

A microscopic view of various blue, rod-shaped bacteria against a dark background. The bacteria are illuminated from the side, creating a strong blue glow and highlighting their textured surfaces. Some bacteria are in sharp focus, while others are blurred in the background, creating a sense of depth.

Μικροβιακή οικολογία σε συστήματα εκτροφής

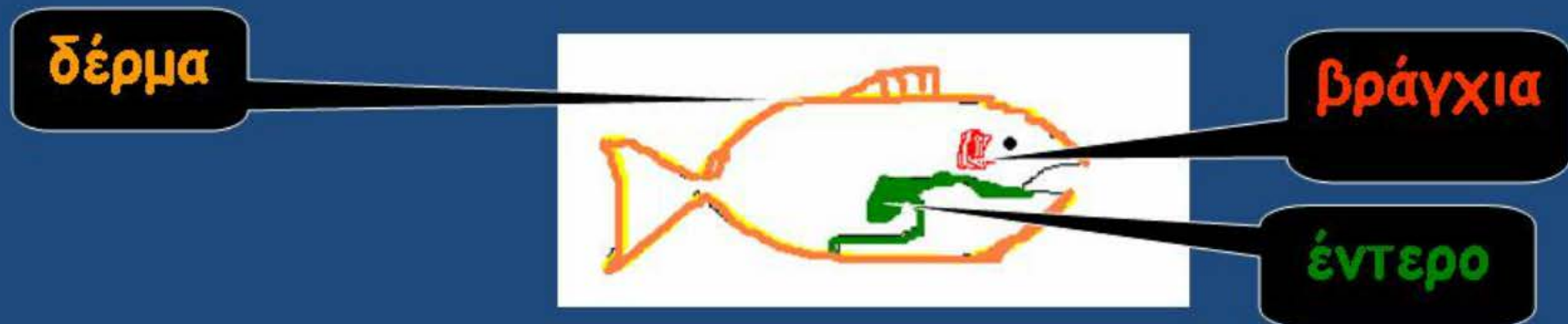
Μάθημα Υδατοκαλλιέργειες
Πάυλος Μακρίδης

A microscopic view of various blue, rod-shaped bacteria against a dark background. The bacteria are illuminated from the side, creating a strong blue glow and highlighting their textured surfaces. Some are in sharp focus, while others are blurred in the background.

Μικροβιακή οικολογία σε συστήματα εκτροφής

Μάθημα Υδατοκαλλιέργειες
Πάυλος Μακρίδης

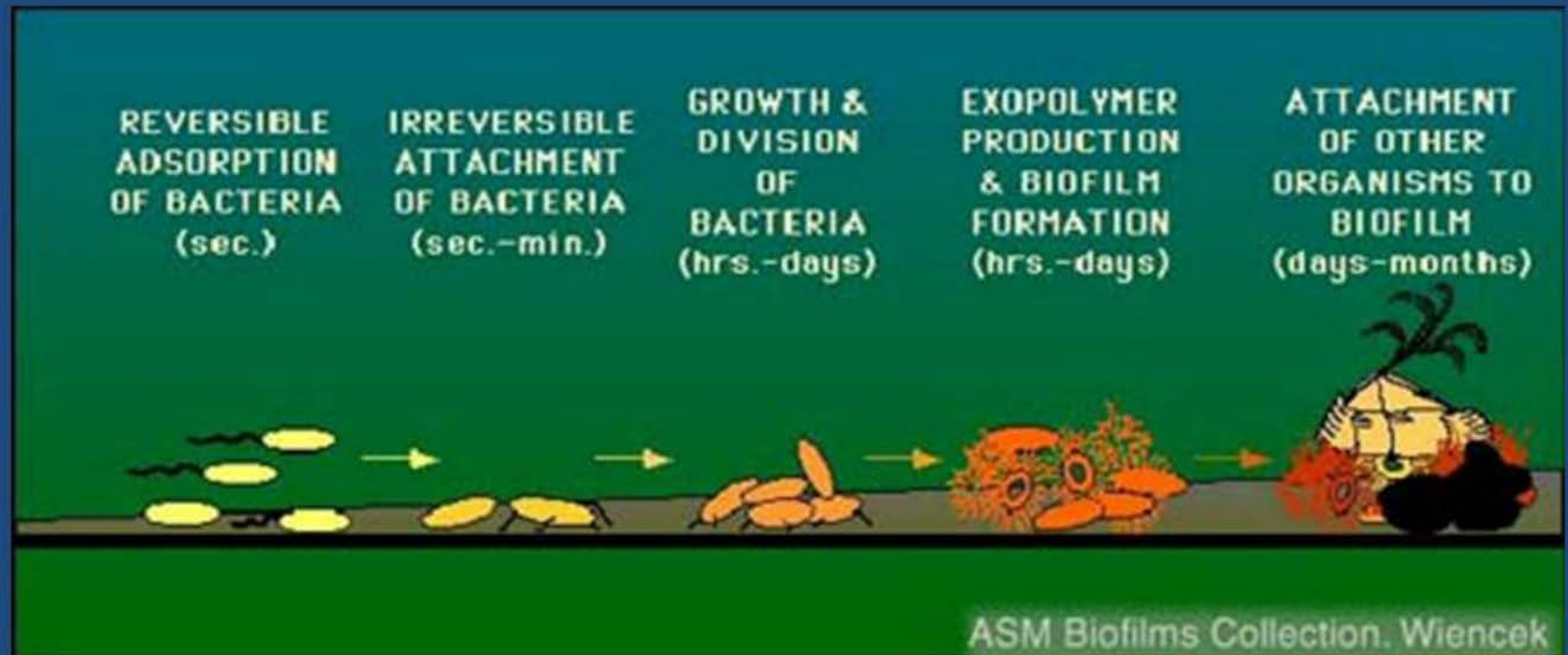
Μία βασική διαφορά μεταξύ χερσαίων και υδρόβιων οργανισμών



- Το νερό όχι μόνο μέσο μεταφοράς αλλά και ανάπτυξης των βακτηρίων
- Τα ψάρια σε αδιάκοπη αλληλεπίδραση με τους περιβάλλοντες μικροοργανισμούς

Biofilms !

Τα βιοφίλμ παίζουν σημαντικό ρόλο στις υδρόβια μικροβιακή οικολογία



Τα βακτήρια που αποικίζουν τα ψάρια παρουσιάζουν συχνά δυο φάσεις:

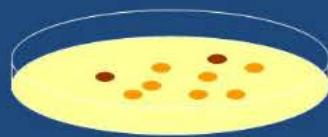
- όταν βρίσκονται στο νερό (εκτός του ψαριού) έχουν χαμηλή ανάπτυξη και βρίσκονται σε λήθαργο
- όταν έρχονται σε επαφή με ψάρια μπαίνουν σε μία ενεργή φάση

Ιδιότητες των θαλασσιών βακτηρίων

- χρειάζονται Na^+
- μικρό μέγεθος - ultramicrobacteria
- ολιγοτροφικά
- κινητά και Gram αρνητικά

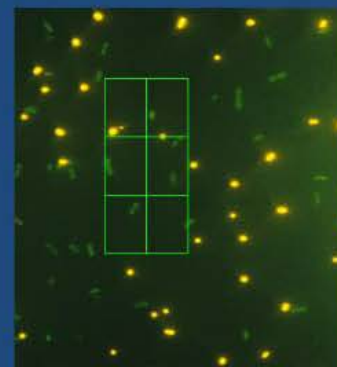
Μικροβιακή οικολογία και Υδατοκαλλιέργειες

Τα περισσότερα θαλάσσια βακτήρια δεν αναπτύσσονται σε συνηθισμένα μικροβιολογικά μέσα



Κλασική μικροβιολογία

εύρος: 10^{-10^3} CFU ανά mL



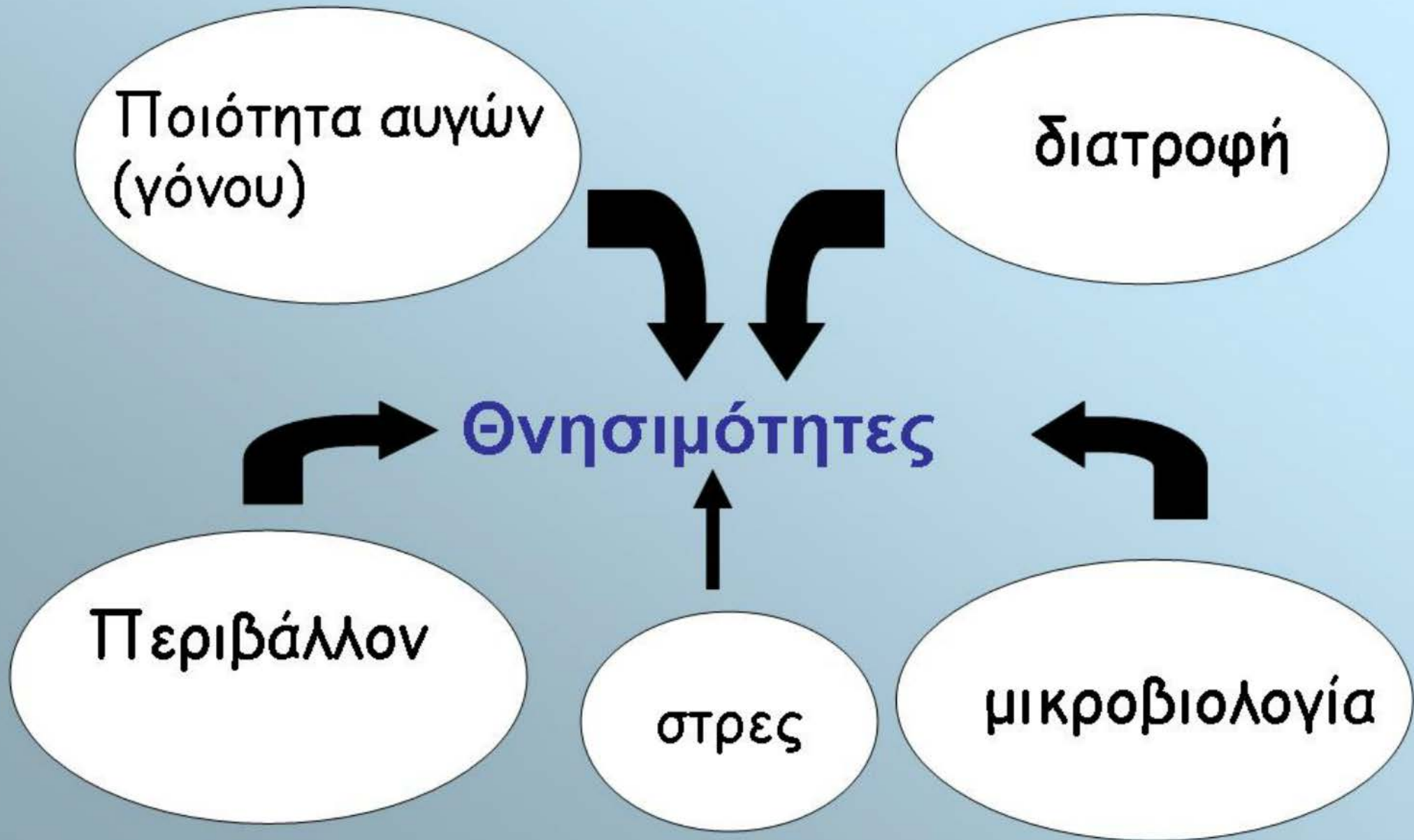
Μικροσκόπιο φθορισμού

εύρος: 10^3-10^6 κύτταρα ανά mL

Συνηθισμένα είδη βακτηρίων στην εντερική μικροχλωρίδα ψαριών

Οι ομάδες των *Aeromonas/Vibrio* και ψευδομονάδων (*Pseudomonas*) είναι οι κυρίαρχες σε καλλιεργούμενα και άγρια ψάρια

Άλλες ομάδες βακτηρίων που συναντιούνται σε ψάρια:
Cytophaga, Flavobacterium, Alcaligenes, Acinetobacter,
Photobacterium, Enterobariaceae



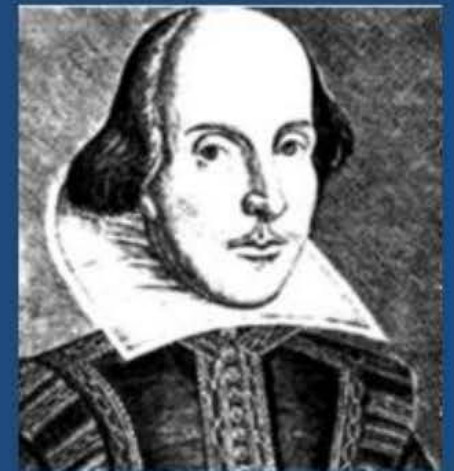
Δυναμική μικροβιακών πληθυσμών

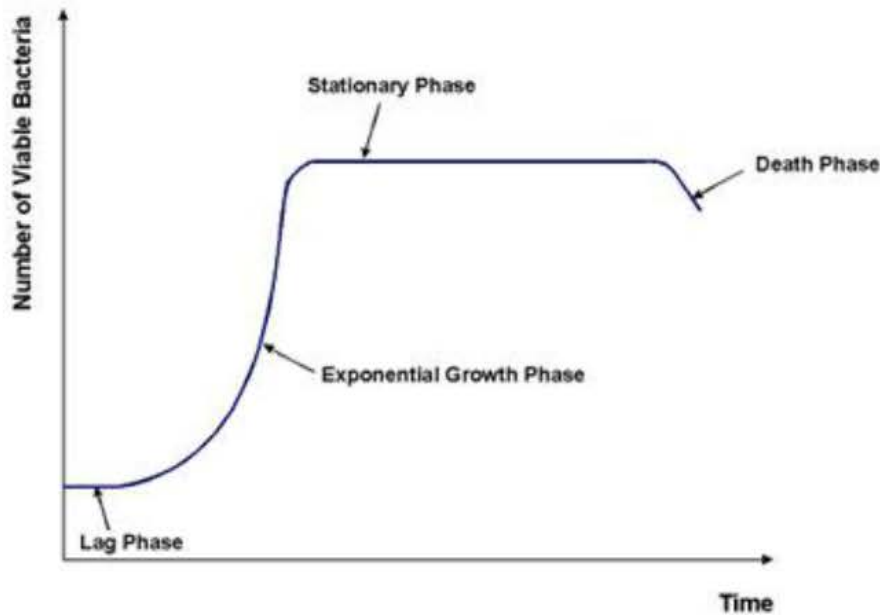
Στρατηγική r και K

“There is no master of all trades”

Περίπου 3000 γονίδια/κυτ.

Τα βακτήρια περιέχουν σχετικά λίγα γονίδια. Πρέπει να επιλέγουν μια στρατηγική που να τους δίνει πλεονέκτημα σε κάποιες συγκεκριμένες συνθήκες.





Specific rate of population increase

$$\frac{dX}{dt} \times \frac{1}{X} = r - \left[\frac{r}{K} \times X \right]$$

r = per capita rate of increase of the population

K = carrying capacity of the environment

X = population density as either numbers or biomass

K-στρατηγική

r-στρατηγική

Πυκνοκατοικημένο
περιβάλλον

Αραιοκατοικημένο
περιβάλλον

- τελικό στάδιο οικολ. διαδοχής
- πολλά είδη
- εξειδίκευση
- χαμηλή ανάπτυξη
- υψηλή συγγένεια με το υπόστρωμα (K)

- αρχικό στάδιο οικολ. διαδοχής
- λίγα είδη
- ομορτουριστικά
- υψηλή ανάπτυξη (r)
- χαμηλή συγγένεια με το υπόστρωμα

1. Στη διαδικασία αποικισμού ενός ενδιαιτήματος υπάρχει μια οικολογική διαδοχή ($r \longrightarrow K$)

1. Η στρατηγική r υιοθετείται συχνά από παθογόνα βακτήρια.

Γιατί;

Νόμος του ελαχίστου (Liebig)

Η συνολική βιομάζα ενός πληθυσμού εξαρτάται από το θρεπτικό που βρίσκεται στη χαμηλότερη συγκέντρωση σε σχέση με τις απαιτήσεις του οργανισμού

Shelford's law of tolerance

Η παρουσία και η αφθονία ενός οργανισμού δεν εξαρτάται μόνο από τα θρεπτικά, αλλά και από περιβαλλοντικούς παράγοντες

Παράγοντες που επηρεάζουν τα είδη που αποτελούν τη μικροχλωρίδα του εντέρου

- μικροχλωρίδα νερού
- μικροχλωρίδα τροφής
- περιβαλλοντικοί παράγοντες

Εμπόδια αποίκησης

Όξινο περιβάλλον στομάχου

Πεπτικά ένζυμα, χολή

Ανοσοποιητικό σύστημα ξενιστή

Ανταγωνισμός με άλλα βακτήρια

Διαδικασία αποίκισης

Περιεχόμενο
εντέρου

βλένα

λάχνες

1. χημειοτακτισμός
2. προσκόλληση στη βλένα
3. διείσδυση (παθογόνα)

Το έντερο αποτελεί την πύλη εισόδου παθογόνων

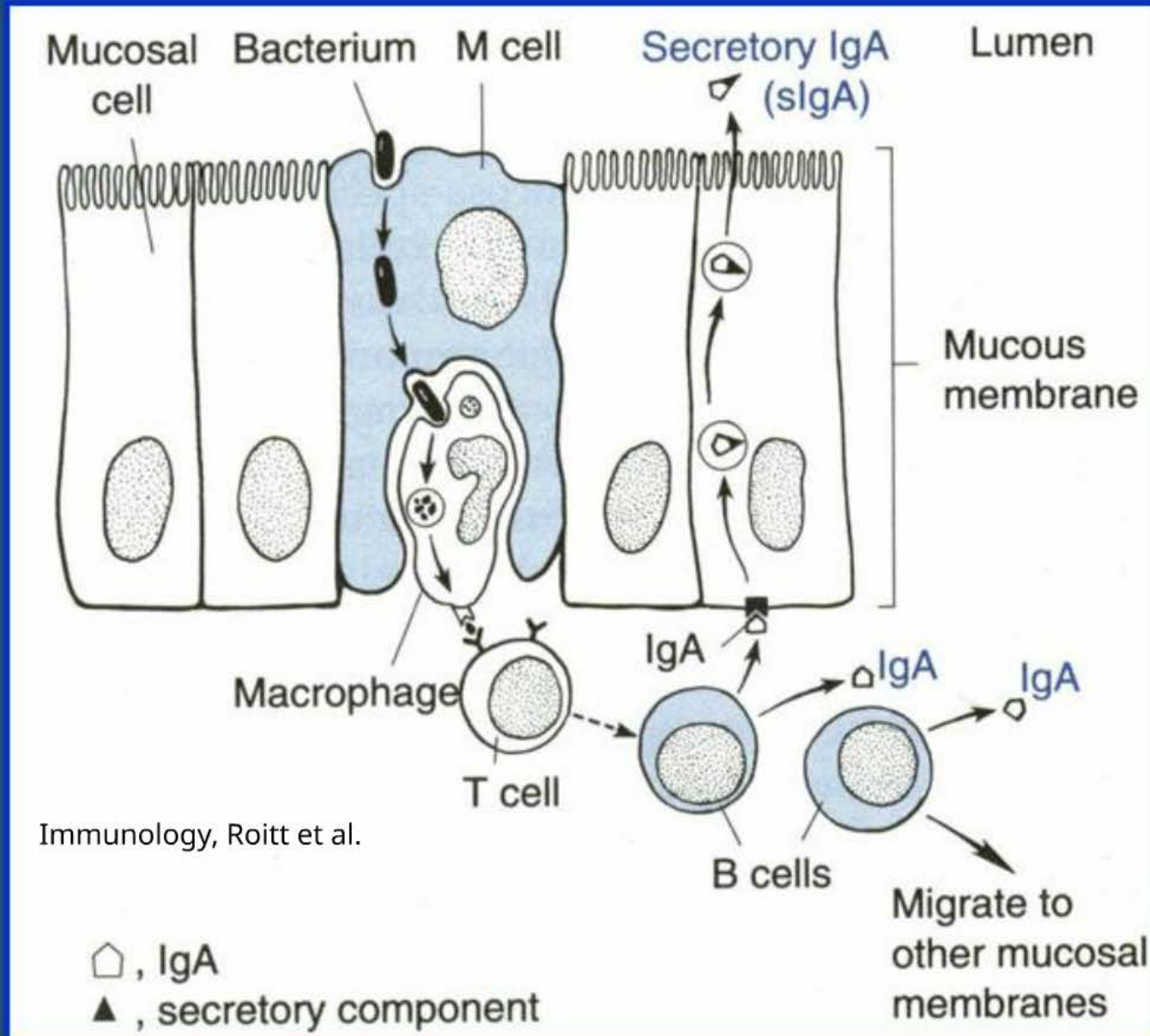
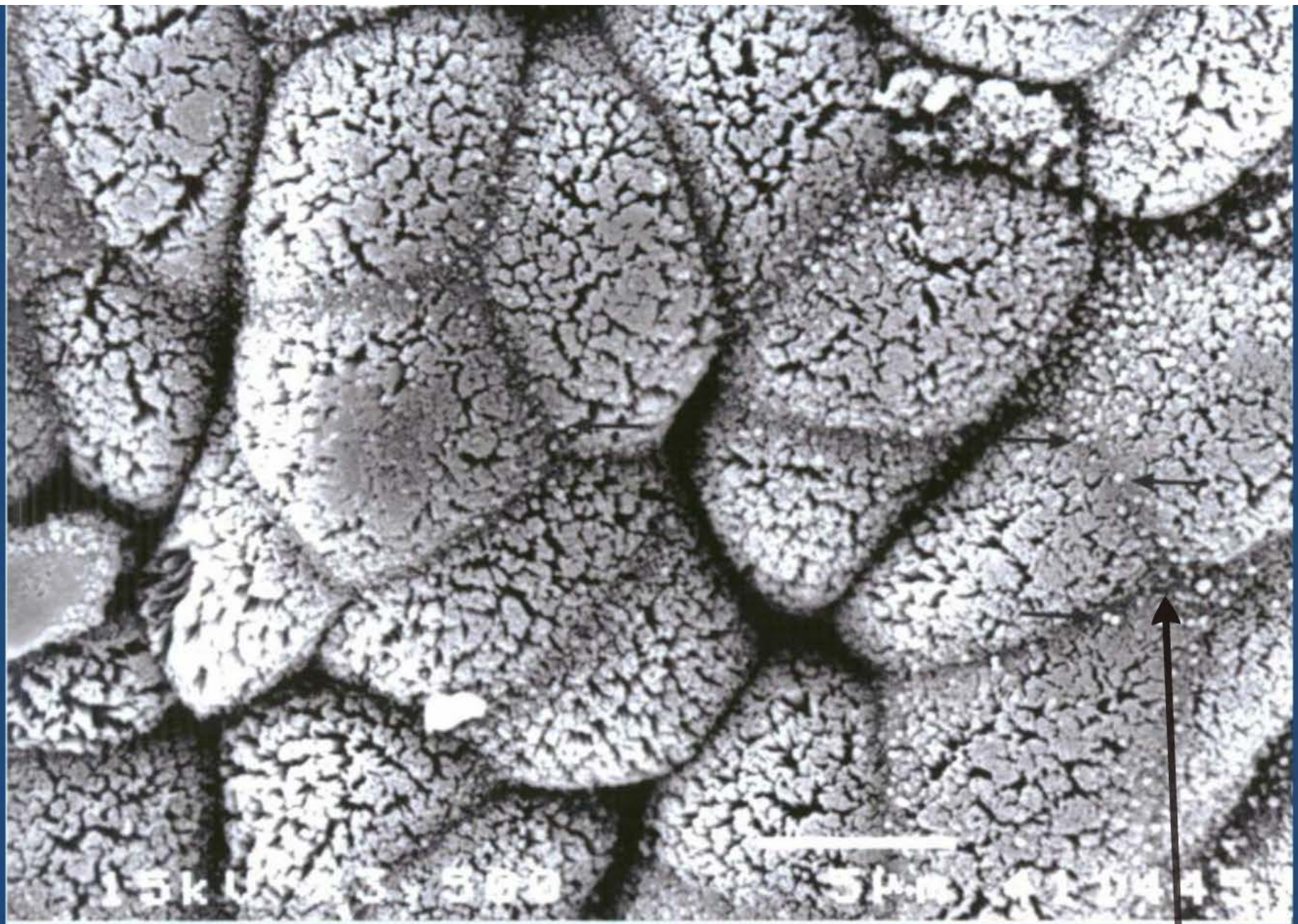




Photo:
Einar Ringø et al.

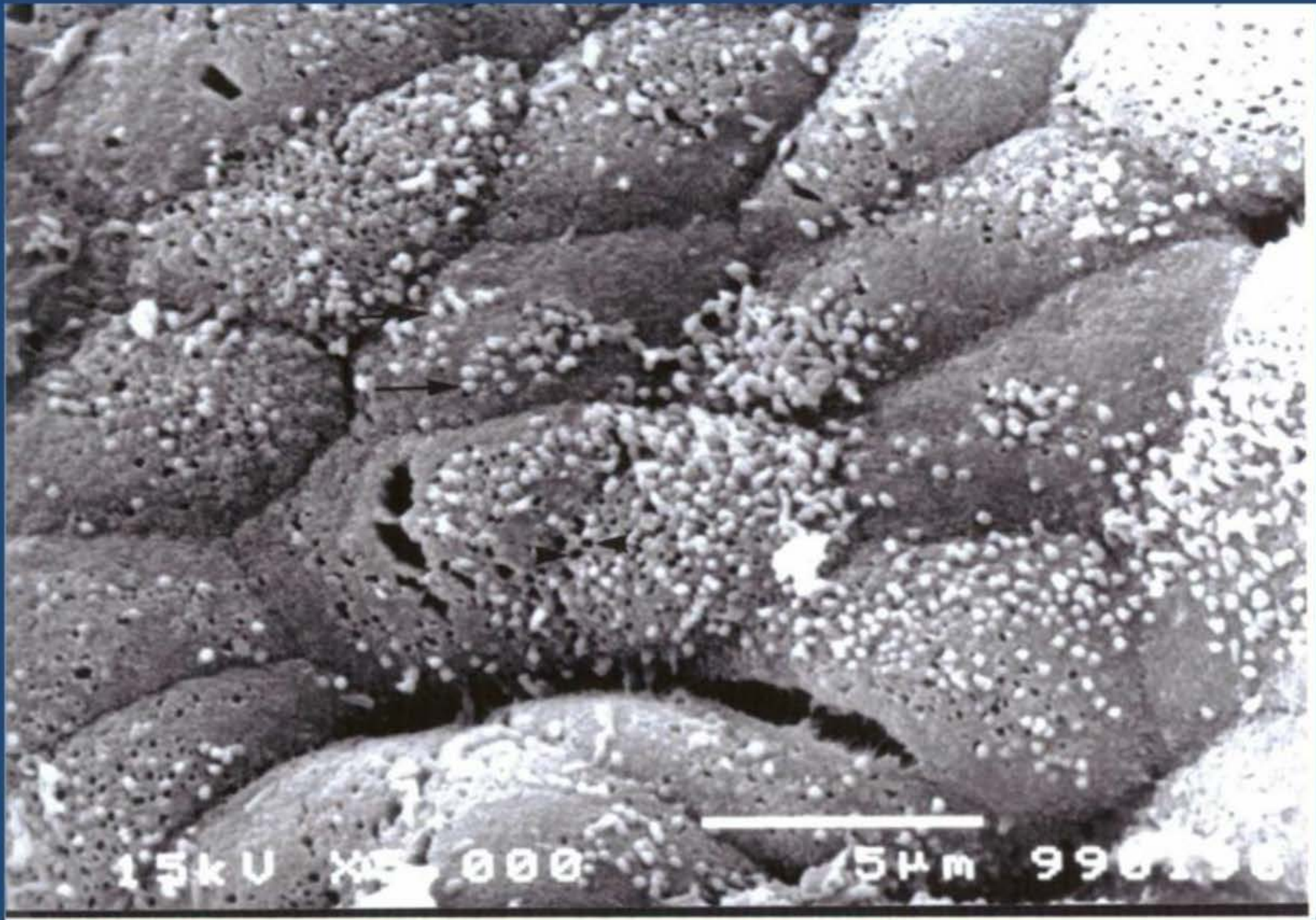
Τομή ηλ. Μικροσκοπίου σε ιστό εντέρου
σωλομού



Ηλεκ. Μικροσκ. σαρωσης

Photo:
Einar Ringø et al.

βακτήρια στα όρια
των κυττάρων



Κάποια εντεροκύτταρα με πολλά βακτήρια στην επιφάνειά τους (παλαιά κύτταρα), και άλλα δίχως πολλά βακτήρια (νεαρά κύτταρα)

Αποίκιση εντερικού σωλήνα

Αντίσταση αποίκησης (ορισμός)

Ο ελάχιστος αριθμός βακτηρίων που είναι απαραίτητος για να προκληθεί αποίκηση σε 50% των ατόμων

Μολυσματικότητα: η σχετική ικανότητα ενός παρασίτου να προκαλεί νόσο

Στις υδατοκαλλιέργειες ευνοείται η ανάπτυξη ευκαιριακών βακτηρίων (στρατηγική r) γιατί:

- υπάρχει συσσώρευση οργανικού φορτίου
- οι υψηλές ιχθυοφορτίσεις ευνοούν τη μετάδοση βακτηρίων
- γίνεται συχνή χρήση αντιβιοτικών και απολυμαντικών

Αντιβιοτικά

Χημικές ουσίες που παράγονται από μικροοργανισμούς και αναστέλλουν την αύξηση ή θανατώνουν άλλους μικροοργανισμούς

Σύνθεση κυτταρικού τοιχώματος

Κυκλοσερίνη
Βανκομυκίνη
Βακιτρακίνη
Πενικιλίνες
Κεφαλοσπορίνες
Μονοβακτάμες
Καρβαπενέμες

Μεταβολισμός φολικού οξέος

Τριμεθοπρίμ
Σουλφοναμίδια

Κυτταροπλασματική
μεμβράνη

Δομή κυτταροπλασματικής μεμβράνης*

Πολυμυξίνες

Επιμόκηση RNA

Ακτινομυκίνη

Γυράση του DNA

Ναλιδιξικό οξύ
Σιπροφλοξακίνη
Νοβοβοισίνη (κινολόνες)

RNA πολυμεράση κατευθυνόμενη από DNA

Ριφαμππίνη
Στρεπτοβαρικίνες

Πρωτεϊνοσύνθεση (αναστολείς υπομονάδας 50S)

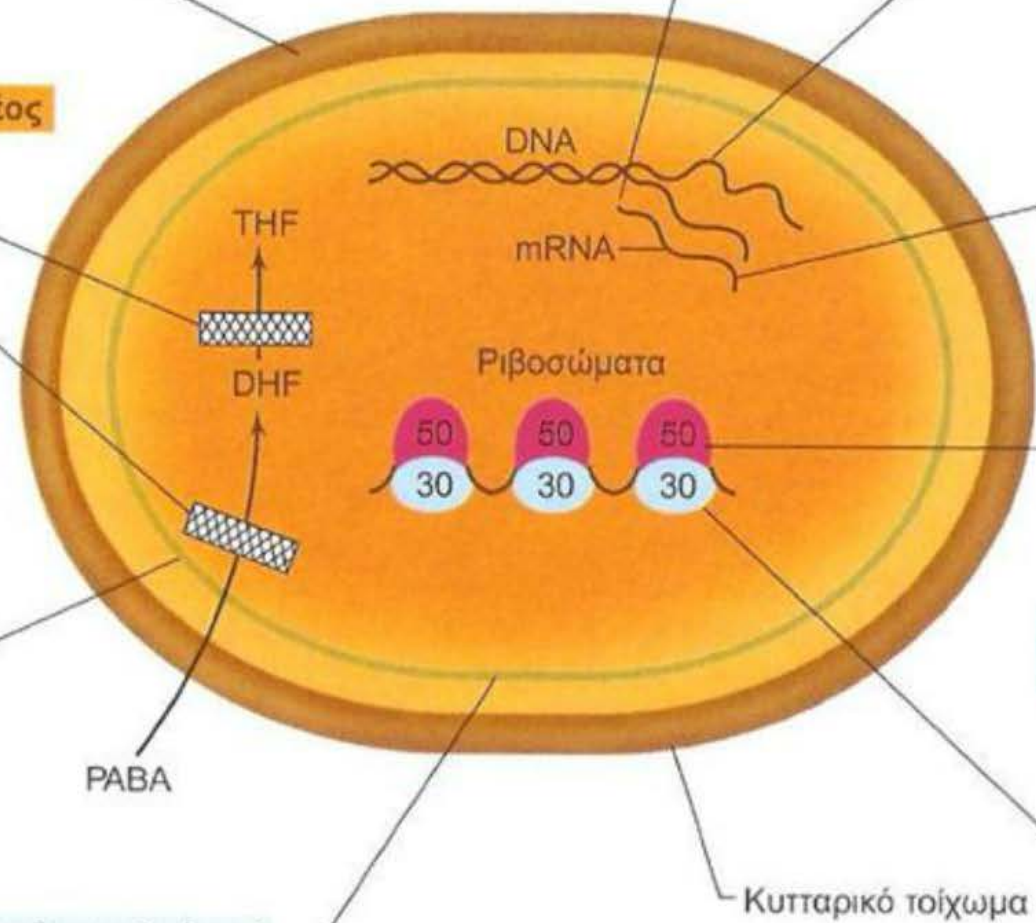
Ερυθρομυκίνη (μακρολίδια)
Χλωραμφαινικόλη
Κλινδαμυκίνη
Λιγκομυκίνη

Πρωτεϊνοσύνθεση (αναστολείς υπομονάδας 30S)

Τετρακυκλίνες
Σπεκτινομυκίνη
Στρεπτομυκίνη
Γενταμικίνη, τοβραμυκίνη
Καναμυκίνη (αμινογλυκοζίδες)
Αμικακίνη
Νιτροφουράνια

Πρωτεϊνοσύνθεση (tRNA)

Μουπιροκίνη
Πουρομυκίνη



Εικόνα 20.13 Τρόπος δράσης των σημαντικότερων αντιμικροβιακών χημειοθεραπευτικών παραγόντων.

THF: τετραϋδροφολικό άλας· DHF: διυδροφολικό άλας· mRNA: αγγελιοφόρο RNA· tRNA: μεταφορικό RNA.

* Βλ. Παράρτημα 3, Σ.τ.Ε.Ε. 2. Βιολογία Μικροοργανισμών, Brock et al.

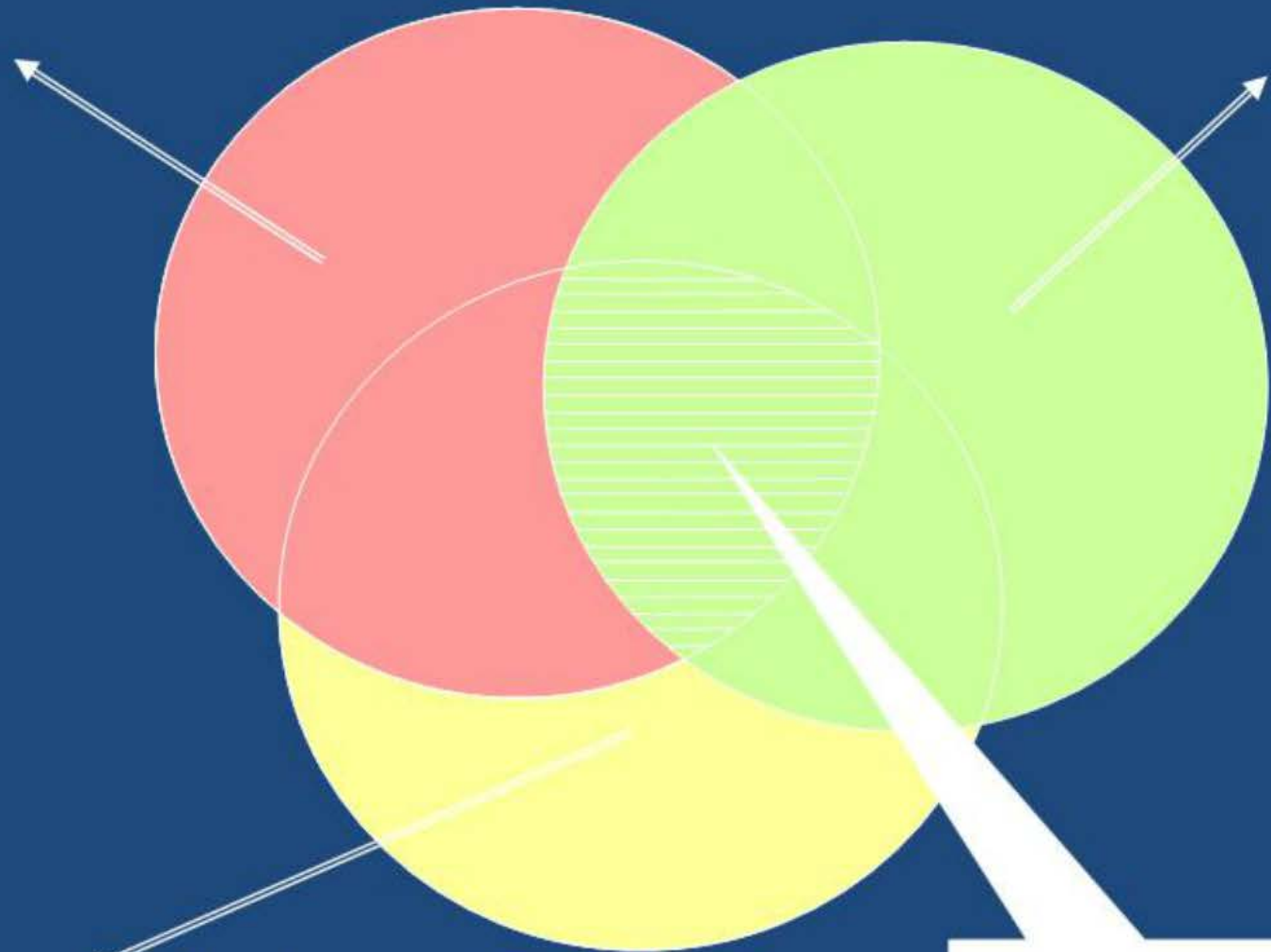
Η χρήση αντιβιοτικών στις υδατοκαλλιέργειες έχει πολλαπλά αρνητικά αποτελέσματα:

1. Εμφάνιση ανθεκτικών στελεχών στις μονάδες παραγωγής
2. Φόβος για διάδοση ανθεκτικότητας σε νοσογόνα στελέχη
3. Αρνητική εικόνα του κλάδου

↑
για τον άνθρωπο

Βελτίωση του ανοσοποιητικού
συστήματος του ψαριού

Ελάττωση του συνολικού
αριθμού των βακτηρίων



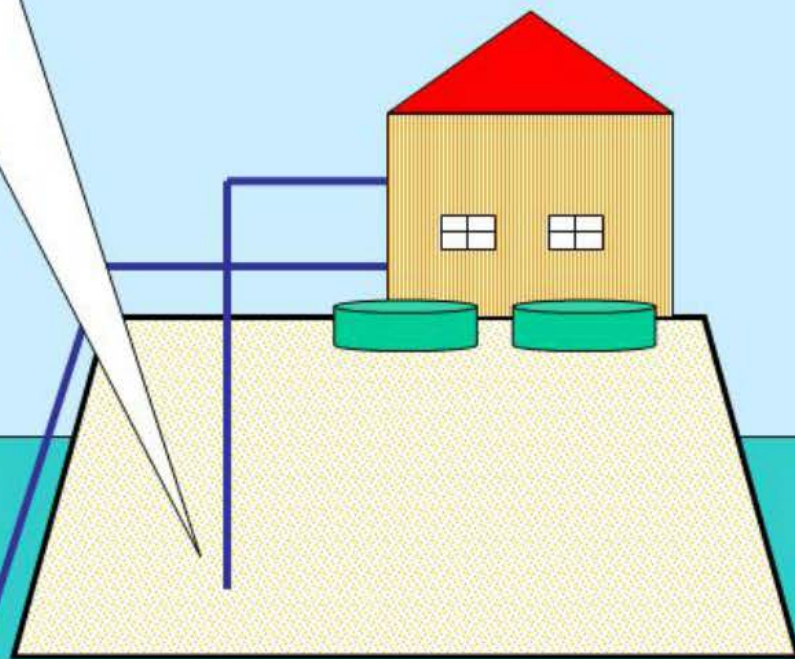
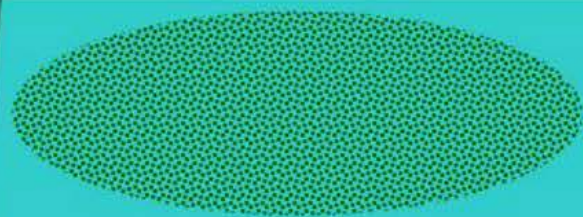
Βελτίωση της ποιοτικής σύστασης (ειδών)
που αποτελούν τη μικροχλωρίδα

Θνησιμότητες

Μείωση
μικροβιακού
φορτίου

Νερό γεώτρησης

Νερό από
βαθύτερα
στρώματα νερού

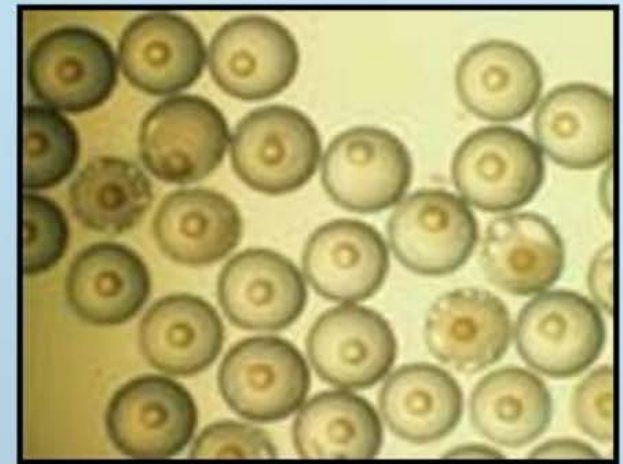




Μείωση μικροβιακού φορτίου

Απολύμανση αυγών

- Αποφυγή κάθετης μεταφοράς παθογόνων
- μείωση συνολικού βακτηριακού φορτίου
- αποφυγή επιμολύνσεων



Μείωση
μικροβιακού
φορτίου

Επεξεργασία νερού

- Διήθηση (φίλτρα άμμου, μεμβράνες)
- Χρήση όζοντος
- ακτινοβολία με υπεριώδες
- χλωρίωση
- αντιβιοτικά

Τι είναι τα προβιοτικά;

“Ζωντανοί μικροοργανισμοί οι οποίοι όταν χορηγούνται σε επαρκείς ποσότητες βελτιώνουν την υγεία του ξενιστή” (WHO, 2006).

Προβιοτικά στις Υδατοκαλλιέργειες

Η συνεχής χρήση προβιοτικών είναι οικονομικά ασύμφορη.

Προτείνεται όμως η πρόσθεση στην τροφή σε μεταβατικά ή προβληματικά στάδια και περιόδους εκτροφής

Τα υποψήφια προβιοτικά πρέπει:

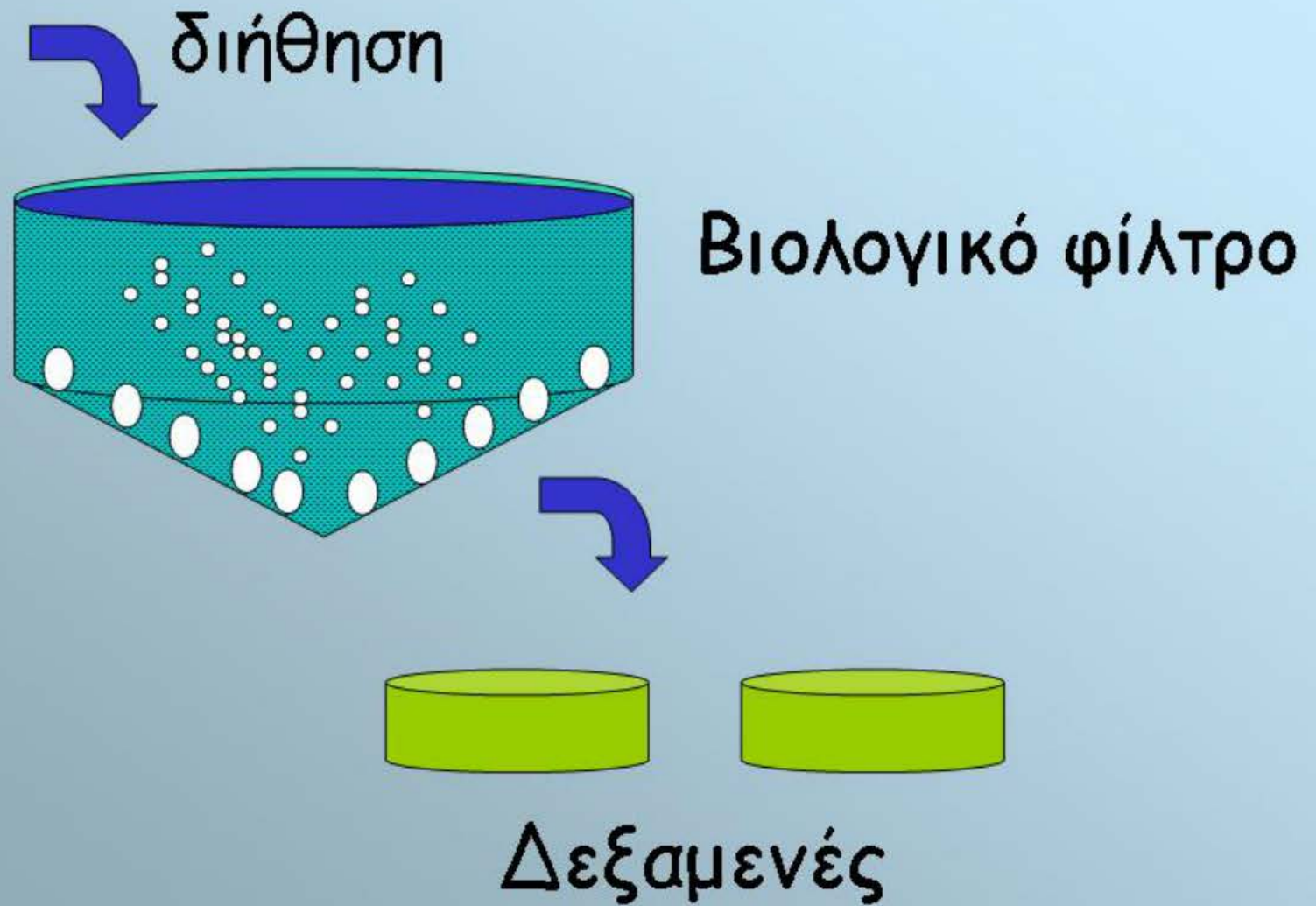
- να είναι μέλη της γηγενούς μικροχλωρίδας (?)
- να έχουν τη δυνατότητα αποίκησης του ξενιστή (?)
- να έχουν μια θετική επίδραση στον ξενιστή
- να είναι καλλιεργήσιμα βακτήρια

Κριτήρια επιλογής προβιοτικών

1. ανταγωνισμός με παθογόνα
2. παραγωγή σιδηροφόρων πρωτεϊνών
3. δυνατότητα προσκόλησης στη βλένα του εντερικού επιθηλίου
4. παραγωγή ενζύμων με την ικανότητα να λύουν φυτικές ουσίες

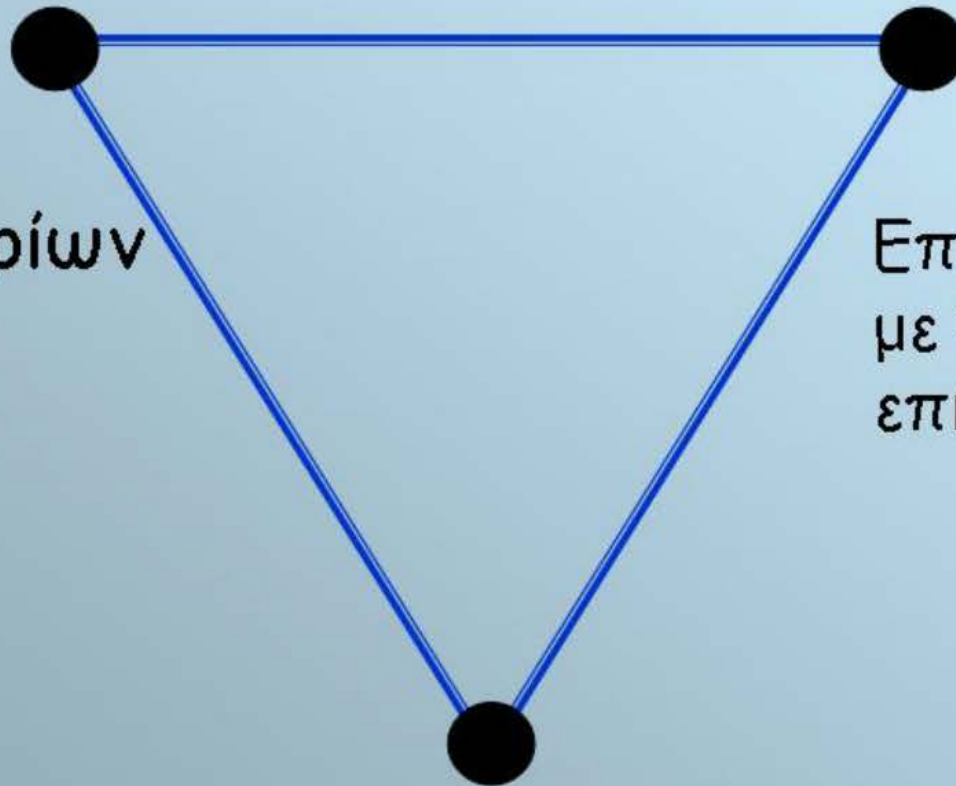
Ποιοτική σύσταση μικροβιακών πληθυσμών

Ωρίμανση νερού



Συμπέρασμα

Μείωση
συνολικού
αριθμού βακτηρίων



Επιλογή βακτηρίων
με θετικές
επιπτώσεις

Αποφυγή στρες, ανοσοενισχυτικά

Ανοσοενισχυτικά

Ουσίες που ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα

- β-γλουκάνια
- άλατα αλγινικών οξέων

Ενίσχυση ανοσοποιητικού συστήματος

- εμβολιασμός
- ανοσοενισχυτικά (μη ειδικό ανοσοποιητικό)

Μη ειδικό ανοσοποιητικό σύστημα

- δέρμα, βλέννα
- μακροφάγα, φυσικά κύτταρα δολοφόνοι, ουδετερόφιλα
- λεκτίνες, αγλουτινίνες
- συμπλήρωμα
- ιντερφερόνες
- Λυσοζύμη, χιτινάση