

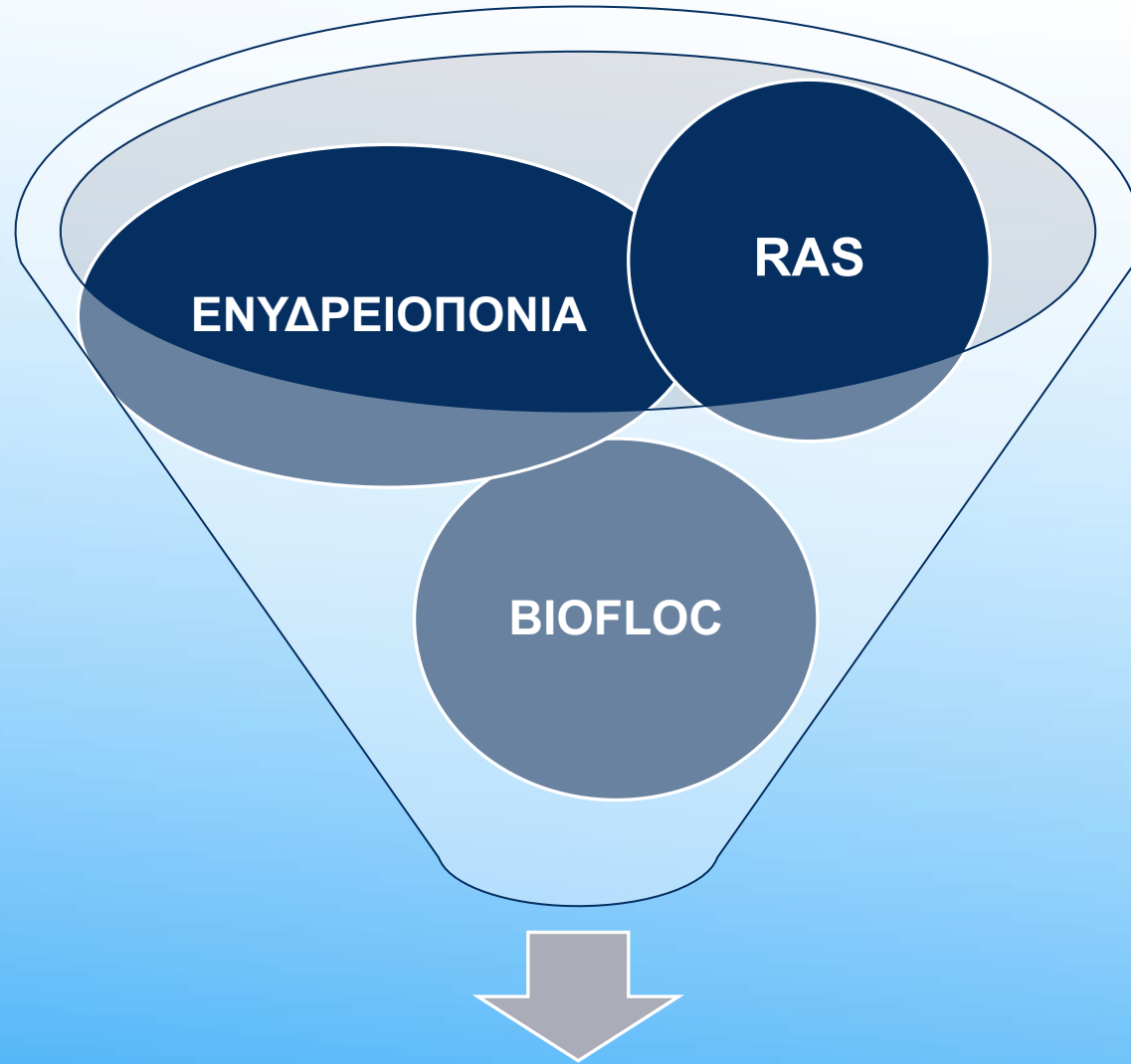


ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Θ.Ε. Β6: ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΙΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Εμμανουήλ Μαλανδράκης
Επίκουρος Καθηγητής Γ.Π.Α.

Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Υδροβιολογίας
Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής



ΚΛΕΙΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΝΕΡΟΥ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ



- ▶ Η **υδατοκαλλιέργεια** είναι ένας από τους ταχύτερα αναπτυσσόμενους τομείς στην παραγωγή τροφίμων, παγκοσμίως.
- ▶ Για την κάλυψη της αυξανόμενης παγκόσμιας ζήτησης σε τρόφιμα πλούσια σε πρωτεΐνες και για την αντιμετώπιση της συνεχούς μείωσης των αλιευτικών αποθεμάτων, η **υδατοκαλλιέργεια** αποτελεί την καλύτερη εναλλακτική λύση.

ΚΛΕΙΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

- Για είδη γλυκού και θαλασσινού νερού
- Διατήρηση ιδανικών παραμέτρων ποιότητας νερού
- Το νερό που βγαίνει από τις δεξαμενές της καλλιέργειας επαναχρησιμοποιείται αντί να απελευθερώνεται και να χάνεται στο περιβάλλον.
- Το νερό καθαρίζεται ΚΑΙ φιλτράρεται

ΑΝΟΙΧΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

- Κυρίως για είδη θαλασσινού νερού
- ΜΗ διατήρηση ιδανικών παραμέτρων ποιότητας νερού
- ΔΕΝ εφαρμόζεται το σύστημα επανακυκλοφορίας του νερού.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Κλειστά
συστήματα
νερού

Aquaculture
Recirculating
System – (RAS)

BACKGROUND

- ▶ 1950s Το πρώτο RAS ξεκίνησε στην Ιαπωνία
- ▶ 1970s Ξεκίνησε πειραματικά στην Ευρώπη
- ▶ 1980s Η εμπορική χρήση ξεκίνησε στη Βόρεια Ευρώπη, ιδίως στην Ολλανδία, Δανία και Γερμανία

ΓΙΑΤΙ RAS?

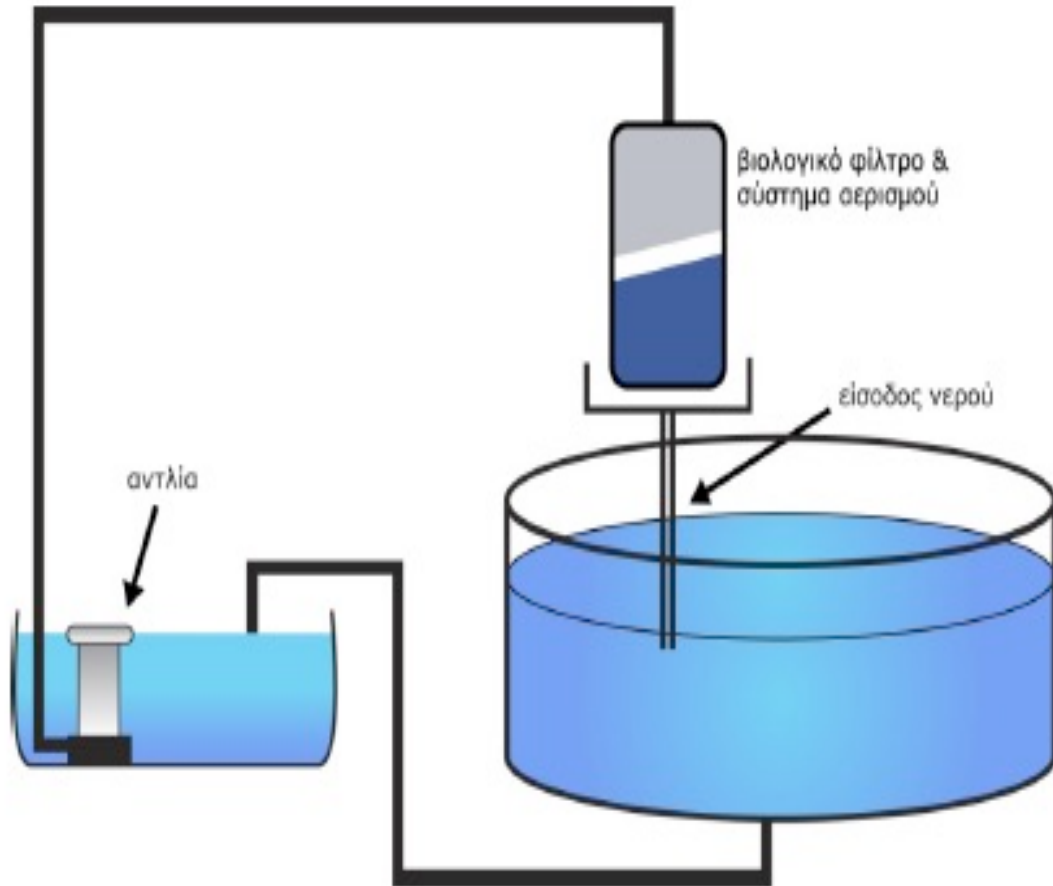
- Έλλειψη καλής ποιότητας νερού για την υδατοκαλλιέργεια.
- Μεγαλύτερος έλεγχος των αποβλήτων και επεξεργασία.
- Εφαρμόζεται με περιορισμένη πηγή νερού
- Απαιτείται μικρή επιφάνεια
- Πολλαπλή χρήση αποβλήτων όπως το νερό και το λίπασμα.
- Περιορισμένη η απειλή της ρύπανσης.



RAS

► Τα συστήματα επανακυκλοφορίας νερού περιλαμβάνουν:

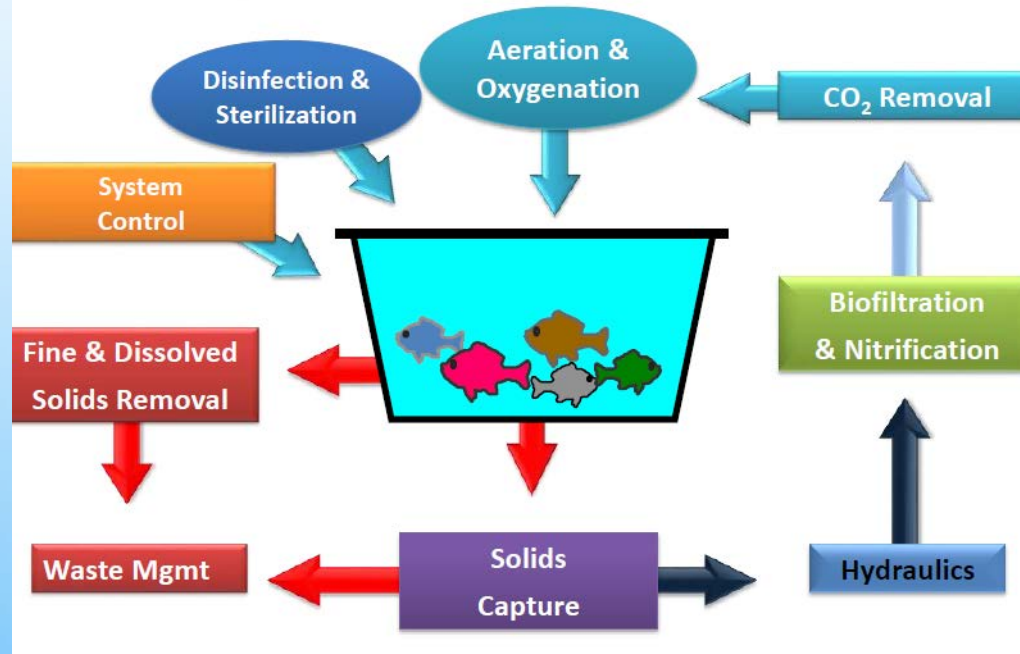
1. τη δεξαμενή ή τις δεξαμενές των εκτρεφόμενων οργανισμών,
2. έναν προσαρμοσμένο μηχανισμό επεξεργασίας νερού (φίλτρα)
3. και μια αντλία για την ανακύκλωση του νερού στο σύστημα.



ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ

- ▶ Η συνολική χωρητικότητα των δεξαμενών πρέπει να ανταποκρίνεται στο ρυθμό ανακύκλωσης του νερού.
- ▶ Το εσωτερικό των δεξαμενών συνήθως είναι σκουρόχρωμο (σκούρο μπλε ή μαύρο) για αποφυγή πιθανού stress στα ψάρια.
- ▶ Μπορούν να ποικίλλουν σε σχήμα και μέγεθος ανάλογα με:
 - ▶ το ρυθμό και την πυκνότητα εκτροφής,
 - ▶ το είδος του οργανισμού,
 - ▶ την παροχή και την ποιότητα του νερού καθώς και
 - ▶ οικονομικούς παράγοντες.

System Components



ΠΗΓΕΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Τα ψάρια χρειάζονται υψηλά επίπεδα οξυγόνου για να επιβιώσουν.

Το οξυγόνο μπορεί να προστεθεί στο σύστημα μέσω γεννήτριας οξυγόνου.

Οι αντλίες αερισμού θα προσδώσουν στις δεξαμενές οξυγόνο και επαρκή ανάδευση νερού.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

- ▶ Το νερό που παραλαμβάνεται από την φυσική υδατοσυλλογή και προορίζεται για την αρχική πλήρωση των εγκαταστάσεων στα κλειστά συστήματα και την αναπλήρωση απωλειών νερού.
- ▶ Είναι αναγκαία η επεξεργασία του εισερχόμενου νερού, με σκοπό την απομάκρυνση:
 - ▶ αιωρούμενων στερεών συστατικών
 - ▶ ανεπιθύμητων υδρόβιων οργανισμών.

Η απομάκρυνση αυτή επιτυγχάνεται με τη χρήση κατάλληλων φίλτρων.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ & ΕΞΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΚΤΡΟΦΗΣ- ΔΙΗΘΗΣΗ ΝΕΡΟΥ

- ▶ Η διήθηση (φιλτράρισμα) του νερού αποτελεί ένα ζωτικό σύστημα των δεξαμενών, εξασφαλίζοντας την καλή διαβίωση των οργανισμών.
- ▶ Μέθοδοι διήθησης:
 - ▶ Μηχανικά φίλτρα
 - ▶ Βιολογικά φίλτρα
 - ▶ Χημικά φίλτρα
 - ▶ Αποστείρωση- Απολύμανση

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΦΙΛΤΡΑ

- ▶ Ένα βασικό πρόβλημα των ανακυκλούμενων συστημάτων υδατοκαλλιέργειας αποτελεί η ύπαρξη των αιωρούμενων στερεών.
- ▶ Η παρουσία και η συσσώρευση των στερεών σωματιδιακών αποβλήτων (περιττώματα, υπολείμματα τροφών, συσσωματώματα οργανικών και ανόργανων ουσιών κ.α.) επηρεάζουν **αρνητικά** τόσο **την ποιότητα του νερού** όσο και την **απόδοση των μονάδων επεξεργασίας του**.
- ▶ Η **μηχανική διήθηση** του νερού μετά την έξοδό του από τις δεξαμενές εκτροφής, έχει αποδειχτεί ο μόνος αποτελεσματικός τρόπος απομάκρυνσης αυτών των σωματιδίων.
- ▶ Καθαρισμός: με ανάστροφη ροή νερού με πίεση.



▶ Στο εσωτερικό των **μηχανικών φίλτρων**, ως μέσο διήθησης και κατακράτησης του αιωρούμενου φορτίου, τοποθετούνται:

- ▶ Συνθετικοί σπόγγοι,
- ▶ Συνθετικό νήμα
- ▶ Κόκκοι χαλικιών και άμμου (φίλτρα άμμου).

Υλικά αρκετά οικονομικά και άμεσα διαθέσιμα.

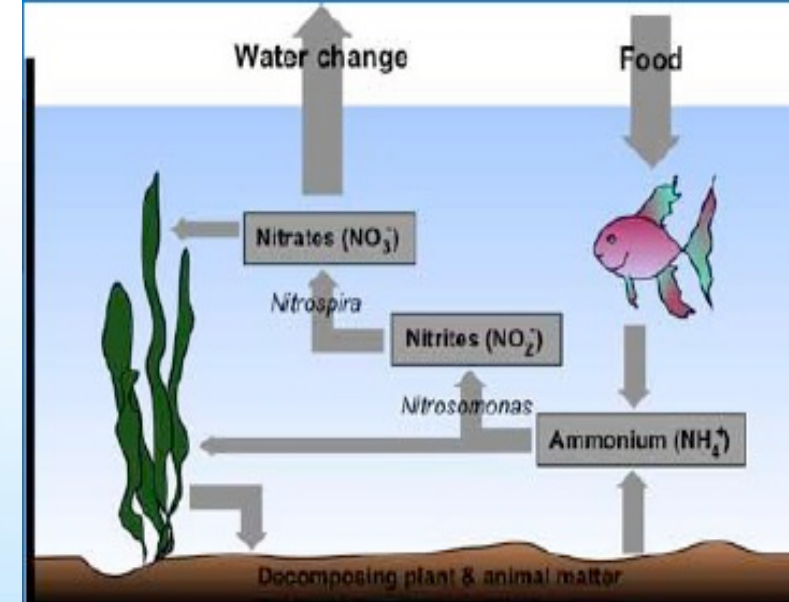
ΧΗΜΙΚΑ ΦΙΛΤΡΑ

- ▶ Η λειτουργία των χημικών φίλτρων βασίζεται:
 - 1) στη χημική δέσμευση των υλικών σε κάποια επιφάνεια είτε στερεά (ενεργός άνθρακας) είτε αέρια (μέσω αφρού)
 - 2) στην δέσμευση των ιόντων από κατάλληλα υλικά (στήλες δέσμευσης και ανταλλαγής ιόντων).
- ▶ Αφορά στην απομάκρυνση διαλυμένων υλικών ή και πολύ μικρών διαστάσεων (<math><20\mu\text{m}</math>) αιωρούμενων υλικών.
- ▶ Κατά την αφροποίηση, η προσρόφηση των διαλυμένων ουσιών γίνεται στην επιφάνεια φυσαλίδων, οι οποίες στη συνέχεια απομακρύνονται
- ▶ Βασίζεται στην εισαγωγή αέρα υπό πίεση ταυτόχρονα με την εισαγωγή νερού → δημιουργία αφρού.



ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΦΙΛΤΡΑ

- ▶ Αποτελεί το ζωτικότερο τμήμα ενός κλειστού ανακυκλούμενου συστήματος.
- ▶ Τα ψάρια παράγουν αμμωνία και νιτρικά τα οποία είναι τοξικά για τα ίδια.
- ▶ Δημιουργία νιτροποιητικών βακτηρίων για την αποικοδόμηση της τοξικής αμμωνίας, στη λιγότερο τοξική μορφή της (νιτρικά ιόντα).
- ▶ Τα βακτήρια αυτά χρειάζονται και οξυγόνο.
- ▶ Τα βιολογικά φίλτρα παρέχουν περιοχές (υποστρώματα) στις οποίες τα βακτήρια επιβιώνουν και πολλαπλασιάζονται.
- ▶ Τα βακτήρια αυτά φροντίζουν για τη βιολογική διήθηση του νερού του συστήματος αφαιρώντας από αυτό τους ρύπους που προέρχονται από τις μεταβολικές διαδικασίες των εκτρεφόμενων οργανισμών και των υπολειμμάτων της τροφής τους.
- ▶ Αυτή η διαδικασία είναι γνωστή ως **νιτροποίηση**.





- ▶ Στα βιολογικά φίλτρα, τοποθετούνται διάφορα υλικά (πολλές μικρές κυματοειδείς πλαστικές ή κεραμικές επιφάνειες, κύλινδροι ή σφαιρίδια) τα οποία αποτελούν το **κατάλληλο υπόστρωμα** για την αποίκιση από ωφέλιμα βακτήρια.
- ▶ Η χωρητικότητα του βιολογικού φίλτρου καθώς και η ποσότητα και η ποιότητα των υποστρωμάτων στα οποία μπορούν να αναπτυχθούν τα βακτήρια παίζουν καθοριστικό ρόλο στην **αποδοτικότητα** του φιλτραρίσματος και κατά συνέπεια στη φέρουσα ικανότητα του συστήματος συνολικά

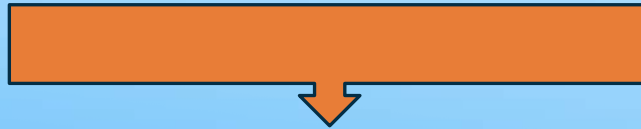
ΑΖΩΤΟ – ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ (NITRIFICATION)



ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Αποστείρωση
(sterilization:
καταστροφή όλων
των
μικροοργανισμών).

Απολύμανση
(disinfection:
καταστροφή των
περισσότερων
μικροοργανισμών)

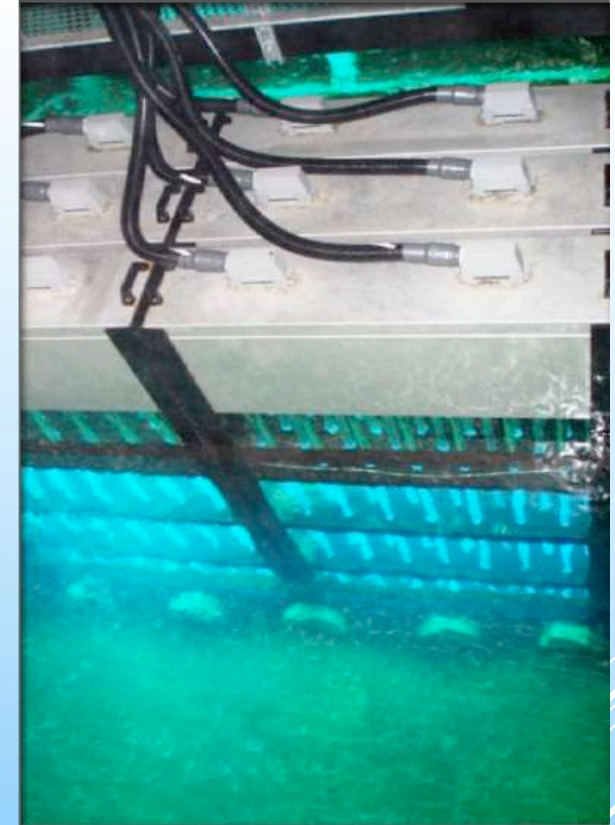


ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ (UV)
ΧΛΩΡΙΩΣΗ
ΟΖΟΝ (O₃)

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ:

ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

- ▶ Η απολύμανση του νερού της καλλιέργειας επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση **ειδικών φίλτρων** εφοδιασμένων με λαμπτήρες **υπεριώδους ακτινοβολίας (φίλτρα UV)** τα οποία ακτινοβολούν φως σε υπεριώδη μήκη κύματος που καταστρέφουν το DNA των κυττάρων.
- ▶ Κατά την απολύμανση, το νερό του συστήματος περνάει μέσα από το σώμα του φίλτρου και έρχεται σε άμεση έκθεση με την **UV ακτινοβολία**.



ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ (UV)

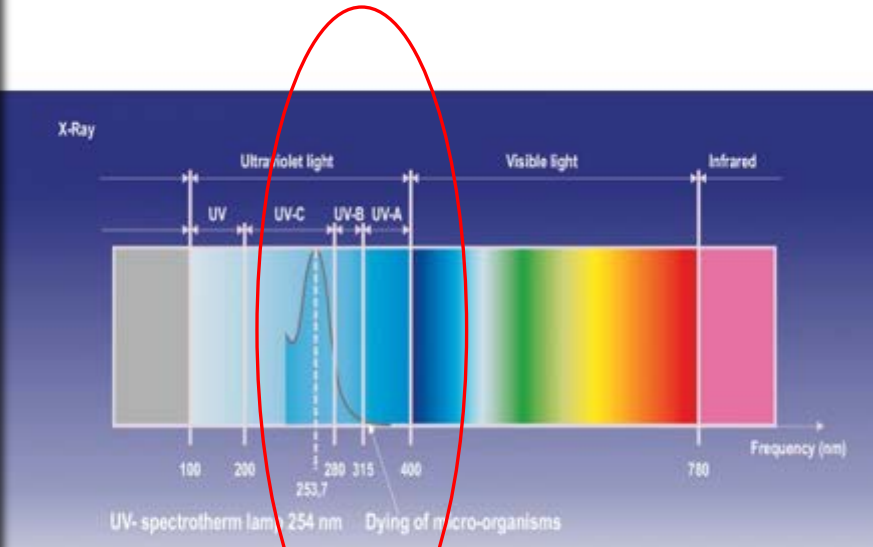
- ▶ Μήκος κύματος 200 – 300 nm (max αποδοτικότητα σε 254 nm)
- ▶ Παράγεται από λαμπτήρες ατμών υδραργύρου χαμηλής πίεσης

Μικροβιοκτόνος δράση:

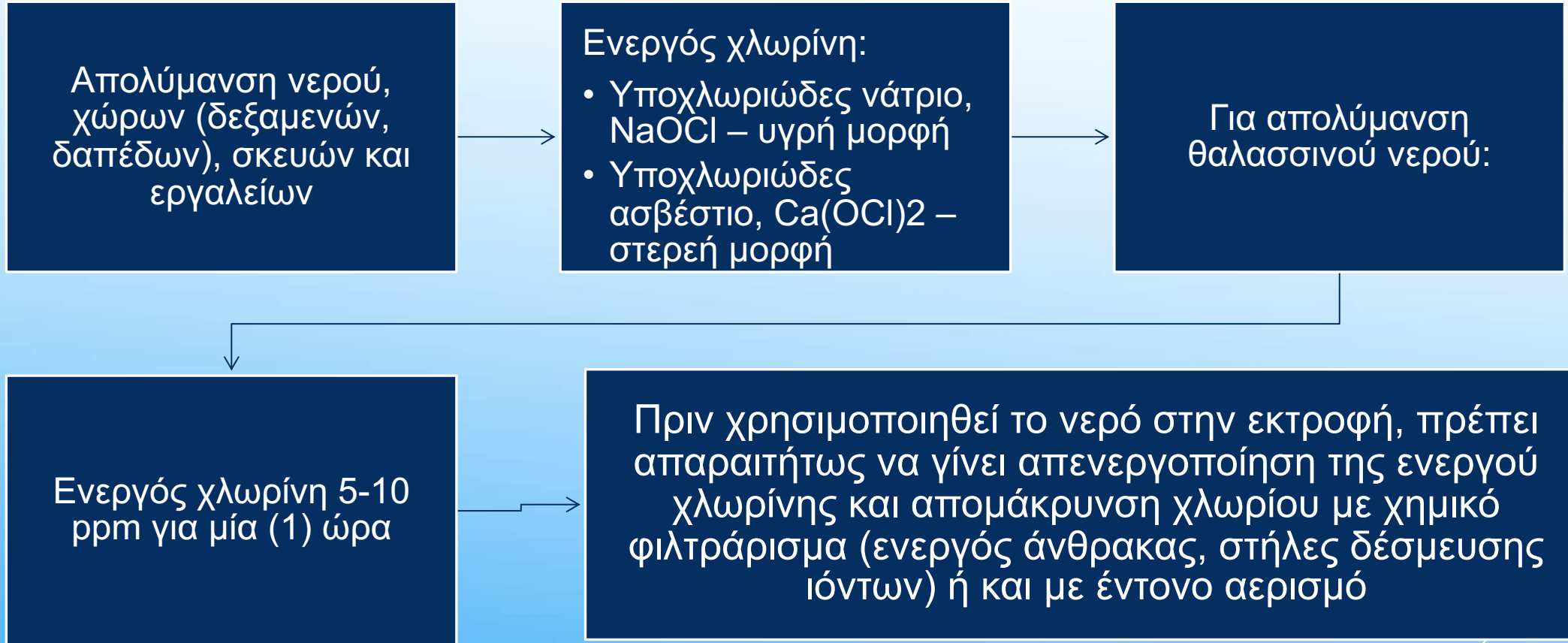
- ▶ Καταστροφή του DNA των μικροοργανισμών (μετάλαξ
- ▶ Εξαρτάται κυρίως από την ισχύ της UV και το χρόνο έκθεσης του νερού σε αυτήν
- ▶ Η UV, για να διαπεράσει αποτελεσματικά το νερό, πρέπει αυτό να είναι απαλλαγμένο από αιωρούμενα στερεά





προηγείται ΠΑΝΤΑ ο μηχανικός καθαρισμός του νερού.



ΧΛΩΡΙΩΣΗ

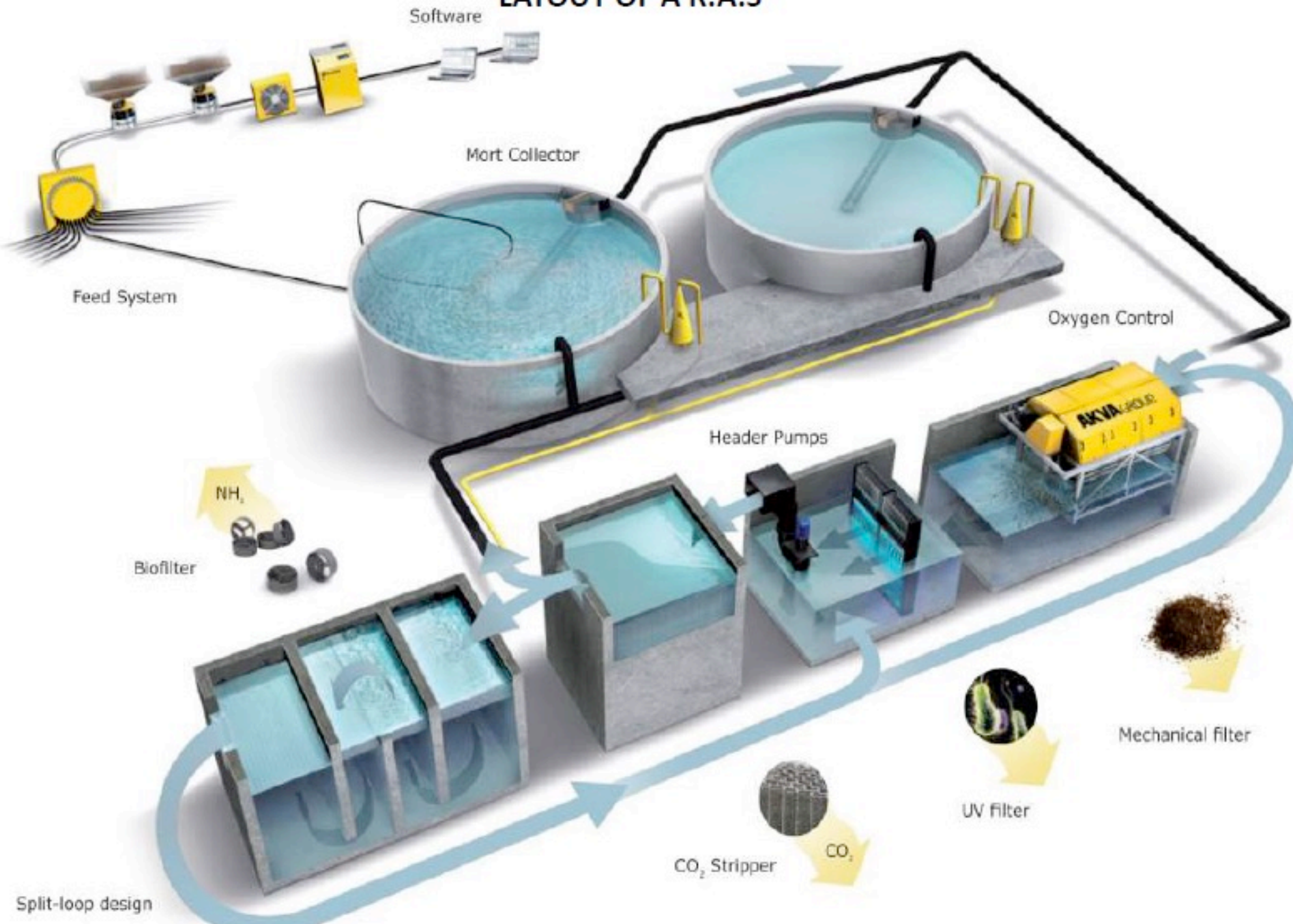


ΟΖΟΝ

- ▶ Έχει ισχυρή οξειδωτική ικανότητα
 - ▶ Είναι ιοκτόνο και βακτηριοκτόνο
 - ▶ Είναι ασταθές (μεταπίπτει γρήγορα σε O_2)  παράγεται επιτόπου με συσκευές παραγωγής όζοντος.
 - ▶ Για να έχει αποτελεσματική δράση, πρέπει το νερό να είναι απαλλαγμένο από αιωρούμενα στερεά
-  προηγείται ΠΑΝΤΑ ο μηχανικός καθαρισμός του νερού.



LAYOUT OF A R.A.S



ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΚΑΙ STRESS



© Can Stock Photo - csp21409097

- ▶ Τα ψάρια διατηρούνται σε υψηλές ιχθυοπυκνότητες στο RAS
- ▶ Περισσότερο επιρρεπή και ευαίσθητα σε ασθένειες.
- ▶ Είναι σημαντικό να παρακολουθείται συνεχώς η υγεία των ψαριών καθώς, εάν παρουσιαστεί μία νόσος, μπορεί να εξαπλωθεί εξαιρετικά γρήγορα σε όλη τη δεξαμενή εκτροφής.
- ▶ Οι παραγωγοί συνήθως εξασφαλίζουν την απομόνωση της μίας δεξαμενής από την άλλη, για να αποτρέψουν τη διάδοση μιας ασθένειας σε όλο το σύστημα.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- ▶ Όχι συνεχής αλλαγή νερού, μόνο **5-10%** προσθήκη νερού / ημέρα (ανάλογα με την ιχθυοπυκνότητα και ποσότητα τροφής).
- ▶ Εκτροφή υπό ελεγχόμενες συνθήκες
- ▶ Αυτοματοποίηση της εργασίας
- ▶ Ασφάλεια αποθεμάτων (αρπακτικά ζώα, ασθένειες, ρύπανση)
- ▶ Μικρή εξάρτηση από φυσικούς πόρους
- ▶ Έλεγχος παραγωγής
- ▶ Έλεγχος μάρκετινγκ
- ▶ Συνεχής παραγωγή στο χρόνο.



ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- ▶ Υψηλή αρχική επένδυση
- ▶ Υψηλό κόστος κατασκευής
- ▶ Υψηλό κόστος παραγωγής
- ▶ Υψηλή πολυπλοκότητα συστήματος
- ▶ Εξειδικευμένο προσωπικό
- ▶ Έγπαρξη εφεδρικών εξαρτημάτων ασφαλείας.



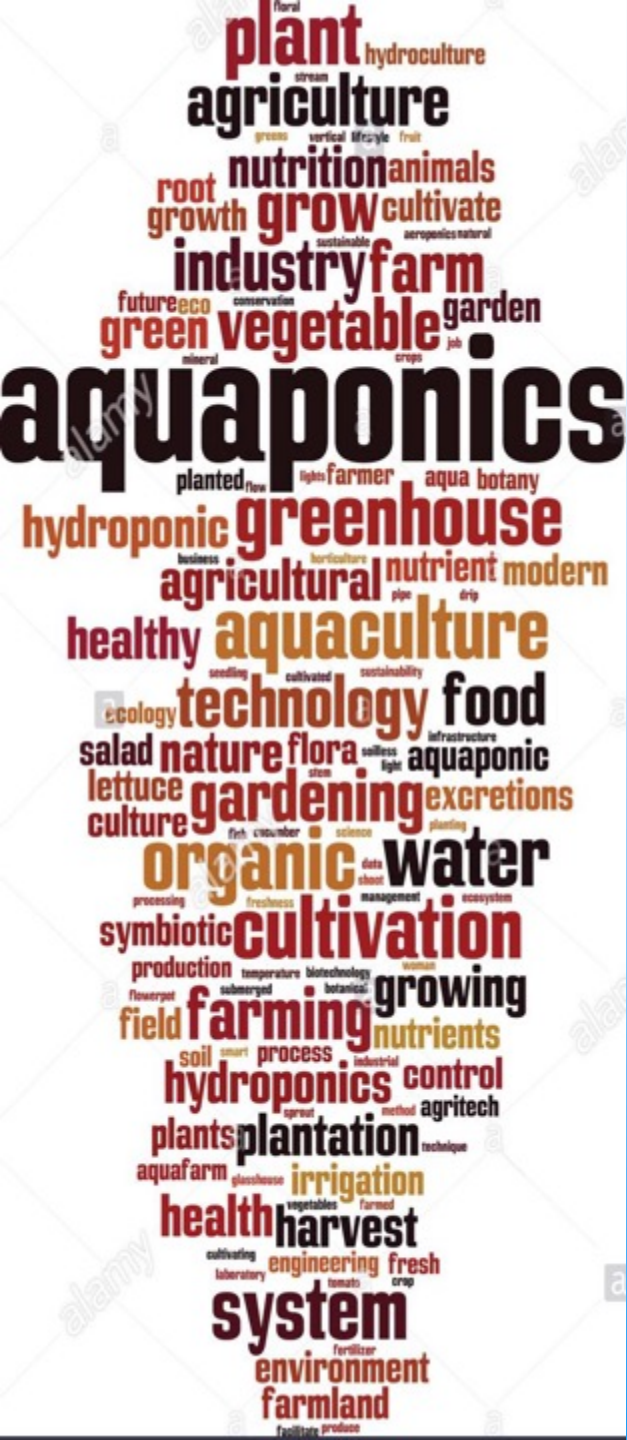
ΣΥΝΟΨΙΖΟΝΤΑΣ

- ▶ Το σύστημα ανακύκλωσης της υδατοκαλλιέργειας είναι το κλειδί για το μέλλον της υδατοκαλλιέργειας.
- ▶ Τα πλεονεκτήματά του υπερτερούν των μειονεκτημάτων.
- ▶ Αειφορική χρήση των υδάτινων πόρων.
- ▶ Παρόλο που έχει υψηλό κόστος εγκατάστασης, το σύστημα RAS είναι φιλικό προς το περιβάλλον, υπάρχει έλεγχος της παραγωγής και η προσφορά μπορεί να ανταποκριθεί στη ζήτηση σύμφωνα με τις συνθήκες της αγοράς.



ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ RAS
ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ
ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗ
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ

ΕΝΥΔΡΕΙΟΠΟΝΙΑΣ



ΕΝΥΔΡΕΙΟΠΟΝΙΑ (AQUAPONICS)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

- ▶ Τα συστήματα Aquaponics, εφαρμόστηκαν για πρώτη φορά από τους **Ατζέκους**, πριν από χιλιάδες χρόνια.
 - Η τεχνική που εφαρμόζαν ήταν η δημιουργία καναλιών με νερό όπου εκεί υπήρχαν τα ψάρια. Ανάμεσα στα κανάλια υπήρχαν λόφοι όπου καλλιεργούσαν τα φυτά τους.
- ▶ Παρόμοια τακτική ακολούθησαν οι **Κινέζοι, Ταϊλανδοί και Ινδονήσιοι** στους ορυζώνες τους, με την εκτροφή ψαριών και χελιών.
- ▶ Στη σημερινή εποχή μεγάλο ενδιαφέρον για τα συστήματα Aquaponics δείχνουν οι **Αμερικάνοι, οι Αυστραλοί και οι Ισραηλινοί**.

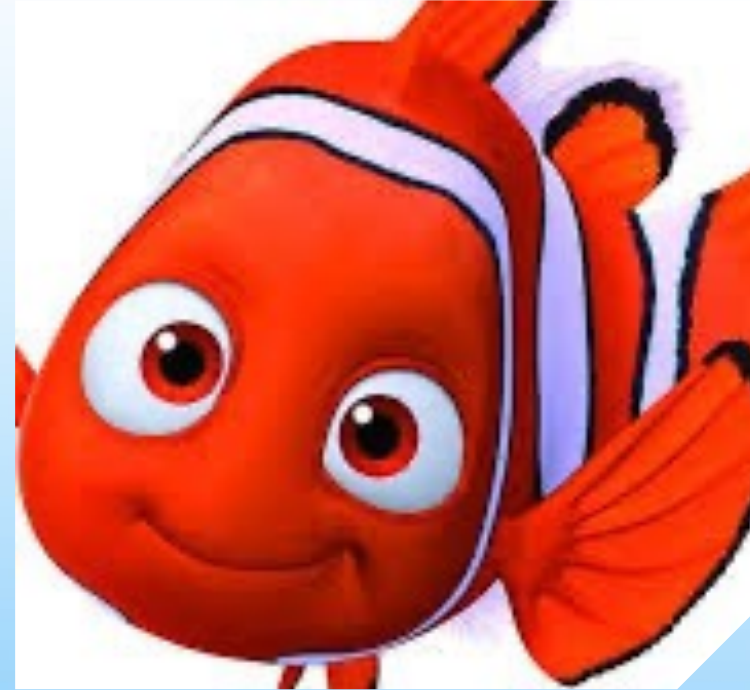
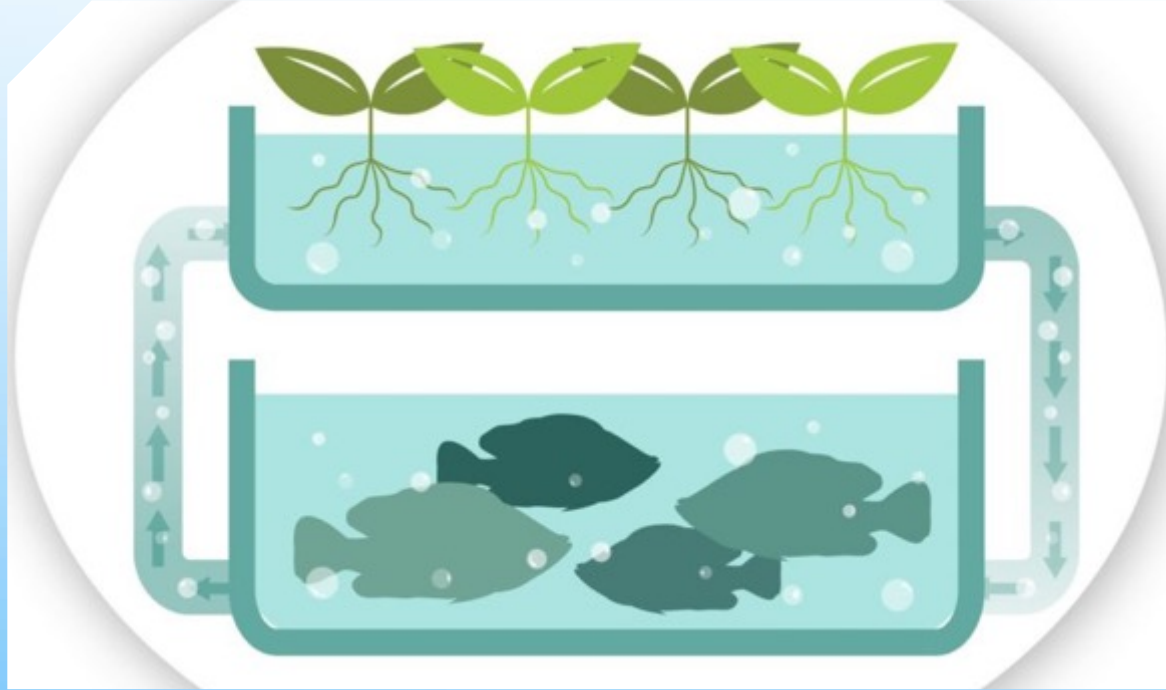
ΤΙ ΕΙΝΑΙ AQUAPONICS?

Ταυτόχρονη παραγωγή φυτών & ψαριών,



Καλλιέργεια ψαριών και φυτών σε ένα σύστημα ενιαίας κυκλοφορίας.

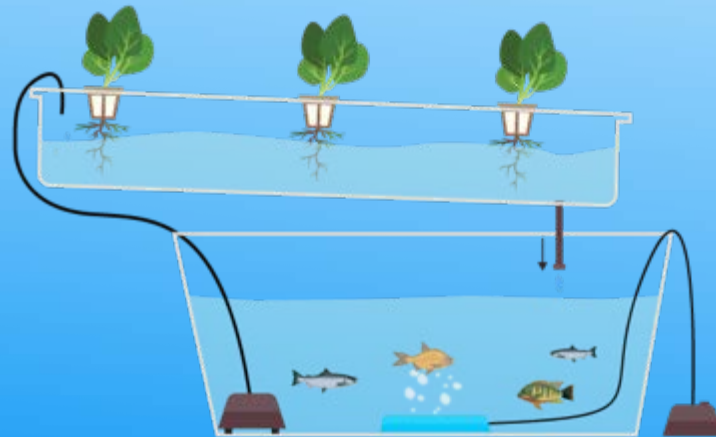




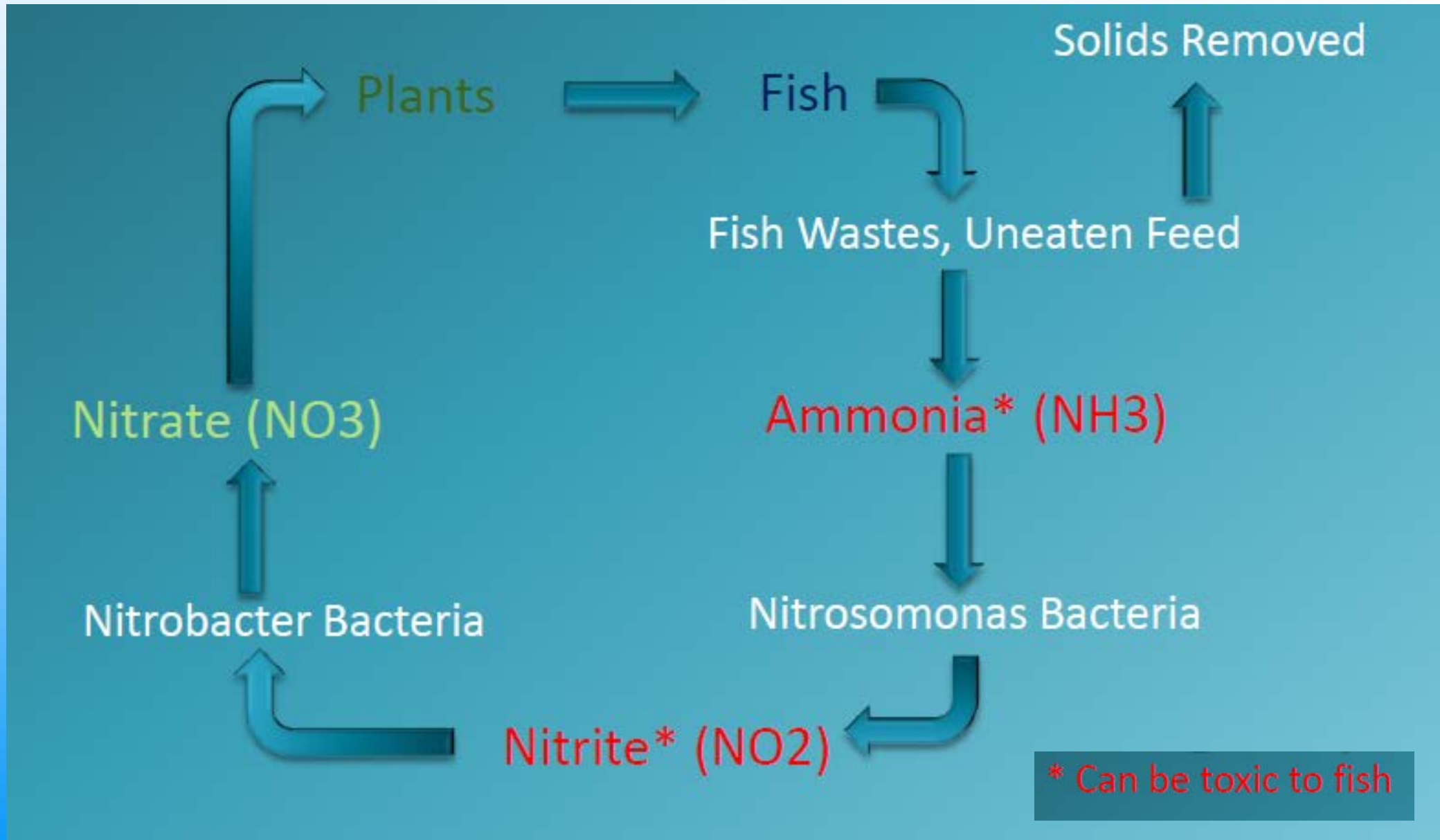
Fish are happy!
Plants are happy!
We get more to eat!

ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ?

1. Με την τροφοδοσία του ψαριών, παράγονται απόβλητα πλούσια σε αμμωνία, η οποία συσσωρεύεται στο νερό.
2. Τα βακτήρια μετατρέπουν την αμμωνία σε μορφές N αξιοποιήσιμες από τα φυτά, (αποτελεί το βασικό στοιχείο θρέψης των φυτών).
3. Οι ρίζες των φυτών φιλτράρουν το νερό, το οποίο περιέχει πλέον θρεπτικά στοιχεία για τα ψάρια.
4. Το διηθημένο νερό επιστρέφει στη δεξαμενή ψαριών, καθαρό.




ΚΥΚΛΟΣ AQUAPONICS



ΓΙΑΤΙ ΘΕΩΡΕΙΤΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ?

- ▶ Τα απόβλητα των ψαριών χρησιμοποιούνται για τη διατροφή των φυτών
- ▶ Τα ψάρια και τα φυτά δημιουργούν μια παραγωγή πολυκαλλιέργειας δύο προϊόντων
- ▶ Το νερό επαναχρησιμοποιείται σε κλειστό κύκλωμα επανακυκλοφορίας
- ▶ Τοπική παραγωγή τροφίμων, ενισχύει την οικονομία και μειώνει τη μεταφορά τροφίμων
- ▶ Συνεχές οργανικό λίπασμα.

ΓΙΑΤΙ AQUAPONICS?

- ▶ Χρησιμοποιεί ένα κλάσμα του νερού, περίπου το 10% της καλλιέργειας του εδάφους
- ▶ Δεν υπάρχει ανάγκη αγοράς, αποθήκευσης και εφαρμογής λιπάσματος
- ▶ Δεν υπάρχουν ασθένειες που μεταδίδονται από το έδαφος, δεν υπάρχουν ζιζάνια
- ▶ Υψηλή ιχθυοπυκνότητα,  υψηλή απόδοση καλλιέργειας
- ▶ Δεν υπάρχουν απόβλητα - λύματα υδροπονίας, όλα τα απόβλητα ιχθύων χρησιμοποιούνται Δεν υπάρχουν φυτοφάρμακα ή ζιζανιοκτόνα, μόνο λιπάσματα ιχθύων
- ▶ Ασφάλεια τροφίμων.



ΚΡΑΤΩΝΤΑΣ ΤΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ ΥΓΙΕΙΣ

► Οι κυριότερες παράμετροι του νερού είναι:

1. Η θερμοκρασία

- Τα ψάρια μπορούν να επιβιώσουν μόνο σε συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασιών.
 - Coldwater fish = 14-16 °C (57-61F)
 - Warmwater fish = 28-30 °C (82-86 F).
- Μεταβολές της τάξης ± 2 °C, έχουν ελάχιστες συνέπειες για τους περισσότερους οργανισμούς.
- Τα ψάρια είναι ικανά να αντέξουν πολύ μεγαλύτερες θερμοκρασιακές μεταβολές, αλλά για μικρά χρονικά διαστήματα.
- Διαφορετικά, διαταράσσεται ο μεταβολισμός τους, με ακόλουθη συνέπεια τον θάνατό τους.



2. Διαλυμένο οξυγόνο

- Παρόλο που ο αέρας αποτελείται από 20% οξυγόνο, το πιο οξυγονωμένο νερό, σπάνια περιέχει >1% διαλυμένο οξυγόνο.
- Μετριέται σε mg/l:
 - το πιο οξυγονωμένο 8-10mg/l
 - το πιο ανεπαρκές <2mg/l

Το O₂ είναι απαραίτητο για την αναπνοή των ψαριών. Η περιεκτικότητα του O₂ σε ένα ενυδρείο, συνήθως διατηρείται στα μέγιστα δυνατά επίπεδα.



3. To pH

Εκφράζει τη συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου στο υδατικό περιβάλλον:

$$\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$$

Τιμή 7 = ουδέτερο

Τιμή < 7 = όξινο

Τιμή > 7 = αλκαλικό ή βασικό.

Συνήθως οι τιμές στο ενυδρείο κυμαίνονται μεταξύ **6-8**.

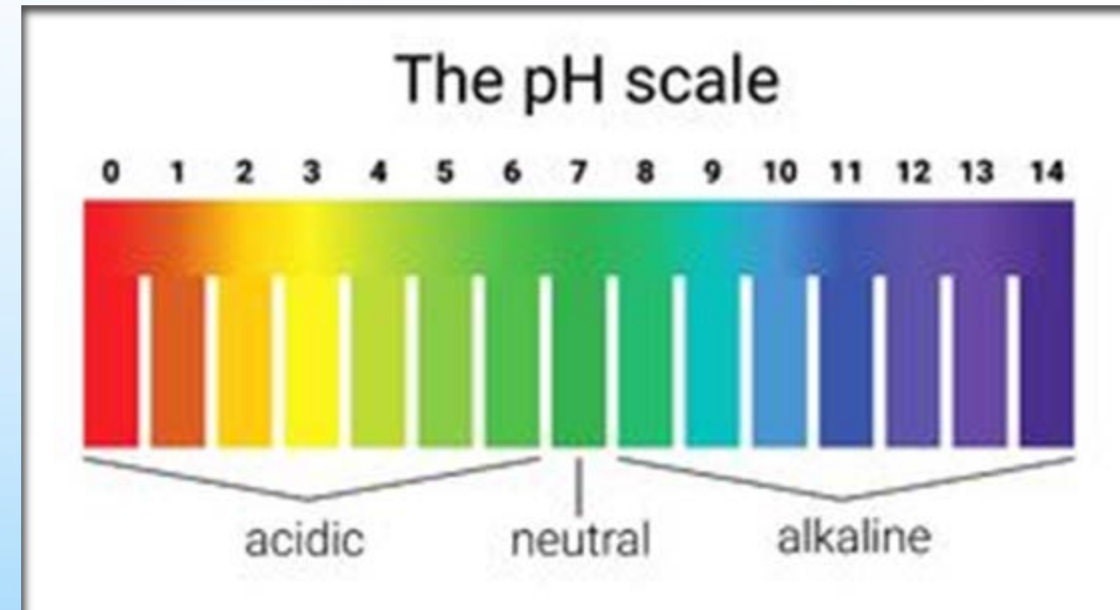
Στα ενυδρεία:

όρος «όξινο»: 6-6,8

όρος «αλκαλικό»: 7,2-8.

Όρος «ουδέτερο»: 6,8-7,2.

Μικρές διακυμάνσεις στην τιμή του pH είναι φυσιολογικές, αλλά μεγαλύτερες αλλαγές, μπορεί να είναι προειδοποιητικό σημάδι ανισορροπίας του συστήματος.





4. Άζωτο- αμμωνία

- Μη ιονισμένη μορφή, NH_3 , **πολύ τοξική!**
και πρέπει να αφαιρεθεί!
Ιδανική συγκέντρωση <των 1ppm (mg/l).
- Ιονισμένη μορφή, NH_4 , λιγότερο τοξική.
Ιδανική τιμή: <100ppm (mg/l).
- Η αμμωνία σε ενυδρεία με ψάρια, προέρχεται από:
 - Τροφή που δεν καταναλώθηκε
 - Περιττώματα (άπεπτη τροφή) ψαριών.

ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΙΔΟΥΣ ΙΧΘΥΟΣ

- ▶ Γλυκού νερού
- ▶ Αντοχή σε μεγάλες πυκνότητες εκτροφής
- ▶ Υψηλής εμπορικής αξίας

Μερικά Υποψήφια είδη:

- ▶ *Bluegill sunfish*
- ▶ *Channel catfish*
- ▶ Goldfish / koi
- ▶ *Rainbow trout*
- ▶ Τιλάπια
- ▶ *Yellow perch*



ΟΡΙΑ ΑΝΤΟΧΗΣ

Species	DO (mg/l)	Temp (F)	pH	Unionized Ammonia (mg/l)	Nitrite (mg/l)
Sunfish	> 5	68-80	7-8.5	< 0.01	< 0.8
Channel Catfish	> 4	70-90	7-8	< 0.05	< 0.8
Goldfish/Koi	> 5	65-75	6-8	< 0.08	< 0.6
Rainbow trout	> 6	50-64	6.5-8	< 0.01	< 0.8
Tilapia	> 5	70-90	7-8	< 0.04	< 0.8
Yellow Perch	> 5	70-76	7-9	< 0.02	< 1.0



Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΤΙΛΑΠΙΑΣ

- ▶ Συνήθως χρησιμοποιείται σε aquaponics
- ▶ Ζεστά νερά
- ▶ Ανοχή σε μεταβολές του pH και θερμοκρασίας,
- ▶ Υψηλή αμμωνία και χαμηλό διαλυμένο οξυγόνο
- ▶ Αυξάνεται σε εμπορεύσιμο μέγεθος σε περίπου 6-9 μήνες (ιδανικές συνθήκες)

Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ *YELLOW PERCH*



- ▶ Καλό για συστήματα επανακυκλοφορίας νερού
- ▶ Ψυχρά νερό
- ▶ Ανοχή σε χαμηλά επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου
- ▶ Προσαρμογή σε μεταβολές του pH
- ▶ Αυξάνεται σε περίπου 9 μήνες



Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΠΕΣΤΡΟΦΑΣ

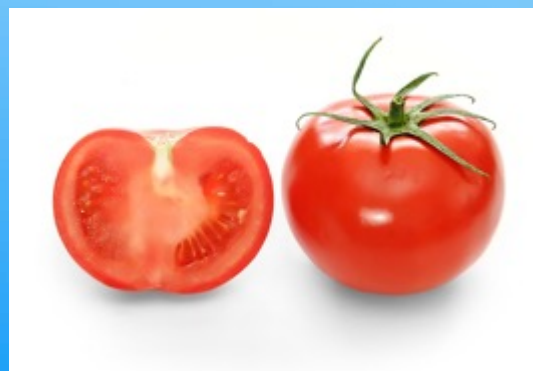
- ▶ Πιο δύσκολο να διατηρηθεί
- ▶ Ψυχρότερο νερό
- ▶ Μπορεί να είναι σαρκοβόρα και θα τρώει τα μικρότερα σε μέγεθος ψάρια
- ▶ Υψηλά επίπεδα οξυγόνου
- ▶ Ευαίσθησία σε αλλαγές pH
- ▶ Φτάνει σε εμπορικό μέγεθος σε 12-16 μήνες

ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΙΔΟΥΣ ΦΥΤΟΥ

- ▶ Να απαιτούν τιμή pH περίπου ουδέτερη (7)
- ▶ Κυρίως υπέργειοι καρποί ή βρώσιμο μέρος
- ▶ Να έχουν εμπορική αξία

▶ Μερικά Υποψήφια είδη:

- ▶ Ντομάτα (*Solanum lycopersicum*)
- ▶ Φράουλα (*Fragaria ananassa*)
- ▶ Σπανάκι (*Spinacia oleracea*)
- ▶ Κόλιανδρος (*Coriandrum sativum*)
- ▶ Μαϊντανός (*Petroselinum crispum*)
- ▶ Μαρούλι (*Lactuca sativa*)
- ▶ Μπρόκολο (*Brassica oleracea*)
- ▶ Βασιλικός (*Ocimum basilicum*)



ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΦΥΤΑ

- ▶ Ιχθυοπυκνότητα
- ▶ Μέγεθος ψαριών
- ▶ Θερμοκρασία νερού
- ▶ Ποσότητα περίσσειας τροφής στο νερό
- ▶ Διαθεσιμότητα ωφέλιμων βακτηρίων
- ▶ Ποσότητα φυτών στο σύστημα
- ▶ Μέσα που υπάρχουν στο σύστημα
- ▶ Ροή νερού



Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΝΤΟΜΑΤΑΣ

- ▶ Συνήθως χρησιμοποιείται σε aquaponics
- ▶ Ιδανική θερμοκρασία 25°C
- ▶ pH 5.8 μέχρι 7.2

Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΦΡΑΟΥΛΑΣ

- ▶ Λειτουργεί καλά σε τεχνητό φως
- ▶ Δεν χρειάζεται φυτοφάρμακα
- ▶ Δεν απαιτούνται λιπάσματα
- ▶ Ιδανικό pH 5.8 - 6.2



Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ

- Το πιο δημοφιλές ενυδρειοπονικό βότανο
- Γρήγορη και εύκολη ανάπτυξη
- Καλή τιμή αγοράς και υψηλή ζήτηση
- Αγαπά το καλό φως, αλλά σκιά μέσα στο καλοκαίρι





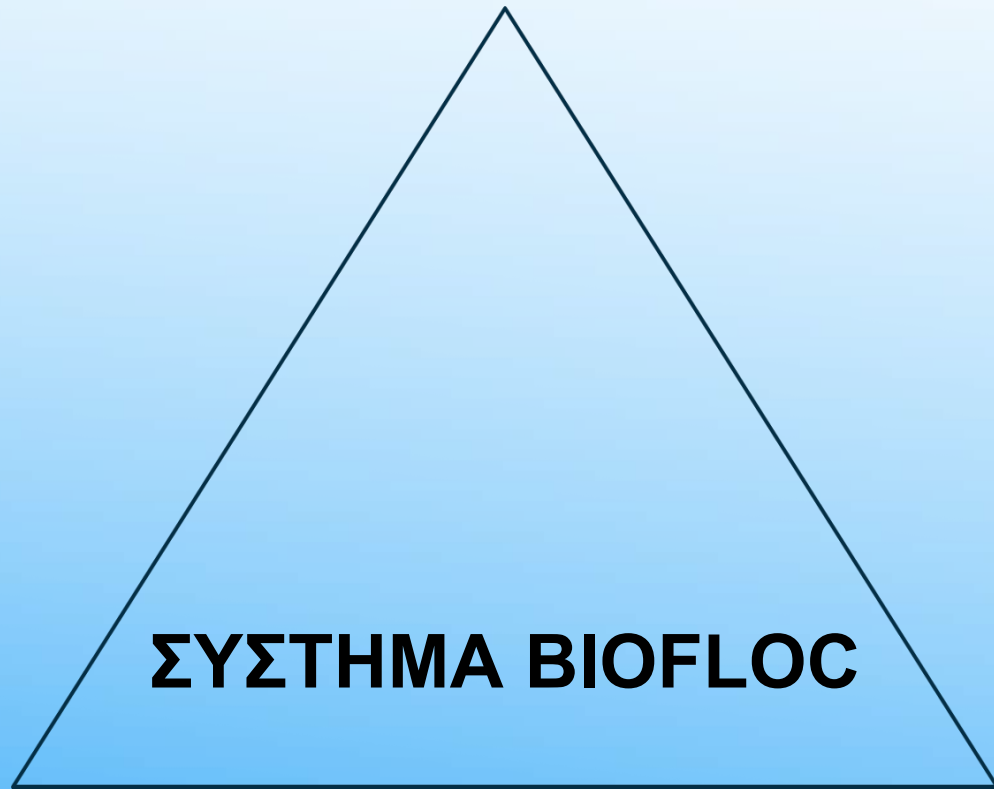
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- ▶ Βιώσιμα εντατικά συστήματα παραγωγής τροφίμων
- ▶ Φιλικό προς το περιβάλλον (ανακύκλωση αποβλήτων)
- ▶ Δεν απαιτείται καλλιεργήσιμο έδαφος για την εφαρμογή τους
- ▶ Τα απόβλητα είναι ελάχιστα.
- ▶ Υπάρχει εξοικονόμηση χειρονακτικής εργασίας
- ▶ Κλειστό σύστημα: μικρή ποσότητα νερού
→ εφαρμογή και σε περιοχές με προβλήματα διαθεσιμότητας νερού
- ▶ Διαφοροποίηση της παραγωγής.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ



- ▶ Μεγάλη η αναλογία «επιφάνεια για φυτά / επιφάνεια για ιχθύς» (απαραίτητη για την ισορροπία των θρεπτικών στοιχείων)
- ▶ Οι απαιτήσεις ψαριών και φυτών δεν ταιριάζουν πάντα απόλυτα.
- ▶ Επιπλέον εξειδικευμένο προσωπικό (χρειάζεται και ο γεωπόνος)
- ▶ Περιορισμός θεραπευτικών αγωγών τόσο στα φυτά όσο και στους ιχθύς.



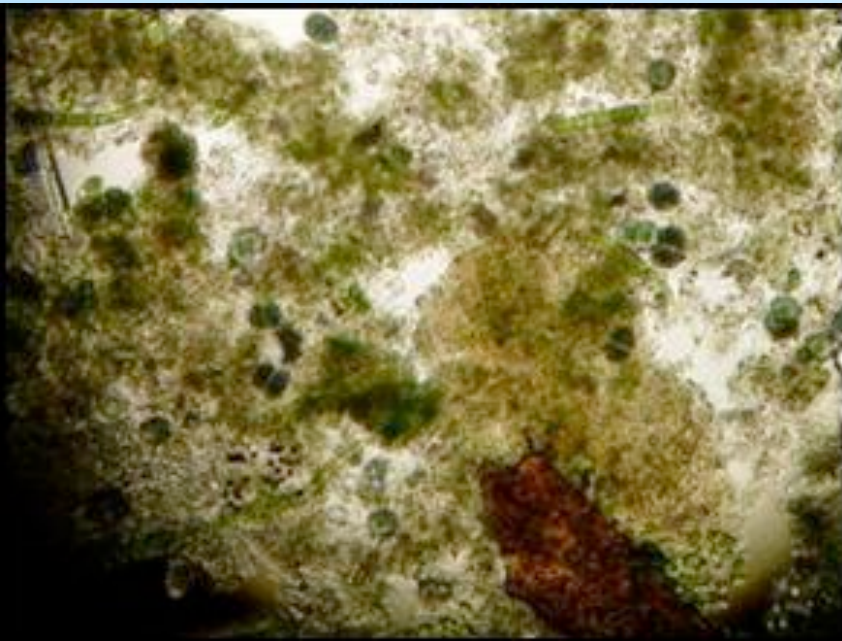
Ετυμολογία:

Biological
Floccculation

Βιολογική κροκίδωση

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ BIOFLOC?

- Το Biofloc είναι ένα μικρο-συσσωμάτωμα οργανικού υλικού και μικροοργανισμών.
- Συμπεριλαμβάνονται και διάτομα, βακτηρια, πρωτόζωα, φύλλα, κοκκία κοπράνων, υπολείμματα νεκρών οργανισμών και άλλων ασπόνδυλων.



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ BIOFLOC

Η τεχνολογία Biofloc είναι μια τεχνική βελτίωσης της ποιότητας των υδάτων στην υδατοκαλλιέργεια, μέσω του ελέγχου του άνθρακα και του αζώτου στο σύστημα.

- Η τεχνολογία αυτή, θεωρείται μια βιώσιμη μέθοδος για τον έλεγχο της ποιότητας του νερού, με την ταυτόχρονη *in situ* παραγωγή τροφής, πλούσιας σε πρωτεΐνες. Είναι πιθανό αυτή η μικροβιακή πρωτεΐνη να έχει μεγαλύτερη διαθεσιμότητα έναντι άλλων τροφών.
- 30-45% πρωτεΐνη, 1-5% λίπος, καλή πηγή βιταμινών και ιχνοστοιχείων.
- Η βασική τεχνολογία αναπτύχθηκε από τον Dr. Yoram Avnimelech στο Ισραήλ και εφαρμόστηκε αρχικά στο Μπελίζ από την Belize Aquaculture.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

- ▶ Η τεχνολογία εφαρμόζεται σε διάφορους τύπους συστημάτων και τα είδη που επιλέγονται πρέπει να επωφελούνται από τις επιπλέον πρωτεΐνες που παράγονται, με τη διατροφή και την πέψη των ίδιων των biofloc.
- ▶ Η τεχνολογία Biofloc έχει χρησιμοποιηθεί:
 - για την καλλιέργεια λευκής γαρίδας του Ειρηνικού, *Litopenaeus vannamei*
 - τιλάπιας, *Oreochromis niloticus*

Litopenaeus vannamei



Υποψήφιο είδος είναι το γατόψαρο.



Oreochromis niloticus



- ▶ Θεωρείται η νέα "γαλάζια επανάσταση" αφού τα θρεπτικά συστατικά μπορούν να ανακυκλώνονται συνεχώς και να επαναχρησιμοποιούνται στο μέσο καλλιέργειας, επωφελούμενα από την ελάχιστη ή μηδενική ανταλλαγή νερού.
- ▶ Επίσης, η βιώσιμη προσέγγιση αυτού του συστήματος βασίζεται στην υψηλή παραγωγή ψαριών / γαρίδων σε περιορισμένη έκταση.
- ▶ Οι βασικές απαιτήσεις για τη λειτουργία του συστήματος περιλαμβάνουν:
 1. υψηλή ιχθυοπυκνότητα,
 2. καλό αερισμό και
 3. υδατοσυλλογές σε συστοιχία.

Ένας κρίσιμος παράγοντας στο σύστημα είναι ο έλεγχος του biofloc στις λίμνες, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας. Τα ψάρια / γαρίδες τροφοδοτούνται με πολλή τροφή.

Περίπου το 70-80% της τροφής, παραμένει στη λίμνη, στο νερό ή στο ίζημα.

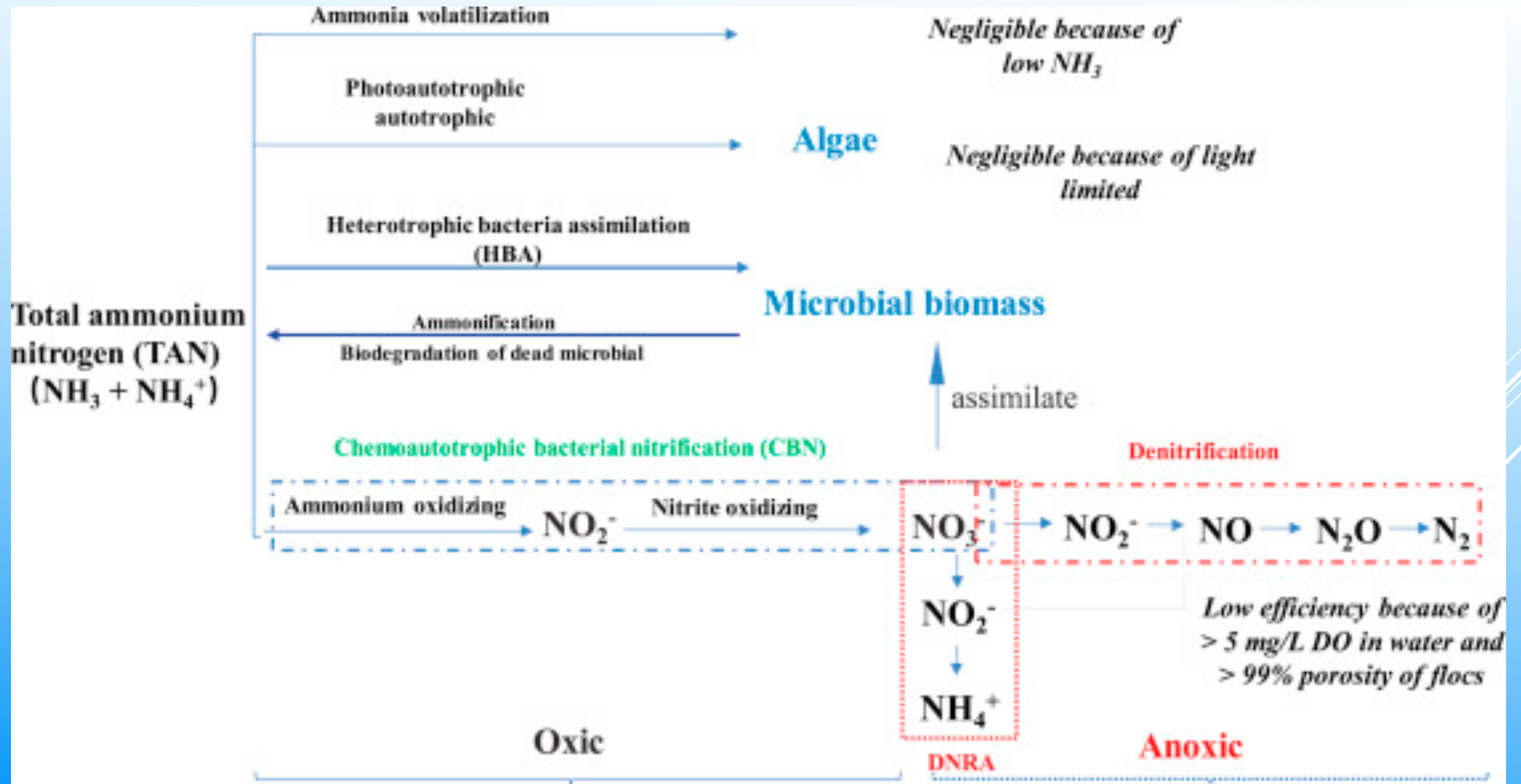
Οι λίμνες περιέχουν υψηλό φορτίο θρεπτικών ουσιών.

- ▶ Τα biofloc είναι μια πλούσια φυσική πηγή σε πρωτεΐνες και λιπίδια, *in situ* 24 ώρες την ημέρα, λόγω της πολύπλοκης αλληλεπίδρασης μεταξύ οργανικής ύλης, φυσικού υποστρώματος και μεγάλου εύρους μικροοργανισμών.
- ▶ Αυτή η φυσική παραγωγικότητα παίζει σημαντικό ρόλο στην ανακύκλωση των θρεπτικών ουσιών και στη διατήρηση της ποιότητας του νερού.
- ▶ Η κατανάλωση του biofloc από γαρίδες ή ψάρια έχει αρκετά οφέλη:
 1. Βελτιωμένος ρυθμός ανάπτυξης,
 2. Μειωμένη τιμή FCR και
 3. Associated κόστος των τροφών.
- ▶ Το biofloc έχει την ικανότητα να καταστέλλει τοξικές ενώσεις όπως η αμμωνία και να καταστέλλει την ανάπτυξη επιβλαβών βακτηρίων (παθογόνων), έτσι ώστε οι εκτρεφόμενοι οργανισμοί να αναπτυχθούν σωστά.

ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

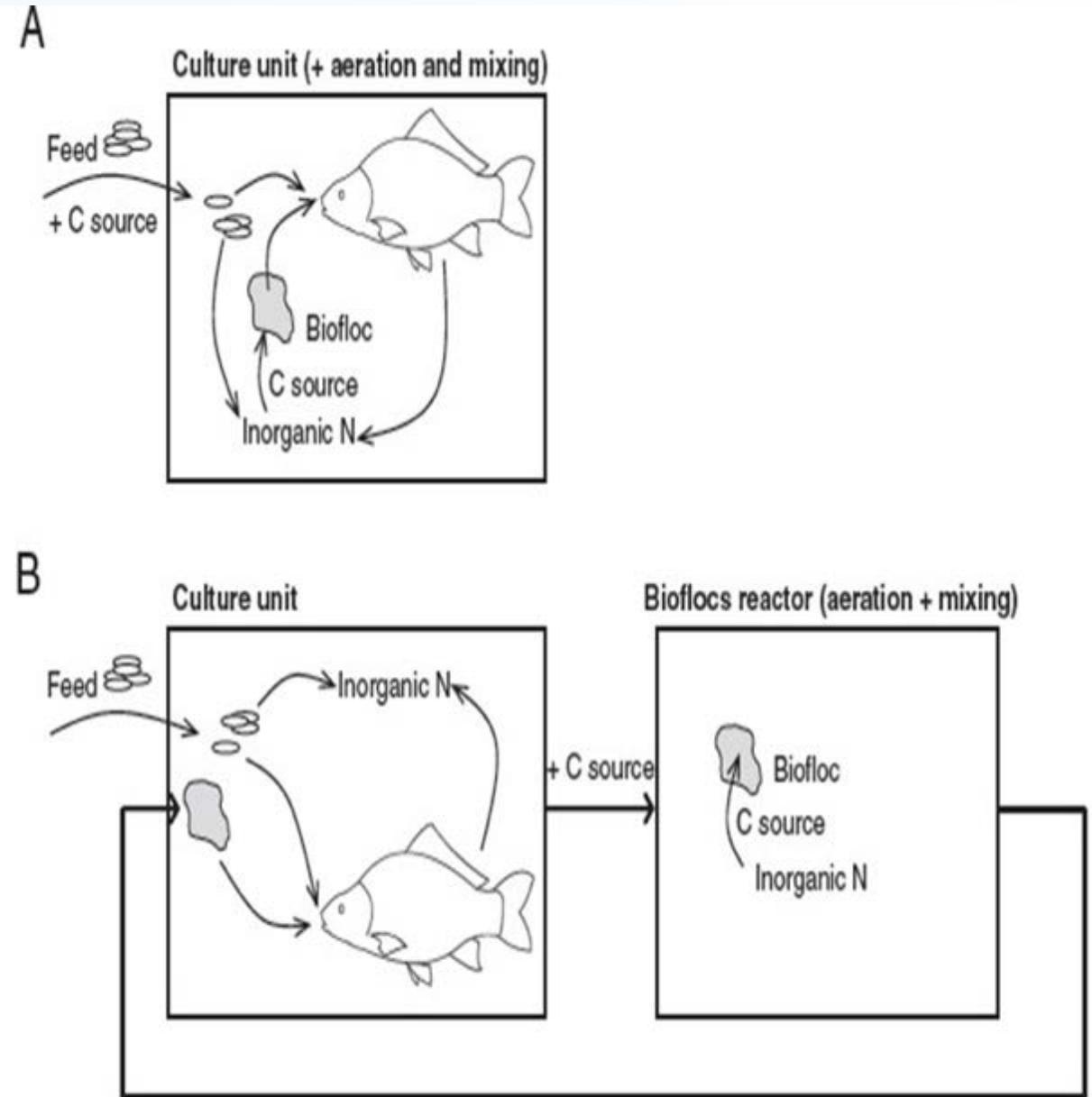
- ▶ Η αρχή αυτής της τεχνικής είναι η δημιουργία του κύκλου του αζώτου, διατηρώντας υψηλότερο λόγο C:N.
- ▶ Αν υπάρχει ισορροπημένη αναλογία άνθρακα και αζώτου στο νερό, τα αζωτούχα απόβλητα που παράγονται από τους εκτρεφόμενους οργανισμούς (και ιδιαίτερα η αμμωνία) θα καταναλωθεί ως βακτηριακή βιομάζα και θα αξιοποιηθεί ως τροφή και θα αυξηθεί ο λόγος C / N, ο οποίος διεγείρει την παραγωγή ετεροτροφικών βακτηρίων.
- ▶ Η τεχνολογία biofloc είναι αποτελεσματική:
 1. στην επεξεργασία των αποβλήτων και
 2. αποτελεί τροφή στους υδρόβιους ζωικούς οργανισμούς.

ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ



Περιορισμός στην ανταλλαγή νερού

- ▶ Συσσώρευση οργανικών υπολειμμάτων
- ▶ Προσθήκη πηγής άνθρακα (μελάσσα)
- ▶ Ανάμιξη και αερισμός (↑ επίπεδα O_2)
- ▶ Ιδανικές συνθήκες για βακτήρια
- ▶ Έλεγχος ποιότητας νερού μέσω βακτηρίων
- ▶ Τα ψάρια τρώνε τα βακτήρια
- ▶ Ανακύκλωση τροφών.



ΑΕΡΙΣΜΟΣ



ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΒΙΟΦΛΟΚ

▶ Μέθοδοι μέτρησης

- ▶ Δειγματοληψία σε βάθος 15-20cm
- ▶ Καθίζηση για 15-20 min σε σωλήνα Imhoff
- ▶ Μέτρηση πυκνότητας biofloc
 - ▶ Γαρίδες: 10-15 ml/L
 - ▶ Τιλάπια: 25-50 ml/L





ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΒΙΟΦΛΟΚ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ



ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Οικονομικά αποδοτική παραγωγή τροφών
2. Μειώνει τη ρύπανση των υδάτων
3. Φιλικό προς το περιβάλλον, σύστημα εκτροφής
4. Προστατεύει από ασθένειες
5. Μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις
6. Βελτιώνει την απόδοση χρήσης γης και νερού
7. Υψηλότερη παραγωγικότητα
8. Περιορισμένη ή μηδενική ανταλλαγή νερού.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ



1. Αυξημένες ενεργειακές ανάγκες για ανάμιξη και αερισμό
2. Μειωμένος χρόνος απόκρισης λόγω των αυξημένων ποσοστών αναπνοής
3. Απαιτείται περίοδος έναρξης λειτουργίας
4. Απαιτείται προσθήκη ιόντων καρβοξυλίου (εξουδετέρωση)
5. Αυξημένη πιθανότητα ρύπανσης από τη συσσώρευση νιτρικών αλάτων
6. Μεταβλητή και εποχιακή απόδοση για συστήματα που εκτίθενται σε φυσικό φωτισμό.