμόαιμων ζώων.
- Περιορισμένη βιωσιμότητα στο περιβάλλον σε συνδυασμό με FC καθορίζουν την αιτία μόλυνσης.

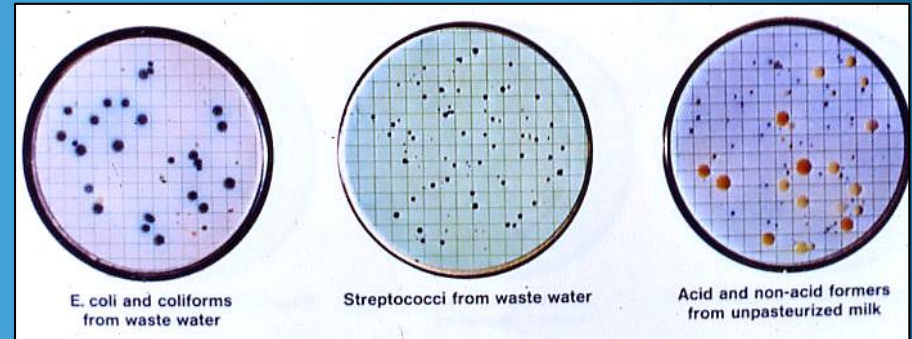
Ο λόγος FC / FS

Ο λόγος (κλάσμα) των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων (FC) ως προς τη συγκέντρωση των κοπρανωδών στρεπτοκόκκων (FS) φανερώνει (πρώτη εκτίμηση) την πιθανή πηγή μόλυνσης:

- Όταν ο λόγος είναι μεγαλύτερος από 4.1 η μόλυνση προέρχεται από αστικά λύματα.
- Όταν ο λόγος είναι μικρότερος του 0.7 η μόλυνση είναι μη ανθρωπογενής.

Περιλαμβάνει αερόβια gram – θετικά βακτήρια.

Καλλιέργεια στρεπτόκοκκων. Μαμάσης Μ.



FC / FS	Πηγές Μόλυνσης
4,4	Άνθρωπος
0,6	Πάπια
0,4	Πρόβατο, κοτόπουλο, χοίρος
0,2	Αγελάδα



Μικροοργανισμοί – δείκτες μόλυνσης νερού

4. Πυοκυανική ψευδομονάδα

- Δίνει θετικές τις δοκιμασίες οξειδάσης της καταλάσης.
- Αναπτύσσεται στους 37 - 42°C.
- Παράγει κυανοπράσινη χρωστική στα 254 nm υπεριώδους ακτινοβολίας.
- Είναι δείκτης νοσοκομειακών λοιμώξεων.
- Είναι ανθεκτική στη χλωρίωση έως 0,8mg/L.

Περιλαμβάνει αερόβια gram – αρνητικά βακτήρια

Προκαλεί πολλές λοιμώξεις στον άνθρωπο σε τραύματα και εγκαύματα, δερματίτιδα κ.α.

5. Θειοαναγωγικά κλωστηρίδια

- Σχηματίζουν σπόρους ανθεκτικούς στις επιδράσεις του περιβάλλοντος → ιδιότητα που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση τους στο νερό.
- Έχουν σχέση με μόλυνση κοπρανώδους προέλευσης. Αν ανιχνευθούν χωρίς ανίχνευση άλλων δεικτών, δείχνουν μόλυνση παρελθόντος ή διαλείπουσα μόλυνση.

Περιλαμβάνει αναερόβια gram – θετικά σπορογόνα βακτήρια που ανάγουν τα θειικά σε θειούχα άλατα.



Μικροοργανισμοί – δείκτες μόλυνσης νερού

6. Συνολικός αριθμός βακτηρίων

- Ετερότροφα βακτήρια στο νερό.
- Αναπτύσσονται στους 22° C και στους 37°C.
- Περιλαμβάνει βακτήρια εδάφους, λυμάτων και σαπροφυτικά βακτήρια του νερού.
- Απαραίτητη πληροφορία για την εκτίμηση της γενικής μικροβιολογικής ποιότητας του νερού.
- Οι αυξητικές μεταβολές του αριθμού αποικιών βακτηρίων σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες μπορεί να αποτελέσει προειδοποίηση σοβαρής μόλυνσης.

Περιλαμβάνει μεσόφιλα αερόβια και προαιρετικά αναερόβια βακτήρια.



Χαρακτηρισμός νερών – Υγειονομικές διατάξεις

Μετά τις μικροβιολογικές αναλύσεις ο τελικός χαρακτηρισμός της καταλληλότητας των νερών γίνεται με βάση τις ισχύουσες υγειονομικές διατάξεις.

Τα νερά που σχετίζονται με τη δημόσια υγεία είναι:

- Το νερό ύδρευσης (πόσιμο)
- Το εμφιαλωμένο επιτραπέζιο νερό
- Το φυσικό μεταλλικό νερό

Ως **πόσιμο νερό**, σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 80/778, νοείται το νερό που χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση, με προηγούμενη επεξεργασία ή όχι, οποιαδήποτε και αν είναι η προέλευσή του.

Στην Ελλάδα ένα πόσιμο νερό κρίνεται **κατάλληλο από μικροβιολογική άποψη** όταν πληρούνται οι προϋποθέσεις της Υπ. Απόφασης 4841/79 (Πίνακας επόμενης διαφάνειας).

Ως **εμφιαλωμένο νερό** καλείται το νερό το οποίο διατίθεται στο εμπόριο **συσκευασμένο αεροστεγώς** μέσα σε γυάλινες ή πλαστικές φιάλες ή πλαστικά δοχεία και προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση.



Χαρακτηρισμός νερών – Υγειονομικές διατάξεις

Προϋποθέσεις για το μικροβιολογικό χαρακτηρισμό ενός νερού ως πόσιμο (Υπ. Απόφαση 4841/79 – Προεδρικό διάταγμα 433/83)

Είδος μικροοργανισμού	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
1. Ολικά κολοβακτηριδιόμορφα (Ο.Κ.)	0 σε 100 mL νερό
2. Κολοβακτηριδιόμορφα κοπρανώδους προέλευσης	0 σε 100 mL νερό
3. Κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι	0 σε 100 mL νερό
4. Κοινά αερόβια βακτήρια (μεσόφιλα) στους 37°C σε 48h	10 σε 1 mL νερό
5. Κοινά αερόβια βακτήρια (μεσόφιλα) στους 22° C σε 72h	10 σε 1 mL νερό





Χαρακτηρισμός νερών – Υγειονομικές διατάξεις

Ως **Φυσικό μεταλλικό νερό** νοείται το εμφιαλωμένο νερό το οποίο **ΔΕΝ** υποβάλετε σε καμιά άλλη επεξεργασία, εκτός από αποχωρισμό ασταθών συστατικών (ενώσεις σιδήρου, θείου) ή εμπλουτισμό με ελεύθερο διοξείδιο του άνθρακα (ανθρακούχο φυσικό μεταλλικό νερό).

Επιτραπέζιο νερό: είναι πόσιμο νερό που προσφέρεται συσκευασμένο στο εμπόριο και προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Ένα επιτραπέζιο νερό μπορεί να είναι νερό δικτύου (κοινό νερό βρύσης) ή νερό από επιφανειακά ύδατα (λίμνη) ή ποτάμι ή από γεώτρηση ή ακόμα και προϊόν αφαλάτωσης (θαλασσινό νερό που έχει υποστεί αφαλάτωση με αντίστροφη ώσμωση).

Το επιτραπέζιο νερό υφίσταται απολύμανση προκειμένου να είναι ασφαλές για τον άνθρωπο.

Άρα το επιτραπέζιο νερό, με το κοινό νερό βρύσης δεν διαφέρει, εκτός από το γεγονός ότι το πρώτο πωλείται συσκευασμένο.



Χαρακτηρισμός νερών – Υγειονομικές διατάξεις

Προϋποθέσεις για το χαρακτηρισμό των μεταλλικών και επιτραπέζιων εμφιαλωμένων νερών ως κατάλληλων (Υπ. Απόφαση 4841/79)

Είδος μικροοργανισμού	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
1. Ολικά κολοβακτηριδιόμορφα	0 σε 250 mL νερού
2. Κολοβακτηριδιόμορφα κοπρανώδους προέλευσης	0 σε 250 mL νερού
3. Κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι	0 σε 250 mL νερού
4. Θειοαναγωγικά αναερόβια σπορογόνα βακτήρια	0 σε 250 mL νερού
5. Ψευδομονάδα πνοκυανική	0 σε 250 mL νερού
6. Κοινά αερόβια βακτήρια (μεσόφιλα) στους 37 °C σε 48 ώρες 12 ώρες μετά την εμφιάλωση πριν την εμφιάλωση	12 σε 1 mL νερού 5 σε 1 mL νερού
7. Κοινά αερόβια βακτήρια στους 22 °C σε 72 ώρες 12 ώρες από την εμφιάλωση πριν την εμφιάλωση	100 σε 1 mL νερού 20 σε 1 mL νερού





Χαρακτηρισμός νερών – Υγειονομικές διατάξεις

Μικροοργανισμοί και ασθένειες μεταδιδόμενες με το νερό

Μικροοργανισμός	Κατηγορία	Κύριες ασθένειες
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Πρωτόζωα	Οξεία εντεροκολίτιδα
<i>Cyclospora</i>	Πρωτόζωα	Οξεία εντεροκολίτιδα
<i>Toxoplasma gondii</i>	Πρωτόζωα	Τοξοπλάσμωση
<i>Legionella pneumophila</i>	Βακτήρια	Νόσος των Λεγεωναρίων
<i>Campylobacter jejunii</i>	Βακτήρια	Γαστρεντερίτιδα
<i>Escherichia coli</i>	Βακτήρια	Αιμορραγική κολίτιδα
<i>Helicobacter pylori</i>	Βακτήρια	Γαστρικά έλκη
<i>Vibrio cholerae</i>	Βακτήρια	Χολέρα
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Βακτήρια	Οξεία διάρροια
<i>Norovirus and Sapovirus</i>	Ιοί	Οξεία γαστρεντερίτιδα
<i>Hepatitis E virus</i>	Ιοί	Ηπατίτιδα



Χαρακτηρισμός νερών – Υγειονομικές διατάξεις

Μικροβιολογικός χαρακτηρισμός νερών με βάση τη συγκέντρωση κολοβακτηριδίων (CFU/100ml)

Κολοβακτηρίδια CFU/100ml	Χαρακτηρισμός νερών
0 – 1	Πόσιμο νερό
10 – 100	Επιφανειακά νερά μη ρυπασμένα
500 – 1.000	Νερά ύποπτα μόλυνσης
1.000 – 5.000	Νερά μέτρια μολυσμένα
10.000 – 100.000	Νερά έντονα μολυσμένα
> 100.000	Λύματα

Ανώτατα επιτρεπτά όρια για τα κολοβακτηριοειδή κοπράνων (CFU/100ml) στα νερά

Κατηγορία νερών	CFU/100ml
Πόσιμο νερό	0
Νερό κολύμβησης	100
Για αλιεία	1000
Επεξεργασμένη εκροή λυμάτων	200



Ερωτήσεις

1. Ποια(-ες) από τις παρακάτω προτάσεις, που αφορούν τους μικροοργανισμούς, χαρακτηρίζονται σωστές :

- α) Μικροοργανισμοί χαρακτηρίζονται οι οργανισμοί στους οποίους δεν διακρίνονται λεπτομέρειες με γυμνό μάτι.
- β) Οι μικροοργανισμοί προκειμένου να αναπτυχθούν απαιτούν αέριο περιβάλλον.
- γ) Οι μικροοργανισμοί είναι υπεύθυνοι για οσμές και γεύσεις στο πόσιμο νερό.
- δ) Οι μικροοργανισμοί έχουν διάμετρο μεγαλύτερη από 1 cm.
- ε) Οι μικροοργανισμοί μπορούν να επιτύχουν επεξεργασία και σταθεροποίηση οργανικών αποβλήτων.
- ζ) Οι μικροοργανισμοί δεν είναι υπεύθυνοι για ασθένειες στο πόσιμο νερό.

2. Οι οργανισμοί που εξαρτώνται όσον αφορά τις ενεργειακές τους ανάγκες από την αερόβιο αναπνοή, στην οποία το O_2 χρησιμεύει ως οξειδωτικός παράγοντας, ονομάζονται :

- α) Υποχρεωτικά αερόβιοι.
- β) Υποχρεωτικά αναερόβιοι.
- γ) Προαιρετικά αερόβιοι.
- δ) Προαιρετικά αναερόβιοι.

3. Ποιοι μικροοργανισμοί ονομάζονται υποχρεωτικά αναερόβιοι :

- α) Αυτοί που απαιτούν οξυγόνο σε συγκεκριμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.
- β) Αυτοί που απαιτούν οξυγόνο απουσία άλλων στοιχείων.
- γ) Αυτοί που αντλούν ενέργεια ανεξάρτητα την ύπαρξη ή όχι οξυγόνου.
- δ) Αυτοί που δεν απαιτούν οξυγόνο.



Ερωτήσεις

4. Ποιες οι δύο παράμετροι στις οποίες στηρίζεται η ταξινόμηση των μικρ/σμών σχετικά με τις τροφικές τους απαιτήσεις :

- α) Η απαίτηση σε μοριακό οξυγόνο.
- β) Η κύρια πηγή αζώτου.
- γ) Η κύρια πηγή άνθρακα.
- δ) Η κυτταρική τους δομή.
- ε) Η φύση της πηγής ενέργειας.

5. Οι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούν το φως ως πηγή ενέργειας και μια οργανική ένωση ως κύρια πηγή άνθρακα, ονομάζονται :

- α) Φωτοαυτότροφοι.
- β) Φωτοετερότροφοι.
- γ) Χημειοαυτότροφοι.
- δ) Χημειοετερότροφοι.

6. Ποια(-ες) από τις παρακάτω προτάσεις, που αφορούν τους ιούς, χαρακτηρίζονται σωστή(-ες) :

- α) Ένας ιός συνίσταται από την ένωση ενός νουκλεϊνικού οξέος και μιας πρωτεΐνης.
- ~~β~~ Η αναπαραγωγή τους πραγματοποιείται μόνο σε νεκρό κύτταρο.
- γ) Οι ιοί που πολλαπλασιάζονται σε ένα κύτταρο είναι μεταδοτικοί και σε άλλα κύτταρα.
- δ) Τα αιωρούμενα στερεά και η θολότητα που υπάρχουν στο νερό επιδρούν προστατευτικά στους ιούς.
- ~~ε~~ Οι ιοί είναι ευαίσθητοι στις συνήθεις συνθήκες απολύμανσης των νερών και η απομάκρυνσή τους είναι εύκολη.
- ~~στ~~ Οι ιοί έχουν μέγεθος μεγαλύτερο από 0.3 μm.



Ερωτήσεις

7. Σημειώστε σε ποιον(-ους) από τους παρακάτω παράγοντες τα βακτήρια παρουσιάζουν ευαισθησία :

α) Ιξώδες.

β) Χλώριο.

γ) Θολότητα.

δ) pH.

ε) Ακτινοβολία.

στ) Θερμοκρασία.

8. Ποιο(-α) από τα παρακάτω είδη βακτηρίων δημιουργούν προβλήματα οσμής και διάβρωσης σ' ένα δίκτυο διανομής νερού :

α) Βακτήρια σιδήρου.

β) Βακτήρια θείου.

γ) Βακτήρια αζώτου.

δ) Βακτήρια μεθανίου.

ε) Βακτήρια χλωρίου.

στ) Βακτήρια μαγγανίου.

9. Μια μάζα από διακλαδιζόμενη υφή, ονομάζεται :

α) Θαλός.

β) Μυκήλιο.

γ) Διάφραγμα.

δ) Κονιδιοφόρο



3. Στοιχεία Μικροβιολογίας Νερού



ΤΕΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ
Ευχαριστώ πολύ
για την προσοχή σας