



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



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Η διάλεξη περιλαμβάνει τις παρακάτω ενότητες:

Υπεράκτια υδατοκαλλιέργεια

Ολοκληρωμένα πολυτροφικά συστήματα υδατοκαλλιεργειών

Αυτοματισμοί και ICT στις υδατοκαλλιέργειες

Προγράμματα επιλογής στις υδατοκαλλιέργειες



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Υπεράκτια υδατοκαλλιέργεια
Offshore aquaculture



Τι είναι η υπεράκτια υδατοκαλλιέργεια;

Είναι νέα προσέγγιση στη θαλάσσια εντατική εκτροφή

Οι κλωβοί μετακινούνται ή εγκαθίστανται σε υπεράκτιες περιοχές, όπου δεν είναι προστατευμένοι από τις καιρικές συνθήκες και τα νερά είναι βαθύτερα

Δεν έχει αναπτυχθεί ακόμα, παρά τις δυνατότητες που υπάρχουν

Αδυναμία κρατικής θεσμοθέτησης πέρα από των χωρικών υδάτων και της ΑΟΖ



Γιατί υπεράκτια υδατοκαλλιέργεια;

Οι υφιστάμενες εγκαταστάσεις (παράκτιες), έρχονται σε σύγκρουση συμφερόντων με πολλές άλλες δραστηριότητες.

Οι επιπτώσεις στο οικοσύστημα θα είναι μικρότερες.

Εκμεταλλεύεται τον κύριο όγκο των θαλάσσιων υδάτων. Το ωκεάνιο νερό αποτελεί το 95% του θαλάσσιου νερού.

Μπορεί να εκμεταλλευτεί αποδοτικά τις νέες τεχνολογίες (αυτοματισμοί, ICT)



Γιατί υπεράκτια υδατοκαλλιέργεια;

ΟΙ ΗΠΑ άρχισαν να μελετούν τη θεωρία της υπεράκτια υδατοκαλλιέργειας ήδη από τη δεκαετία του '70

Παρόλα αυτά δεν έχει αναπτυχθεί σε ομοσπονδιακό επίπεδο, κυρίως για λόγους νομικούς και αντιθέσεων ανάμεσα στην πολιτειακή και την ομοσπονδιακή νομοθεσία

Υπάρχουν πολλές εκμεταλλεύσεις σε πολιτειακά χωρικά ύδατα, αλλά μόνο μια εκτροφή μυδιών σε ομοσπονδιακά νερά (νησί Santa Catalina, California)



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Είδη κλωβών

Aquapod

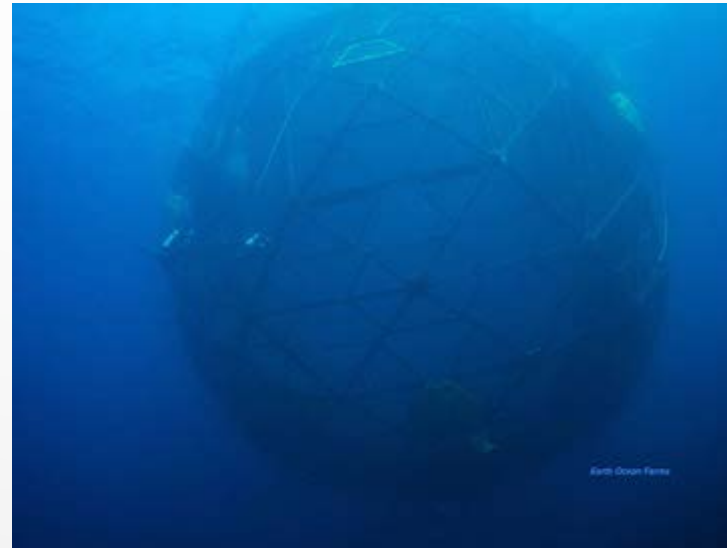
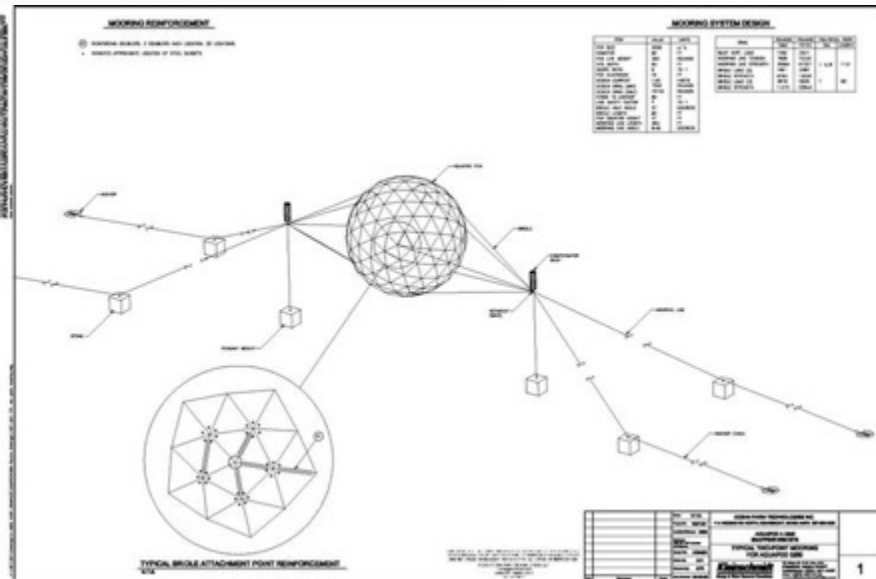
Υπεράκτια υδατοκαλλιέργεια

Χρήστης

Earth Ocean Farms , Mexico

Εκτρεφόμενο είδος

Totoaba macdonaldi
Lutjanus peru





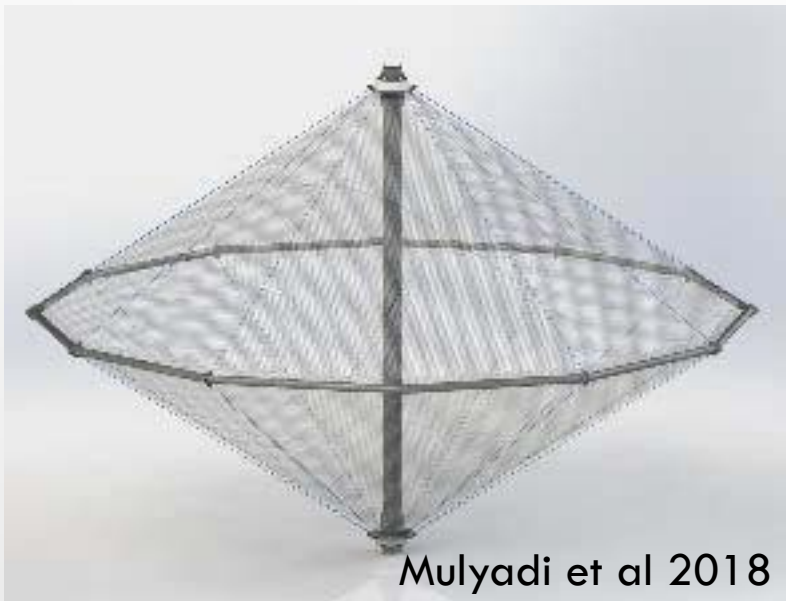
Είδη κλωβών

Υπεράκτια υδατοκαλλιέργεια

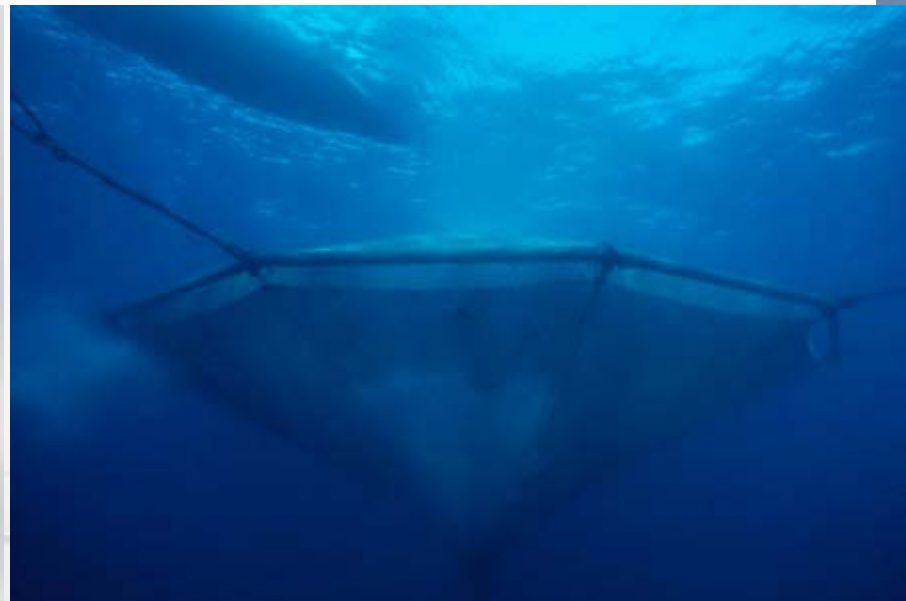
Sea station

(ίδια κατασκευάστρια εταιρία με Aquarod)

Χρήστης	Εκτρεφόμενο είδος
Open Blue, Florida	<i>Rachycentron canadum</i>
Blue Ocean Mariculture, Hawaii	<i>Seriola rivoliana</i>



Mulyadi et al 2018



Πηγή: Innovasea



Είδη κλωβών

Σχετικά νέα start-up η οποία προτείνει υπεράκτια παραγωγή σε τρία επίπεδα:

- 1) Παραγωγή ενέργειας με ΑΠΕ
- 2) Φυτική παραγωγή
- 3) Ιχθυοκαλλιέργεια

Όλα αυτά σε μεγάλες πλωτές κατασκευές (πλωτές πόλεις)



Υπεράκτια υδατοκαλλιέργεια

Smart Floating Farms



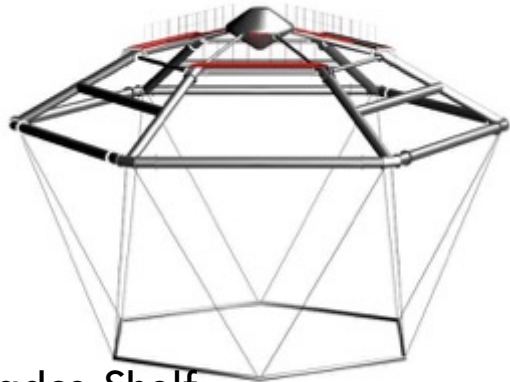
Πηγή: Smart Floating Farms



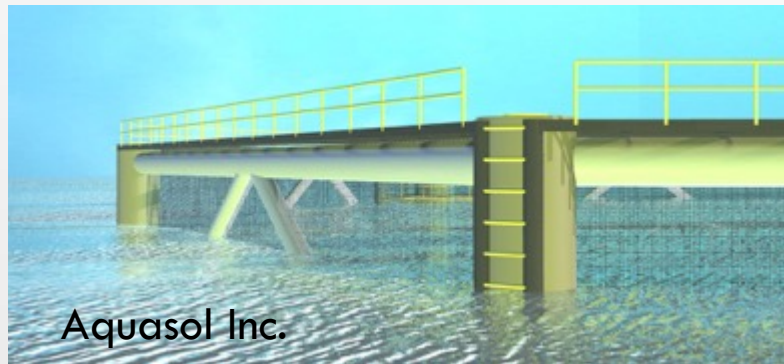
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Είδη κλωβών

Λοιποί κατασκευαστές



Sadco Shelf

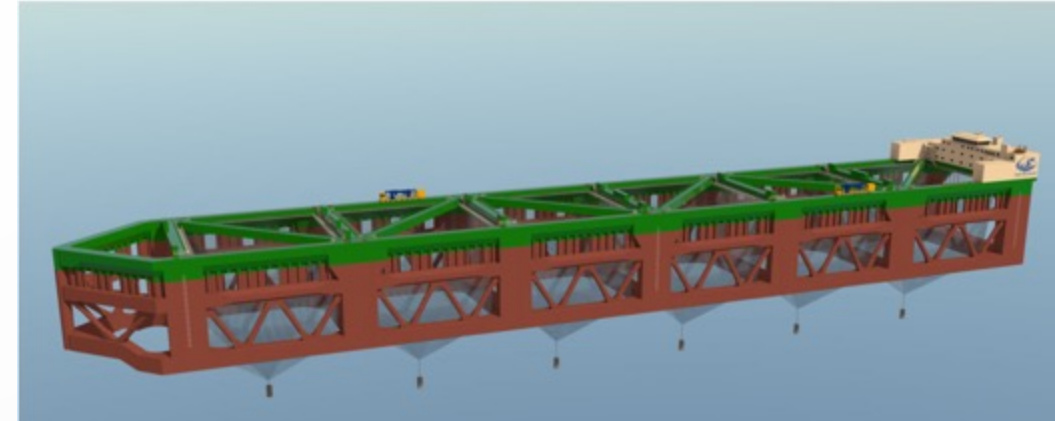


Aquasol Inc.



Salmar

Υπεράκτια υδατοκαλλιέργεια



Nordlaks/NSK Ship Design

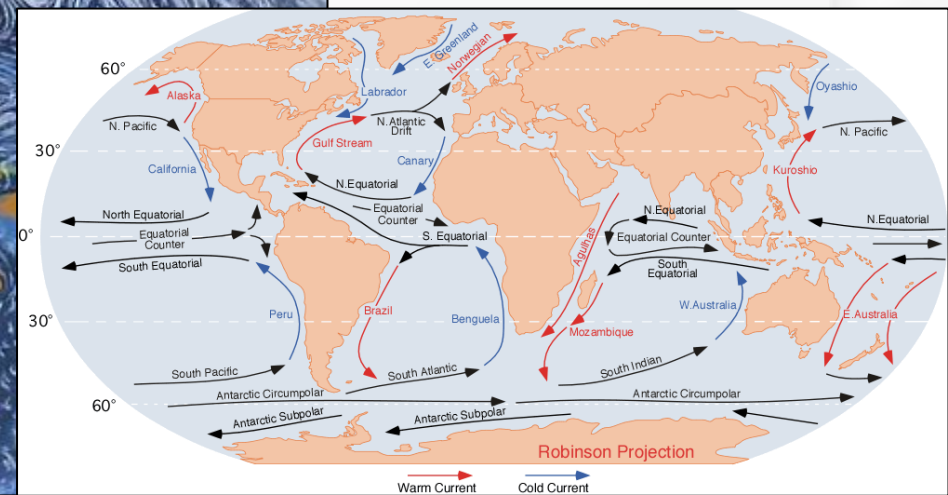
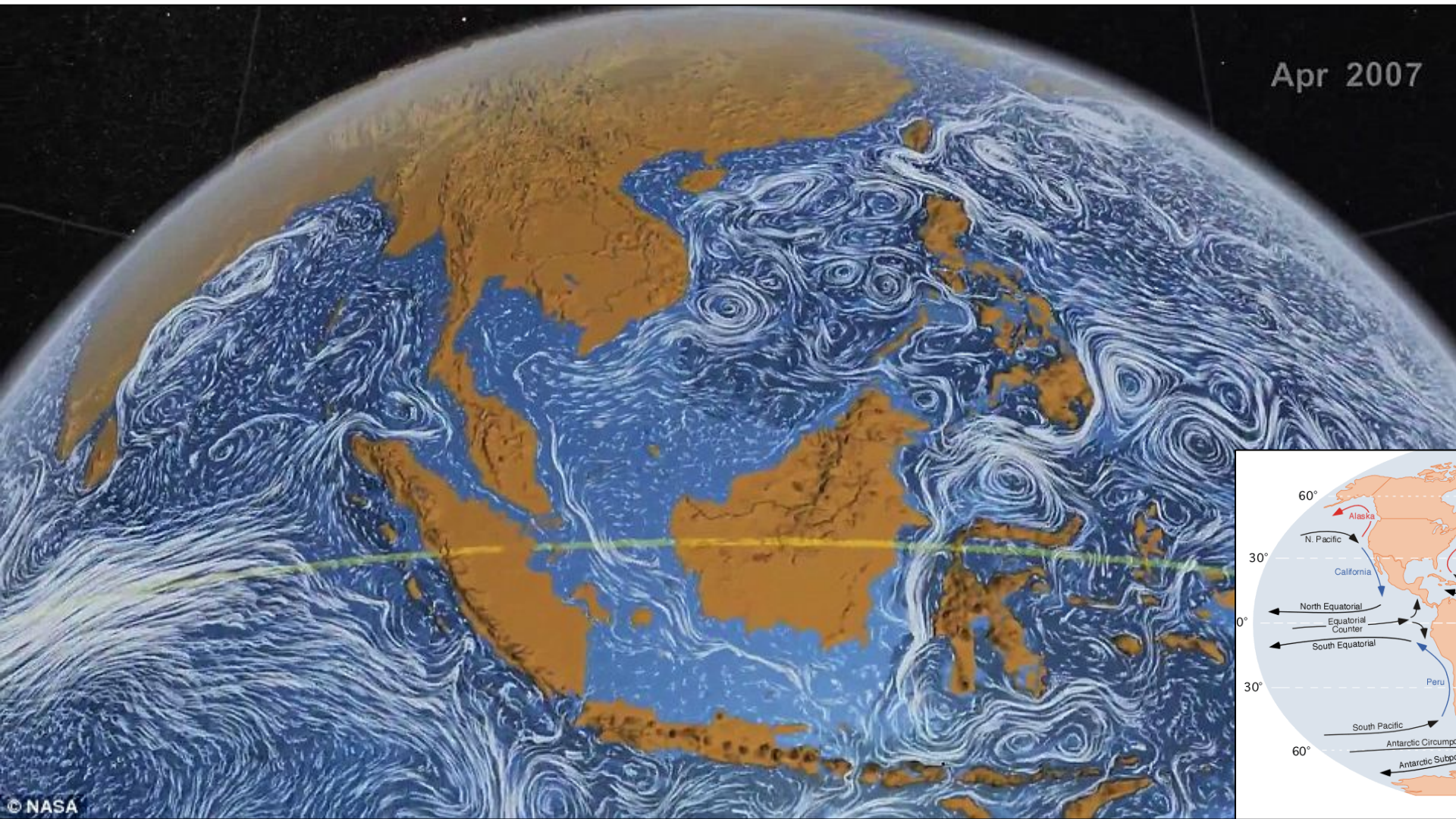


Προδιαγραφές που πρέπει να πληρούν οι εγκαταστάσεις:

- 1) Αντοχή σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες (κυματισμός, ρευμάτωση, άνεμος)
- 2) Δυνατότητα βύθισης, για αποφυγή κυματισμού
- 3) Ύπαρξη αποθηκευτικών χώρων και φιλοξενίας προσωπικού
- 4) Υψηλή εκμετάλλευση τεχνολογιών (αυτοματισμοί, GPS, ICT)



Υπεράκτια υδατοκαλλιέργεια





Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ολοκληρωμένα πολυτροφικά συστήματα υδατοκαλλιεργειών
Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA)





Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ολοκληρωμένα πολυτροφικά συστήματα εκτροφής ιχθύων (IMTA)

Παλαιότερα μιλούσαμε για πολυκαλλιέργεια

Είναι νέα προσέγγιση στη θαλάσσια εντατική εκτροφή

Οι κλωβοί μετακινούνται ή εγκαθίστανται σε υπεράκτιες περιοχές, όπου δεν είναι προστατευμένοι από τις καιρικές συνθήκες και τα νερά είναι βαθύτερα

Δεν έχει αναπτυχθεί ακόμα, παρά τις δυνατότητες που υπάρχουν

Αδυναμία κρατικής θεσμοθέτησης πέρα από των χωρικών υδάτων και της ΑΟΖ.



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ολοκληρωμένα πολυτροφικά συστήματα εκτροφής ιχθύων (ΙΜΤΑ)

«**Ολοκληρωμένα**» αναφέρεται στην εντατική και συνεργιστική καλλιέργεια 2 διαφορετικών οργανισμών.

«**Πολυτροφικά**» αναφέρεται στο γεγονός ότι οι 2 συγκαλλιεργούμενοι οργανισμοί κατέχουν διαφορετική θέση στα τροφικά επίπεδα.





Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ολοκληρωμένα πολυτροφικά συστήματα εκτροφής ιχθύων (ΙΜΤΑ)

Ενοποιημένα συστήματα Γεωργίας – Υδατοκαλλιέργειας

Ενοποιημένα συστήματα Κτηνοτροφίας – Υδατοκαλλιέργειας

Εντοποιημένα συστήματα Υδροπονίας (Aquaponics)

Ενοποιημένα συστήματα Αλιείας – Υδατοκαλλιέργειας

Σολομός-Θαλάσσια Μακρόφυτα.

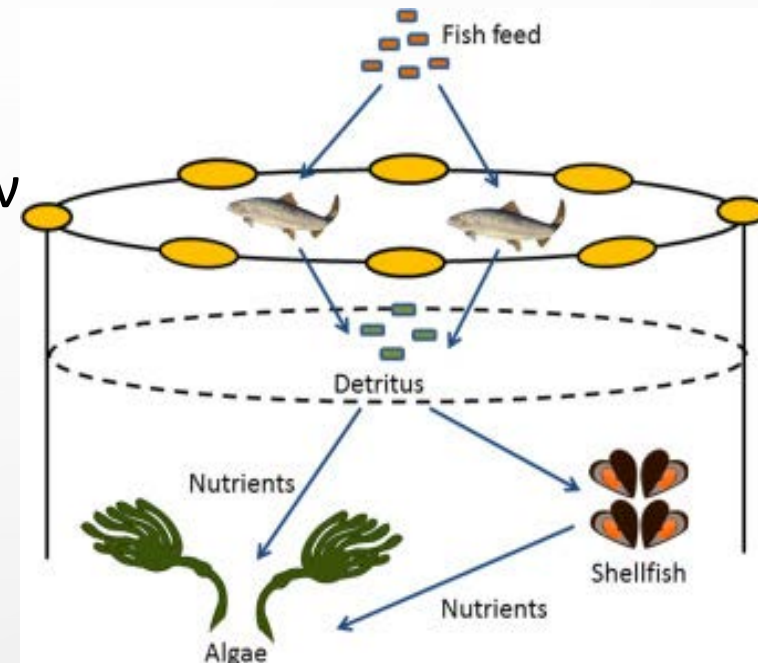




Ολοκληρωμένα πολυτροφικά συστήματα εκτροφής ιχθύων (IMTA)

Μια πρακτική όπου υποπροϊόντα (περιττώματα) ενός είδους ανακυκλώνονται ως τροφή ή ως λίπασμα για ένα άλλο είδος.

Τα δύο συμπαραγόμενα είδη μπορεί να έχουν διαφορετική φυσιολογία, διατροφή, ενδιαίτημα, κτλ.





Ολοκληρωμένα πολυτροφικά συστήματα εκτροφής ιχθύων (ΙΜΤΑ)

Υποψήφια είδη??:

- να προσαρμόζονται εύκολα στις τοπικές συνθήκες
- να είναι αντιπροσωπευτικά διαφορετικών τροφικών επιπέδων
- να έχουν συμπληρωματικό χαρακτήρα όσον αφορά στη θέση τους στο οικοσύστημα
- να έχουν αρκετά υψηλή οικονομική αξία.



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ολοκληρωμένα πολυτροφικά συστήματα εκτροφής ιχθύων (IMTA)



Πλεονεκτήματα:

- Καλύτερη εκμετάλλευση χώρου
- Οικονομική ασφάλεια στον παραγωγό:
 - Παραγωγή περισσότερων προϊόντων
 - Μείωση κινδύνου επένδυσης
 - Οικονομία στην αγορά εξωγενών τροφών
- Ενίσχυση της υγείας του οικοσυστήματος:
 - Ανακύκλωση θρεπτικών συστατικών
 - Μείωση του ευτροφισμού.



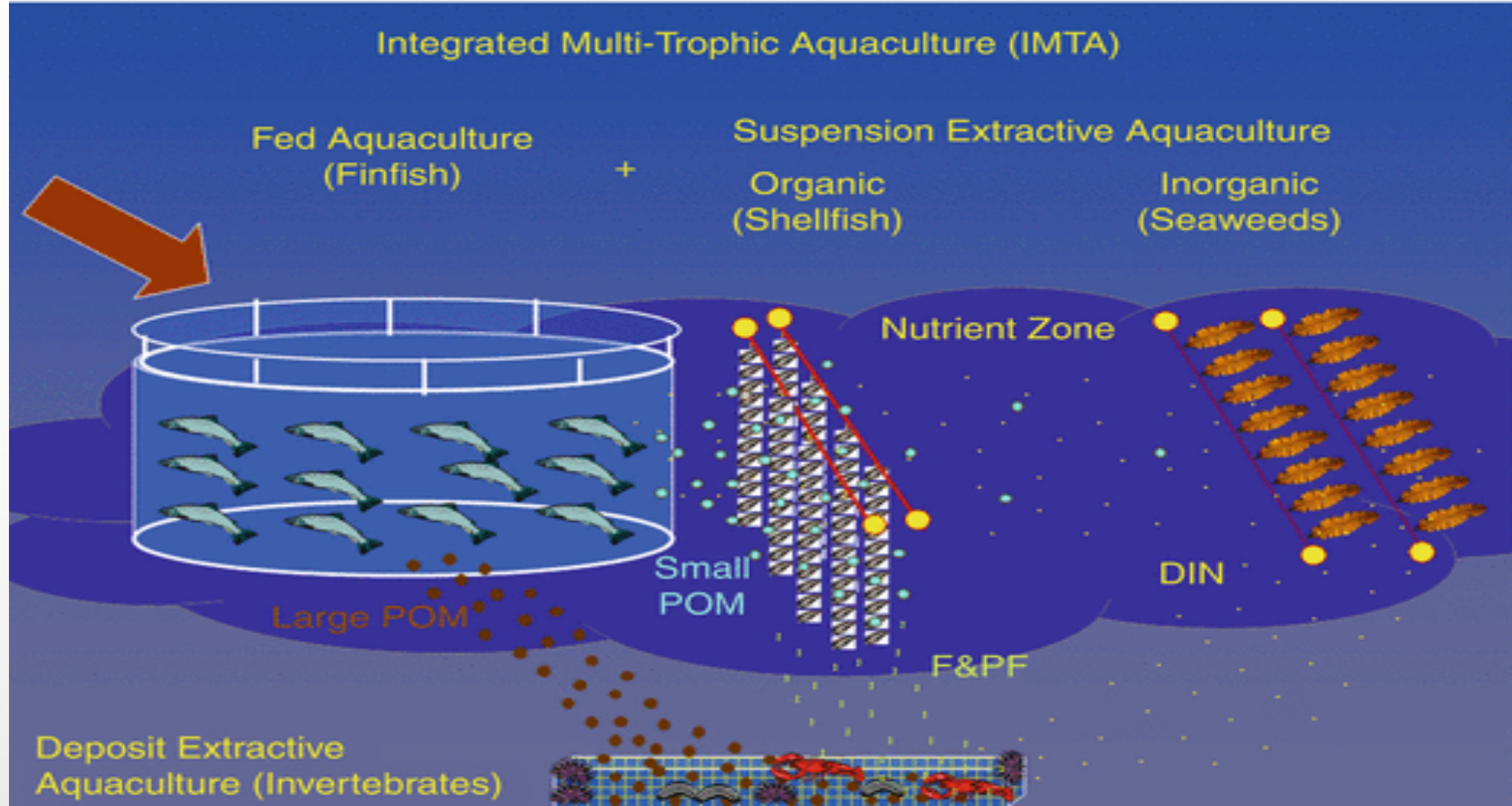
Ολοκληρωμένα πολυτροφικά συστήματα εκτροφής ιχθύων (ΙΜΤΑ)

- Στα ΙΜΤΑ, πραγματοποιείται η πρόσληψη των διαλυμένων θρεπτικών συστατικών από τους πρωτογενείς παραγωγούς (π.χ. μακροφύκη), των αιωρούμενων σωματιδίων από τους ηθμοφάγους οργανισμούς (π.χ. μύδια).
- Τα δίθυρα μαλάκια φιλτράρουν τα φύκια και τα οργανικά σωματίδια από το νερό καθώς τρέφονται.
- Για παράδειγμα, τα μύδια που τρέφονται φιλτράροντας το νερό, δρουν ως **φυσικά φίλτρα** απομάκρυνσης του φυτοπλαγκτού.
- Έτσι τα μαλάκια μπορούν να έχουν θετική επίδραση στην ποιότητα των υδάτων των παράκτιων περιοχών και είναι κατάλληλα για συμπαραγωγή με άλλους οργανισμούς.
- Κάποιες χώρες έχουν ήδη δρομολογήσει ολοκληρωμένα πιλοτικά σχέδια υδατοκαλλιέργειας.



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ολοκληρωμένα πολυτροφικά συστήματα εκτροφής ιχθύων (IMTA)



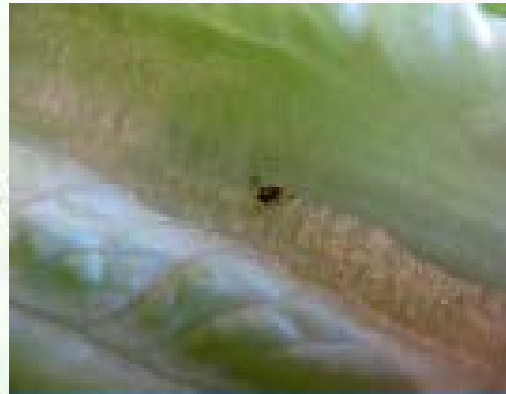
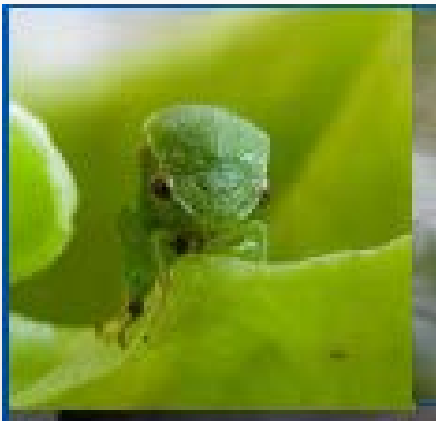


Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ενοποιημένο σύστημα σε υδροπονία

Παράδειγμα:

- Κόκκινη καραβίδα ΚΑΙ μαρούλι
- Μεξικό, ACUAPONIA BOFISH, 2007
- Η καραβίδα δεν τρεφόταν με τις ρίζες, αλλά με τα σκαθάρια και τα έντομα που επικάθονταν σε αυτές.





Παράδειγμα- Ολοκληρωμένα πολυτροφικά συστήματα εκτροφής ιχθύων (IMTA)

- Στην Ισπανία, η Εθνική Συμβουλευτική Επιτροπή για την Υδατοκαλλιέργεια (JACUMAR στα Ισπανικά) ξεκίνησε ένα έργο “Integrated Aquaculture: Pilot experience for multi-trophic aquaculture development”.
- Το έργο αφορά στην πιλοτική ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων καλλιέργειας σε χερσαίες και υπεράκτιες περιοχές προκειμένου να διερευνηθεί αν αυτά βελτιώνουν την ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων, προσφέροντάς οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.
- Με επιτυχία καλλιεργήθηκαν αχιβάδες κατάντη ενός ιχθυοτροφείου (JACUMAR2011).



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Παράδειγμα- Ολοκληρωμένα πολυτροφικά συστήματα εκτροφής ιχθύων (IMTA)

- **New Brunswick, CA**
- **Σολομός, (*Atlantic salmon*) Μύδια - *Saccharina Latissima* (Λαμινάρια)**





Ανάγκες

- Βελτιστοποίηση των μεθοδολογιών παραγωγής
- Καλή κατανόηση των πολύπλοκων σχέσεων μεταξύ εισροής τροφής και αξιοποίησής της
- Οικονομικά κίνητρα – Προστιθέμενη αξία προϊόντων
- Οργάνωση και συντονισμός εμπλεκόμενων φορέων
 - Έρευνα
 - Παραγωγή (υδατοκαλλιέργειες)
 - Αλιεία
 - Περιβαλλοντικές μη-κυβερνητικές οργανώσεις
 - Κοινό και διάχυση γνώσεων.





Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Αυτοματισμοί και ICT στις υδατοκαλλιέργειες



Αυτοματισμοί και ICT στις υδατοκαλλιέργειες

- **Βελτιστοποίηση & εκσυγχρονισμός των χρησιμοποιούμενων μεθοδολογιών εκτροφής**
 - Η αυτοματοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας είναι ερευνητική προτεραιότητα διότι εξασφαλίζει:
 - καλύτερη διαχείριση των ιχθυοπληθυσμών,
 - μείωση του κόστους παραγωγής και
 - ελαχιστοποίηση των απωλειών ψαριών, λόγω ανθρώπινου λάθους.
- Η αυτοματοποίηση στοχεύει στην ανάπτυξη **«έξυπνων» συστημάτων** που αναλαμβάνουν την διαχείριση των ιχθυοπληθυσμών προσομοιώνοντας τις ανθρώπινες ενέργειες.



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Αυτοματισμοί και ICT στις υδατοκαλλιέργειες

Τηλεμετρία

Real-time μετρήσεις αβιοτικών παραμέτρων

Εφαρμογές cloud

Απομακρυσμένες ρυθμίσεις

Διαφορετικά πρωτόκολλα συνδεσιμότητας





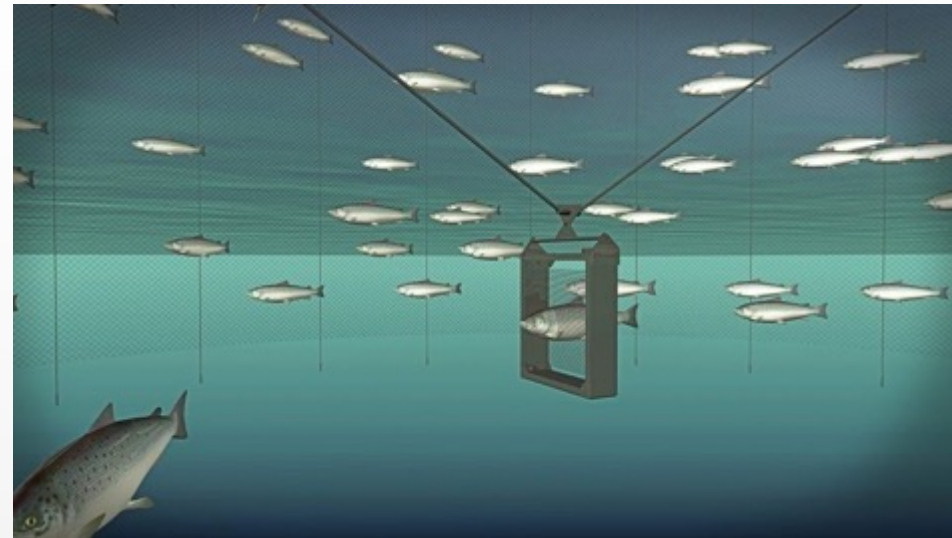
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Αυτοματισμοί και ICT στις υδατοκαλλιέργειες

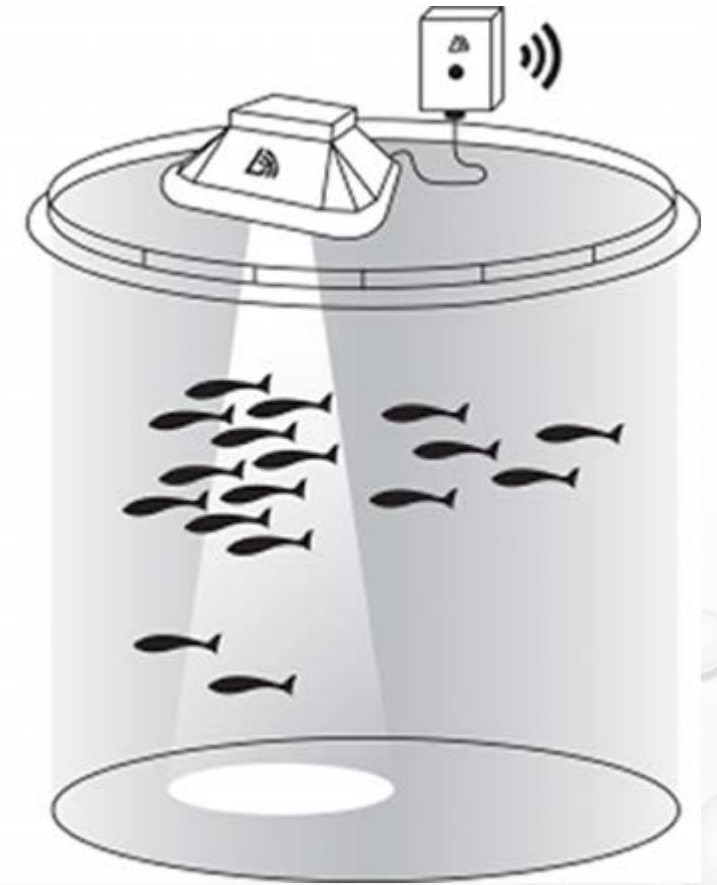
Έλεγχος βιομάζας



Πηγή: AquaScan AS



Πηγή: VAKI AQUACULTURE SYSTEMS LTD.



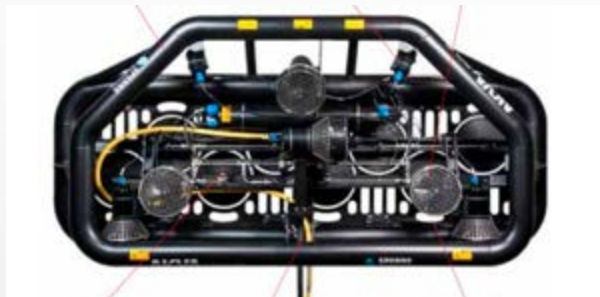
Πηγή: BioSonics, Inc.



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Αυτοματισμοί και ICT στις υδατοκαλλιέργειες

Καθαρισμοί δικτυών



Πηγή: Akva Group



Πηγή: Mørenot



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Αυτοματισμοί και ICT στις υδατοκαλλιέργειες

Εμβολιασμός



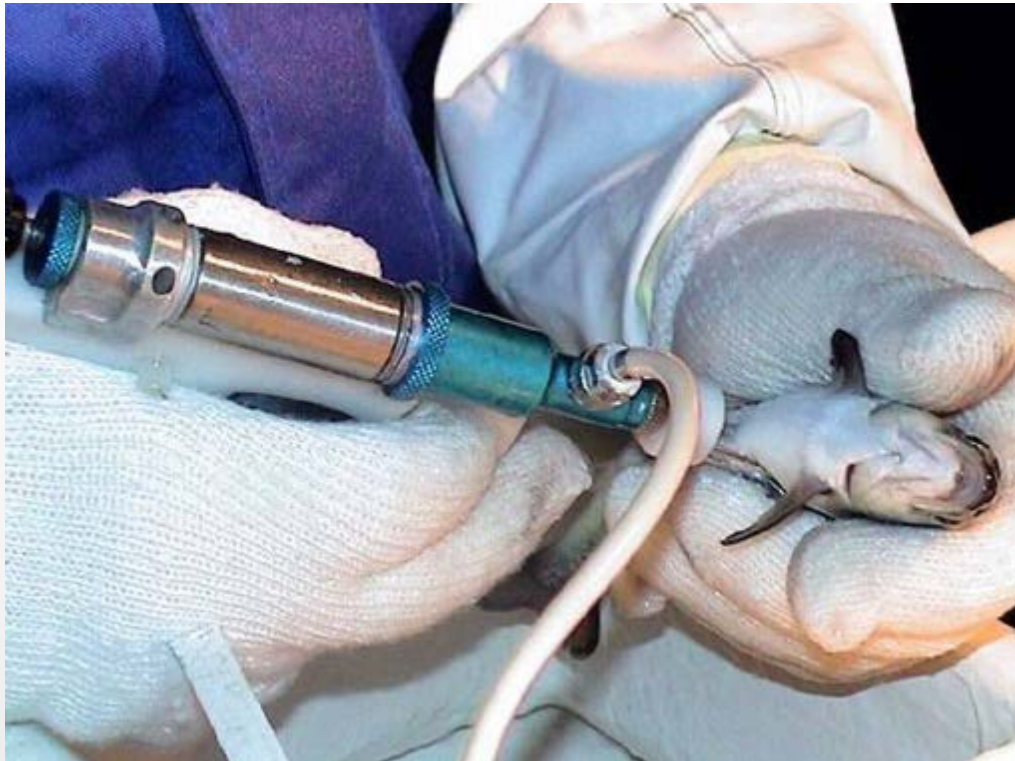
Πηγή: Lumic AS



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Αυτοματισμοί και ICT στις υδατοκαλλιέργειες

Εμβολιασμός



Πηγή: Lumic AS



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Προγράμματα γενετικής βελτίωσης στις υδατοκαλλιέργειες



Προγράμματα γενετικής βελτίωσης

- Η γενετική σύσταση των ζωικών πληθυσμών που εκτρέφονται δεν έχει τύχει της ίδιας προσοχής όπως η ποιότητα και η ποσότητα της τροφής που παρέχεται, η καταπολέμηση των ασθενειών τους και η ποιότητα του νερού.
- Η γενετική δομή των ζωικών οργανισμών στις υδατοκαλλιέργειες είναι πολύ σημαντική, γιατί είναι αυτή που καθορίζει πρωταρχικά τις παραγωγικές δυνατότητές τους.
- Εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι γενετικής, με σκοπό να βελτιώσουν ποικίλες βιολογικές παραμέτρους και να επηρεάσουν θετικά το τελικό αποτέλεσμα, είτε αυτό προσμετράται σε ποιοτικά προϊόντα, είτε σε οικονομική απόδοση.

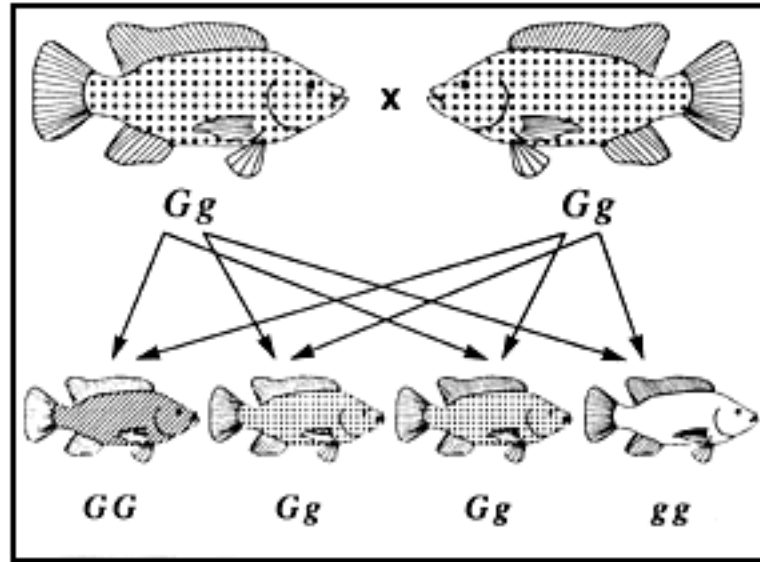
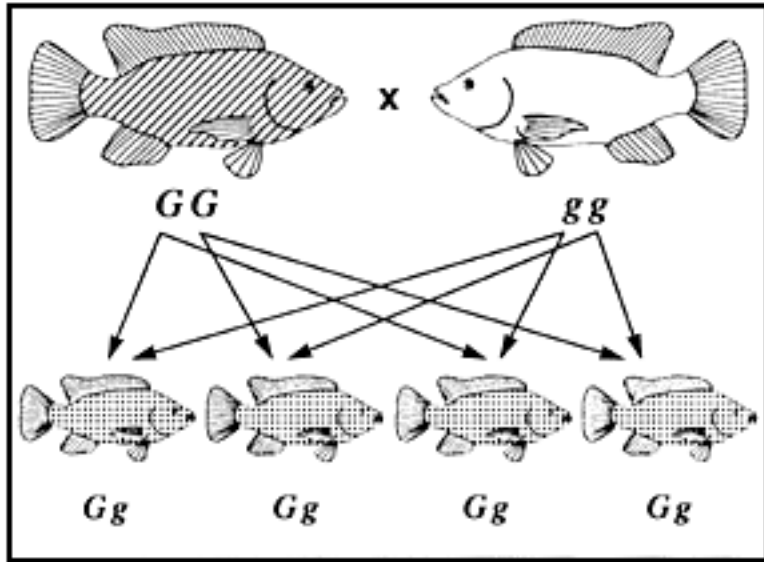


Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

- Αποκρυπτογράφηση του γονιδιώματος εκτρεφόμενων οργανισμών.
- Μοριακή γενετική και εφαρμογές στην ταυτοποίηση και διαχείριση του γενετικού υλικού
- Γενετική ποιοτικών χαρακτήρων
- Γενετική των ποσοτικών χαρακτήρων
- Καθορισμός του φύλου. Μέθοδοι ελέγχου της αναλογίας φύλου και εφαρμογές. Εφαρμογές του χειρισμού των χρωμοσωμάτων
- Χειρισμός των γονιδίων και παραγωγή γενετικά τροποποιημένων οργανισμών
- Εφαρμογές της γενετικής μηχανικής στις υδατοκαλλιέργειες



Παραδοσιακά προγράμματα επιλογής



$$V_P = V_G + V_E + V_{G-E}$$

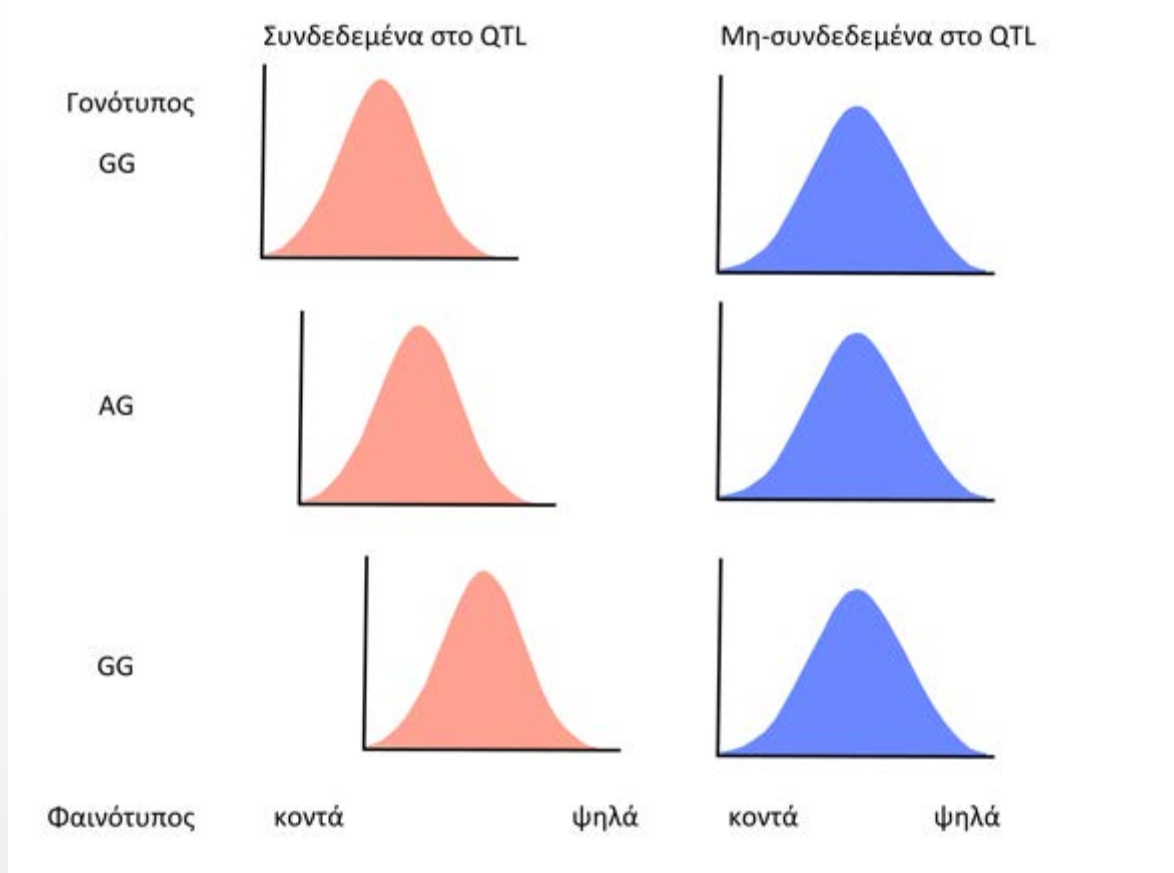
Όπου V_P είναι η παραλλακτικότητα του φαινότυπου, V_G του γενότυπου, V_E του περιβάλλοντος και V_{G-E} της αλληλεπίδρασης

$$V_G = V_A + V_D + V_I$$

Όπου V_A είναι η αθροιστική γενετική παραλλακτικότητα, V_D η κυρίαρχη και V_I της επίστασης



Τόποι που καθορίζουν ποσοτικά χαρακτηριστικά (Quantitative Trait Loci – QTL)





Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Γενωμική επιλογή

Στάδια:

- α) γονοτύπηση ενός ικανού αριθμού ζώων με μια συστοιχία πολυάριθμων (χιλιάδες) πολυμορφικών τόπων (SNPs)
- β) καταμέτρηση των ιδιοτήτων που μας ενδιαφέρουν στον πληθυσμό αναφοράς,
- γ) ανάλυση συσχέτισης μεταξύ γονοτύπων-φαινοτυπικών τιμών
- δ) πρόβλεψη των αποδόσεων με βάση μόνο τα γενωμικά δεδομένα.



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Γενωμική επιλογή

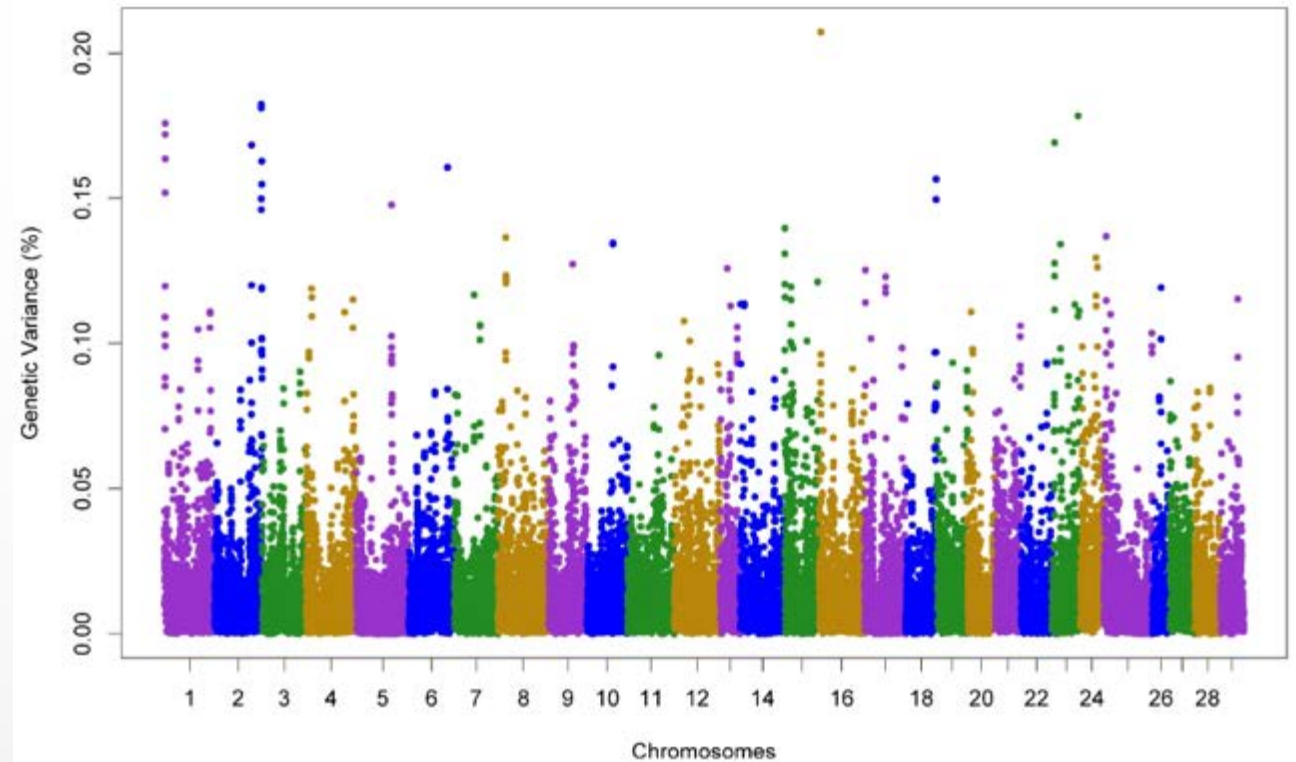
Παράδειγμα

Ιριδίζουσα πέστροφα *Oncorhynchus mykiss*

(Reis et al., 2018)

Βρέθηκαν σημαντικές περιοχές που σχετίζονται με την αύξηση στα χρωμοσώματα 1, 2, 16 και 23.

Manhattan Plot SNP Variance explained by 5 adjacents SNP window





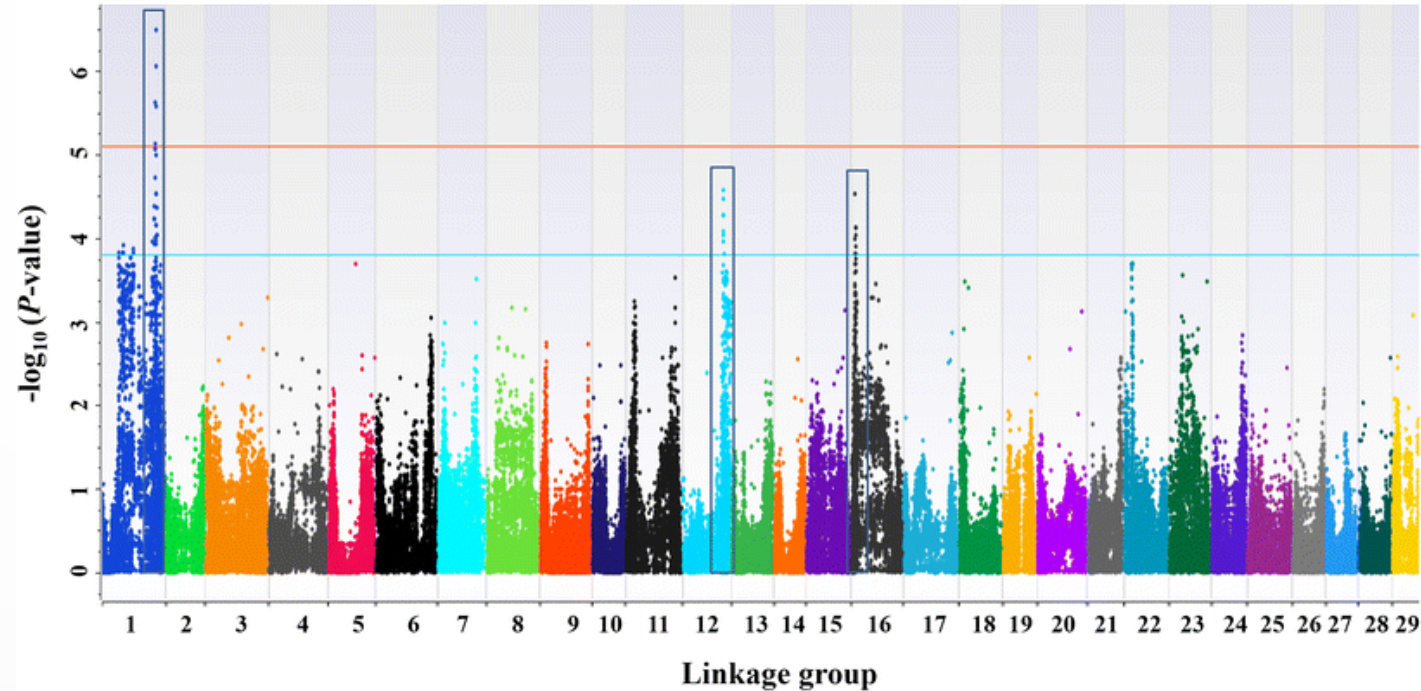
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Γενωμική επιλογή

Παράδειγμα

Γατόψαρο *Ictalurus punctatus*

(Zhou et al., 2017)



Σημαντικές περιοχές που σχετίζονται με την

ανθεκτικότητα στην εντερική σηψαιμία στα

γατόψαρα στην περιοχή LG 1

Linkage group	SNP ID	Position (bp)	$-\log_{10}$ (P value)	Nearby gene
1	AX-85418798	32,547,486	6.483	agtr1b
1	AX-85354203	32,377,900	6.052	slc35g2
1	AX-85381538	32,103,802	5.612	zbed11
1	AX-85308810	32,389,643	5.569	slc35g2
1	AX-85190584	32,200,342	5.126	adarb2



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Γενωμική επιλογή

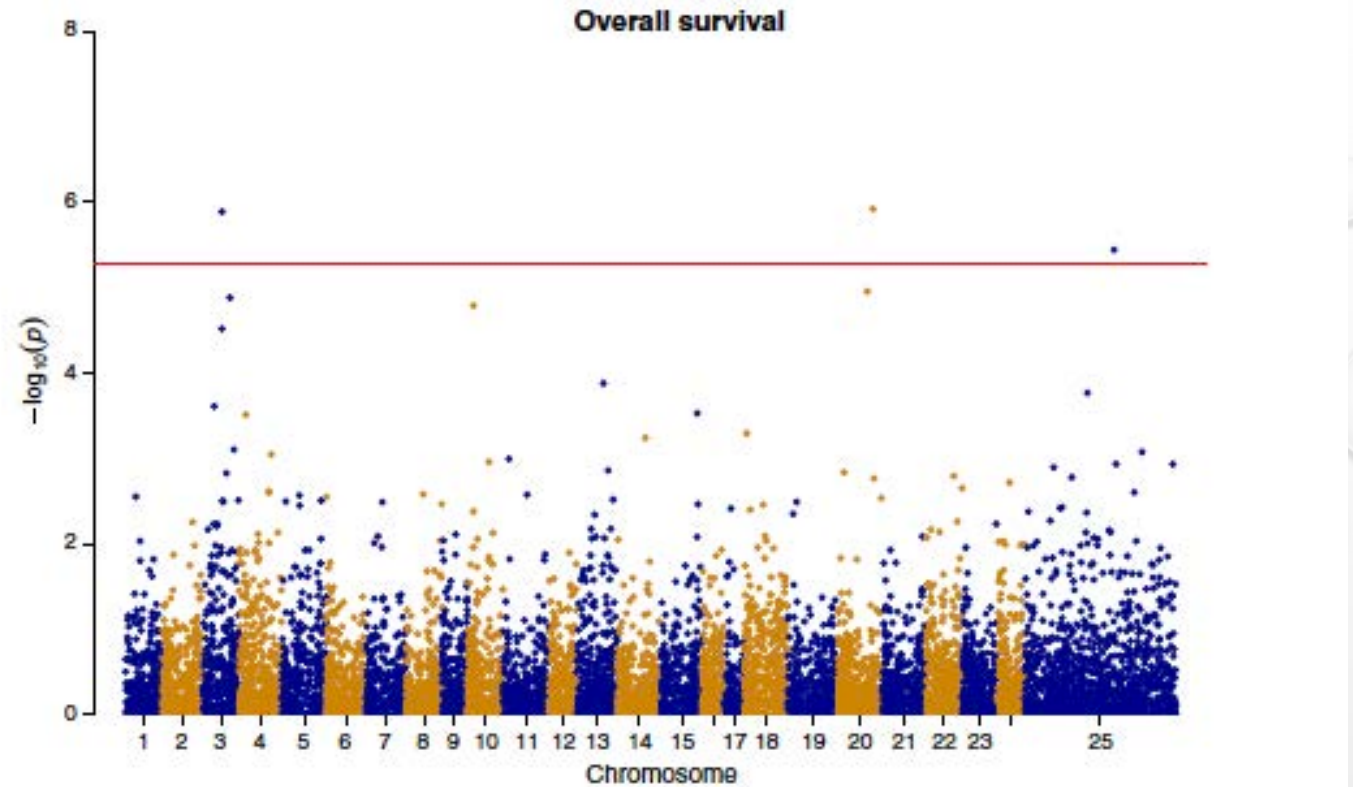
Παράδειγμα

Λαβράκι *Dicentrarchus labrax*

(Palaiokostas et al. 2018)

Σημαντικές περιοχές που σχετίζονται με την
ανθεκτικότητα στην ιογενή εγκεφαλοπάθεια και
αμφιβληστροειδοπάθεια στο λαβράκι

Τρεις markers σε τρία χρωμοσώματα

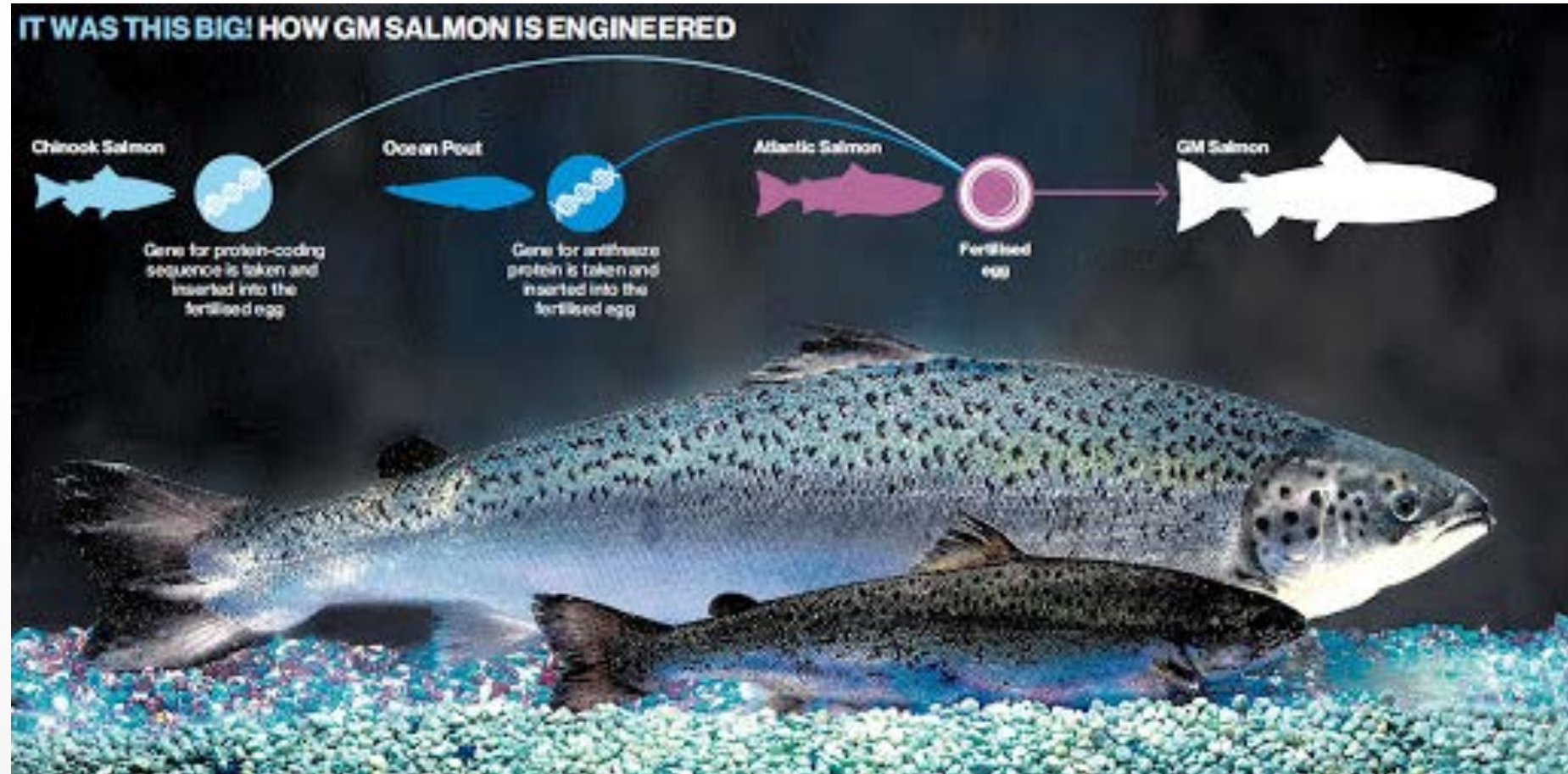




Διαγενετικά ψάρια

Παράδειγμα

Σολομός *Aquadvantage*®



Γενετικά τροποποιημένος σολομός ο οποίος παράγεται στις ΗΠΑ και πωλείται στον Καναδά