

# **ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΕΚΤΡΕΦΟΜΕΝΩΝ ΙΧΘΥΩΝ**

**Καθηγήτρια Μ. Κεντούρη**

**Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας**

# ΓΕΝΙΚΑ

**Διατροφή**: Σειρά διαδικασιών με τις οποίες κάθε οργανισμός προσλαμβάνει και αφομοιώνει τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για να ζήσει, να αναπτυχθεί και να αναπαραχθεί.

Η διατροφή επηρεάζει την ανάπτυξη, την υγεία και την ποιότητα των ψαριών και αποτελεί το 35-50% (ανάλογα με το είδος και το στάδιο του ψαριού) του κόστους παραγωγής.

Η διατροφή των ψαριών των ψυχρών υδάτων (κυρίως γλυκών) ερευνάται από την δεκαετία του '40 και αυτών των θερμών (κυρίως θαλασσινών) από την δεκαετία του '50. Όμως, οι γνώσεις άρχισαν να διευρύνονται από την δεκαετία του '70 όταν η μελέτη της διατροφής άρχισε να προσεγγίζεται **διεπιστημονικά**

# ΟΡΙΣΜΟΙ \*\*

1. ΔΙΑΤΡΟΦΗ : πρόσληψη από το περιβάλλον χημικών ενώσεων και στοιχείων με τη μορφή τροφής



2. ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ

Μετατροπή σε ουσίες κατάλληλες για τη θρέψη των κυττάρων και παραγωγή της απαραίτητης ενέργειας

3. ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ



Αποβολή άχρηστων ή τοξικών προϊόντων του μεταβολισμού στο περιβάλλον

\*\* Έτσι όπως έρχονται στο μυαλό μας. Χωρίς φυσιο...λογική σειρά

## 4. ΚΟΡΕΣΜΟΣ

- ✓ **μηχανικός** : πλήρωση στομάχου (διάταση τοιχώματος)
- ✓ **φυσιολογικός** : πλήρης κάλυψη (συγκεκριμένων) αναγκών σε θρεπτικά συστατικά και ενέργεια

Ιδανική περίπτωση => η ταύτιση

## 5. ΠΕΙΝΑ

**Φυσιολογική Ανάγκη που αποβλέπει στην ικανοποίηση τόσο του μηχανικού όσο και του φυσιολογικού κορεσμού**



**Πρωτογενής πείνα**



**Δευτερογενής πείνα**

**6. ΙΣΟΡΡΟΠΗΜΕΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ:** η τροφή που προσλαμβάνεται καλύπτει πλήρως τις θρεπτικές & ενεργειακές ανάγκες

**Εάν η διατροφή δεν είναι ισορροπημένη, καταναλώνεται μεγαλύτερη ποσότητα από την απαιτούμενη για την επίτευξη του ίδιου αποτελέσματος (αντιστάθμιση)**



## ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

- ✓ Αύξηση του FCR (συντελεστής εκμετάλλευσης τροφής)
- ✓ Συσσώρευση λίπους ➡ εκφυλισμός οργάνων ➡ αλλοίωση φυσιολογικών λειτουργιών
- ✓ Μείωση της άμυνας του οργανισμού ➡ ευαισθησία σε stress & ασθένειες

**7. ΠΕΨΗ** : διάσπαση της τροφής σε αφομοιώσιμα θρεπτικά συστατικά στο πεπτικό σύστημα

**8. ΠΕΠΤΙΚΟΤΗΤΑ** : βαθμός απορρόφησης των θρεπτικών συστατικών από το έντερο

**Συντελεστής πεπτικότητας:** % απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών τροφής

**Επηρεάζεται, όσον αφορά την τροφή, από :**

- ✓ την σύστασή της
- ✓ Την ποσότητα & συχνότητα χορήγησής της
- ✓ τον τρόπο παρασκευής της

9. ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΡΟΦΗΣ: ενεργειακό περιεχόμενο της τροφής ή μεταβολίσιμη από τον οργανισμό ενέργεια



ΨΑΡΙΑ : ποικιλόθερμοι οργανισμοί  $\Rightarrow$  αποτελεσματικότερη εκμετάλλευση τροφής από τους ομοιόθερμους οργανισμούς

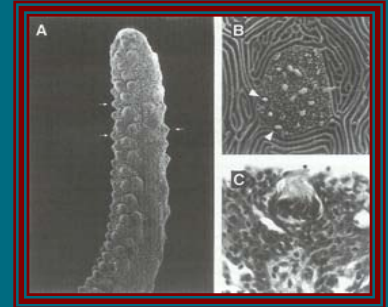
# ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ

Τα ψάρια αντιλαμβάνονται την παρουσία τροφής στο άμεσο περιβάλλον τους, εκτός από την όραση, με

- Την γεύση,
- Την όσφρηση, καθώς και με
- Μεμονωμένους χημειοϋποδοχείς

Η γεύση είναι σημαντική για την πρόσληψη και την κατάποση της τροφής καθώς και για την απόρριψη τυχόν επιβλαβών ουσιών

Επιβοηθάται από την παρουσία τροποποιημένων επιθηλιακών κυττάρων (γευστικοί κάλυκες) - στην στοματοφαρυγγική κοιλότητα, την επιφάνεια της κεφαλής και του σώματος - που μεταβιβάζουν το ερέθισμα στο ΚΝΣ μέσω της κατάλληλης νεύρωσης (προσωπικό, γλωσσοφαρυγγικό κ.α. νεύρο)

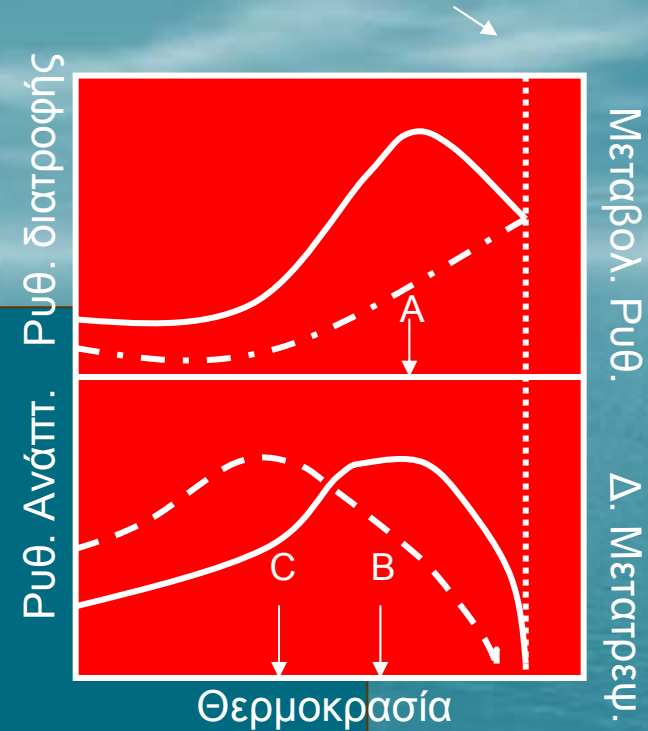




# ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΤΗΣ ΤΡΟΦΗΣ

Η πρόσληψη τροφής εξαρτάται από:

- Βιοτικούς παράγοντες**
  - ιχθυοπυκνότητα
  - κοινωνική δομή
- Χημικούς παράγοντες**
  - συγκέντρωση οξυγόνου
  - αλατότητα
  - pH
  - οργανικούς και ανόργανους ρυπαντές
- Φυσικούς παράγοντες**
  - Φώς (φωτοπερίοδο, ένταση και φάσμα φωτός, θολερότητα)
  - Θερμοκρασία
  - Κύματα / ρεύματα
  - Θυελώδεις ανέμους και καταιγίδες



# ΡΥΘΜΟΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

Οι ρυθμοί διατροφής επηρεάζονται από:

- ✓ **Αβιοτικούς παράγοντες** – Φώς, Θερμοκρασία, pH, κλπ.
- ✓ **Βιοτικούς παράγοντες** – αφθονία τροφής, αλληλοεπίδραση με τα άλλα άτομα του πληθυσμού
- ✓ **Ενδογενείς επιδράσεις** – βιολογικό ρολόι

Η ρυθμικότητα καθορίζεται από:

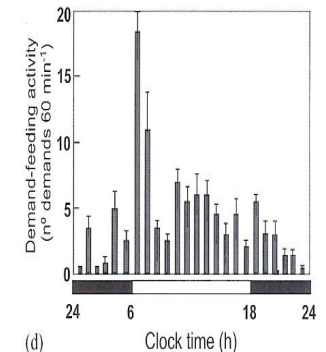
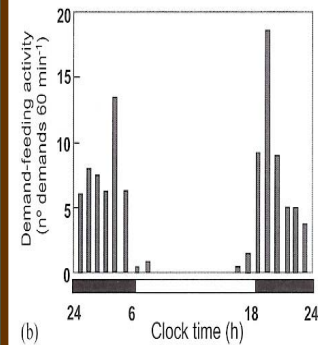
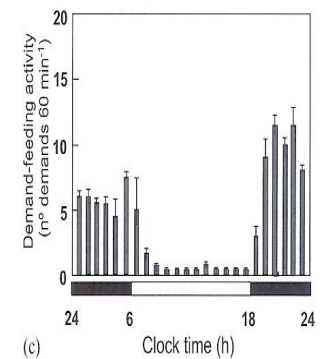
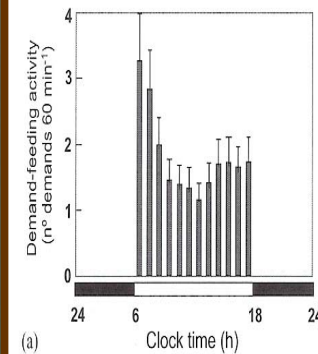
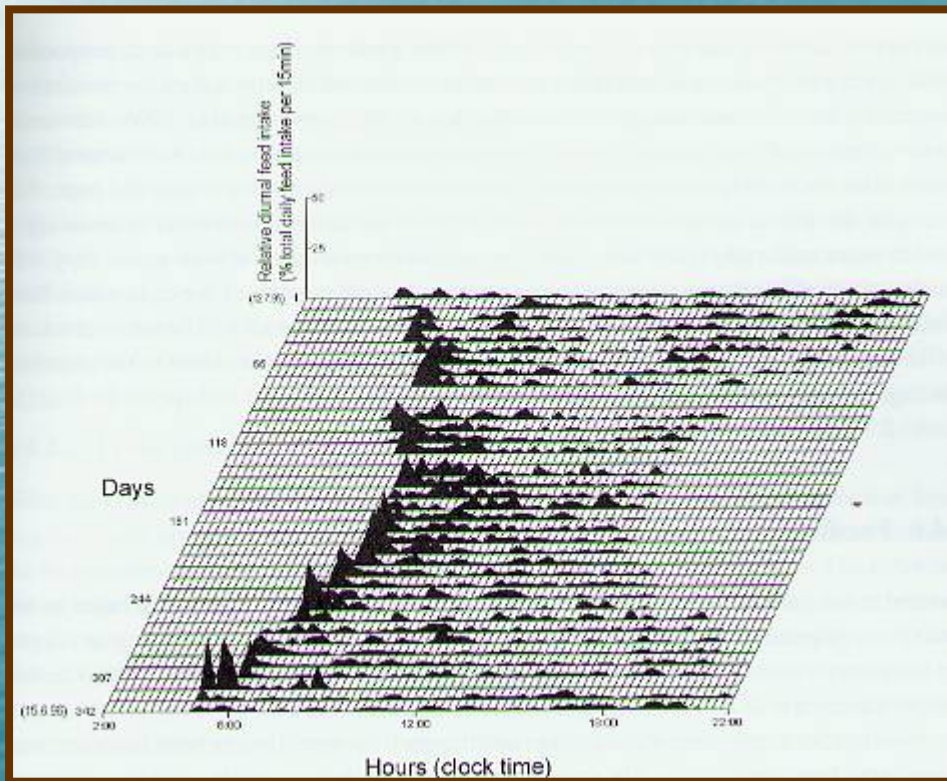
- ✓ Το περιβάλλον
- ✓ Την εποχή  φωτοπερίοδο / θερμοπερίοδο

## Τύποι ρυθμών

- ✓ **Ultradian** – συχνότητα μεγαλύτερη από 1 κύκλο στις 24 ώρες
- ✓ **Circadian (κιρκαδικός)**– ημερήσια συχνότητα
- ✓ **Infradian** – συχνότητα μικρότερη από ένα κύκλο στις 24 ώρες

# ΡΥΘΜΟΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

Οι γνωστότεροι διατροφικοί ρυθμοί είναι οι ημερήσιοι (η δραστηριότητα εντοπίζεται σε συγκεκριμένες ώρες κατά την διάρκεια του 24ώρου)



# ΡΥΘΜΟΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

**Μπορεί να υπάρξει «εκπαίδευση» των ψαριών για συντονισμένη πρόσληψη τροφής σε συγκεκριμένο χρόνο;**

**Η εκπαίδευση για συγχρονισμένη λήψη τροφής είναι εφικτή και διευκολύνεται όταν χορηγείται ένα γεύμα την ημέρα σε συγκεκριμένη ώρα**

**Άλλοι παράγοντες που διευκολύνουν είναι :**

- **Ο σταθερός τόπος (σημείο) χορήγησης**
- **Ορμόνες, όπως η μελατονίνη**
- **Οπτικά ερεθίσματα**
- **Ηχητικά ερεθίσματα**



**Όλα τα προηγούμενα μπορούν να έχουν- και έχουν- εφαρμογές στις ιχθυοκαλλιέργειες δεδομένου ότι οι τεχνολογίες (ή μέθοδοι) διατροφής στηρίζονται και εμπνέονται από αυτά τα δεδομένα**

**Ετσι, υπάρχει ποικιλία μεθόδων χορήγησης τροφής. Η επιλογή αυτής που θα εφαρμοστεί σε κάθε περίπτωση εξαρτάται από:**

- **Το λειτουργικό κόστος**
- **Τα είδη που εκτρέφονται**
- **Το μέγεθος της μονάδας**
- **Τον τύπο των εγκαταστάσεων (δεξαμενή, ιχθυοκλωβός, κλπ.)**

# ΡΥΘΜΟΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ -ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΙΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

**Παράμετροι που συνυπολογίζονται κατά την επιλογή του συστήματος διατροφής είναι:**



**Η Αναγκαιότητα «διασποράς» ή «διανομής» της τροφής σε συγκεκριμένα σημεία του συστήματος εκτροφής**

**Η Ποσότητα της τροφής που πρέπει να χορηγηθεί σε ένα σύστημα παραγωγής (δεξαμενή /κλωβός) και ο ελάχιστος αριθμός συσκευών χορήγησής της για την καλλίτερη αξιοποίησή της**

**Η Ικανότητα αποθήκευσης των μονάδων εκτροφής**

**Η Αποτελεσματικότητα των επιλεχθέντων συστημάτων.**



## Μέθοδοι / Συστήματα

## Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα

Ταΐσµα µε το χέρι (για δεξαµενές)

Χορήγηση προκαθορισµένων ποσοτήτων τροφής µε αυτόµατες (ηλεκτρονικές) ταΐστρες (για δεξαµενές / κλωβούς)

Συστήµατα αυτοδιατροφής (self feeders µηχανικά ή ηλεκτρονικά, για δεξαµενές / κλωβούς)

Συνδυασµός µεθόδων



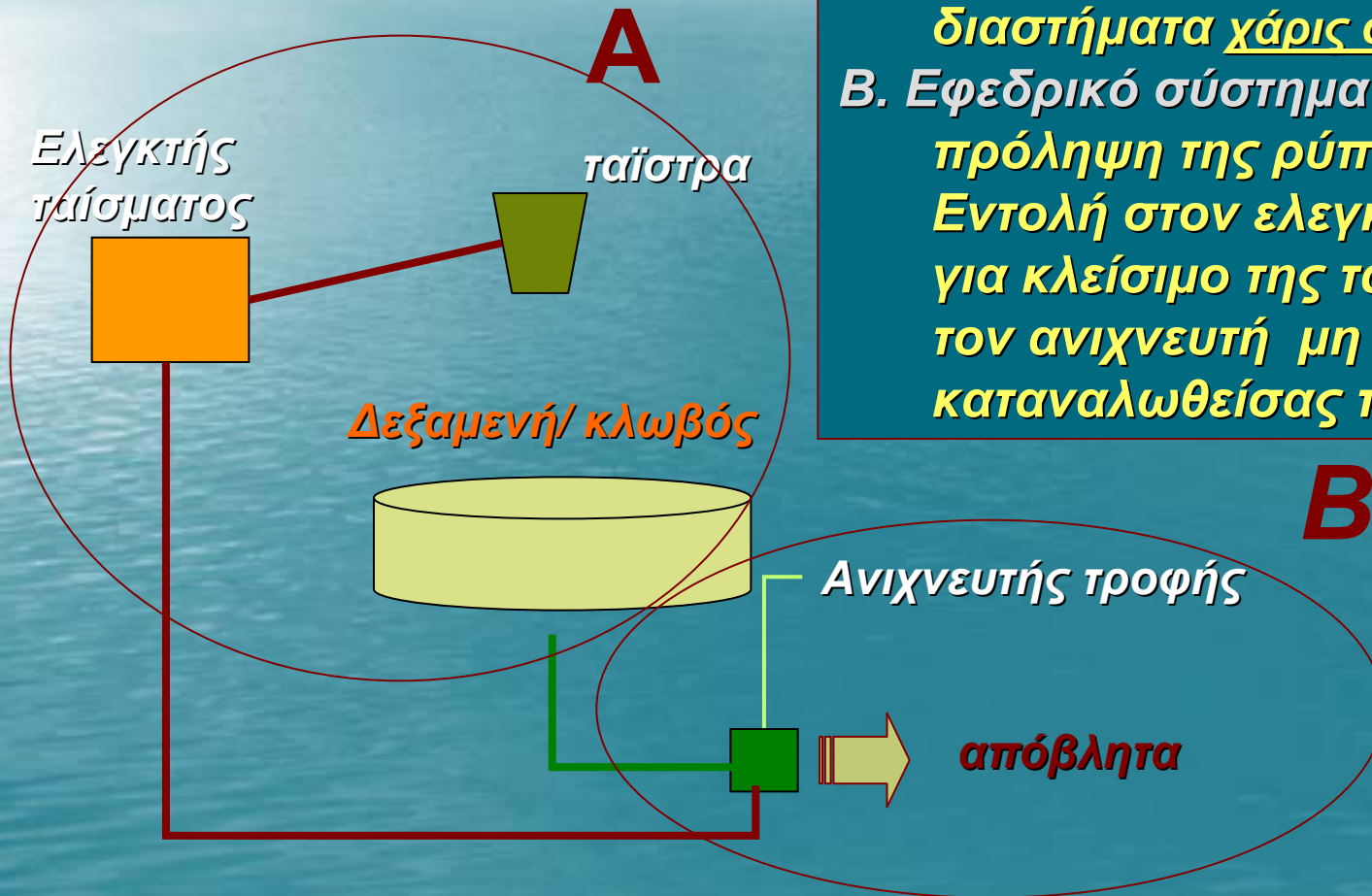
Παρατήρηση των ψαριών/ συγκεκριµένο ωράριο, υψηλό λειτουργικό κόστος (εργατικά)

Χαµηλό λειτουργικό κόστος / υψηλό κόστος επένδυσης, απαραίτητη η ύπαρξη πινάκων διατροφής, υψηλότεροι δείκτες µετατρεψιµότητας της τροφής (µεγαλύτερες απώλειες).

Η ποσότητα τροφής καθορίζεται από την ζήτηση των ψαριών, καλοί δείκτες µετατρεψιµότητας / απαιτούν πολύ καλή ρύθµιση για να µην ενεργοποιούνται τυχαία (από τις κινήσεις των ψαριών ή τα κύµατα), δεν µπορούν να χρησιµοποιηθούν για όλα τα είδη ψαριών.

Καλλίτερη προσαρµογή στις ανάγκες και δυνατότητες των ψαριών και τις συνθήκες εκτροφής.

# ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΑΪΣΜΑΤΟΣ



**A. Βασικό σύστημα**

**Ανοίγμα (λειτουργία) της ταΐστρας σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα χάρης στο ελεγκτή.**

**B. Εφεδρικό σύστημα για την**

**πρόληψη της ρύπανσης.**

**Εντολή στον ελεγκτή ταΐσματος για κλείσιμο της ταΐστρας από τον ανιχνευτή μη καταναλωθείσας τροφής**

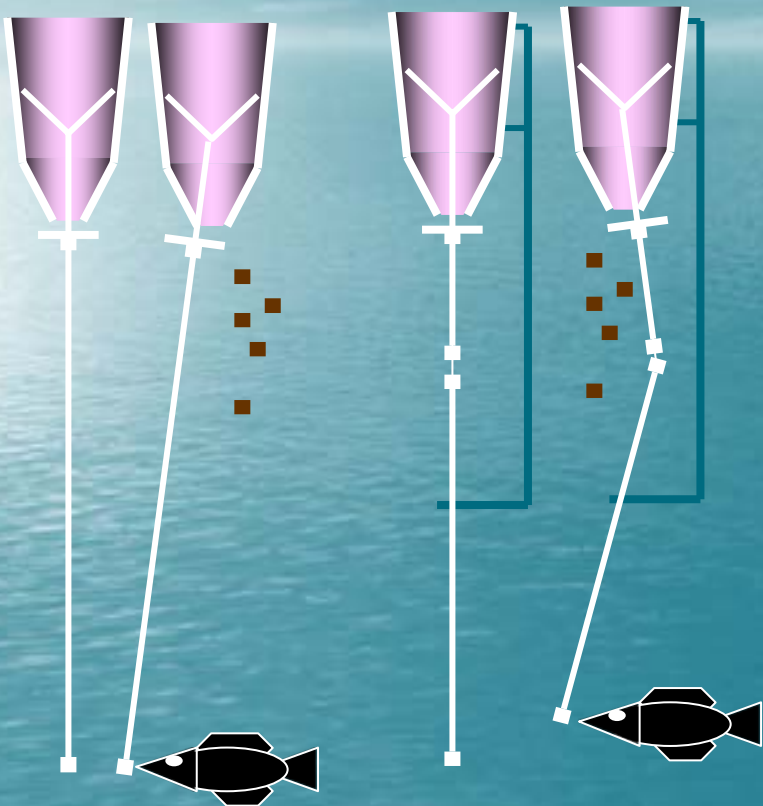
**B**

**Ανιχνευτής τροφής**

**απόβλητα**

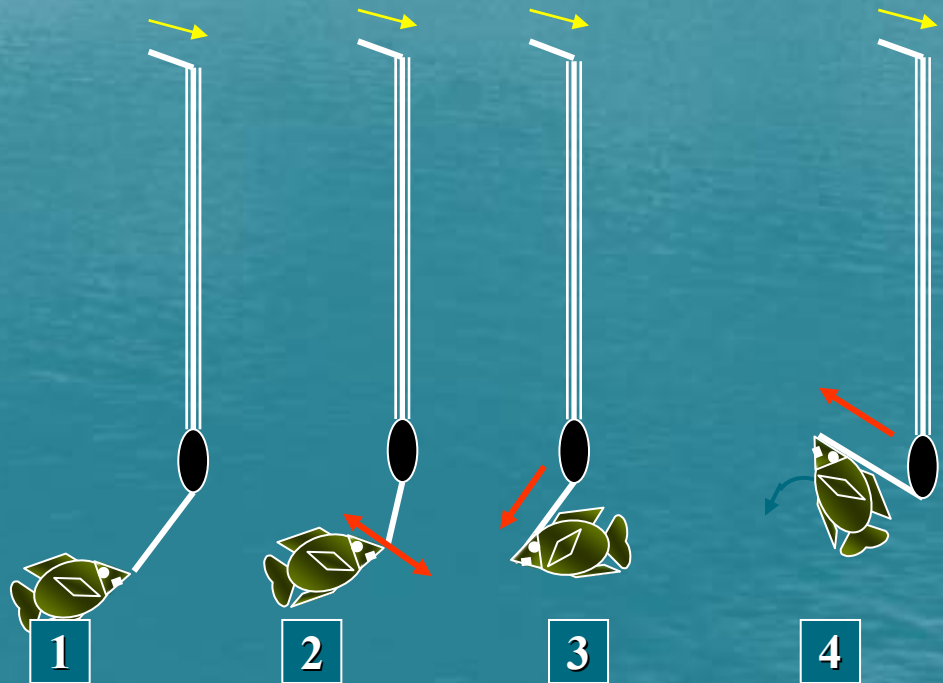


# ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΔΙΑΤΡΟΦΗΣ (SELF FEEDERS)



*Με ώθηση*

*Με έλξη*



1

2

3

4

Προς τα πίσω

Με τίναγμα  
Του κεφαλιού

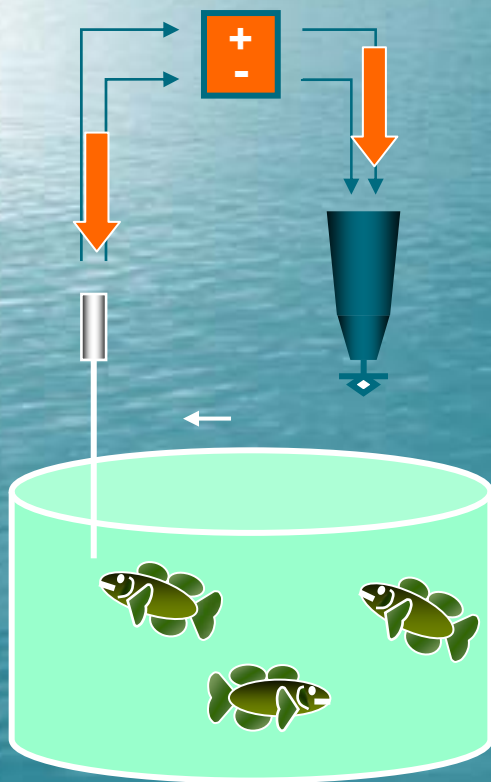
Προς τα κάτω

Προς τα πάνω  
ή οριζόντια

# ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΔΙΑΤΡΟΦΗΣ (SELF FEEDERS)

*(δυνατότητα διαχωρισμού των σημείων δράσης των Ψαριών και χορήγησης της τροφής)*

## ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ



- Εξάλειψη του κοινωνικού παρασιτισμού*
- Εξασφάλιση τροφής για μια μεγάλη μερίδα του Πληθυσμού από άτομα που εναλλάσσονται στον ρόλο του χειριστή*
- Εξάλειψη της επίδρασης των επιφανειακών κυματισμών*
- Δυνατότητα ρύθμισης της ποσότητας της χορηγούμενης τροφής με την χρήση υπολογιστή*

## ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

*Η τροφή των ψαριών οφείλει να είναι ισορροπημένη και να περιλαμβάνει, στις ποσότητες που χρειάζονται για κάθε είδος, τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά δηλαδή :*

- **πρωτεΐνες**
- **υδατάνθρακες**
- **λίπη**
- **βιταμίνες**
- **ανόργανα στοιχεία (ιχνοστοιχεία)**

*Τα συστατικά αυτά απαιτούνται για:*

- *την ανάπτυξη*
- *την κίνηση*
- *την αναπλήρωση των σωματικών ιστών και*
- *την ορθή λειτουργία των διαφόρων φυσιολογικών συστημάτων*

# ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

## Πρωτεΐνες

*Η παρουσία των πρωτεϊνών στην διατροφή των περισσότερων ψαριών είναι περισσότερο σημαντική από εκείνη των υδατανθράκων και των λιπών*

*Ανεπαρκής πρόσληψη πρωτεϊνών προκαλεί μείωση ή διακοπή του ρυθμού ανάπτυξης και απώλεια βάρους, σκολίωση και άλλες παθολογικές καταστάσεις.*

*Αντίθετα, σε περίπτωση υπερβολικής κατανάλωσης πρωτεϊνών, ένα μέρος χρησιμοποιείται για τη σύνθεση νέων πρωτεϊνών και το υπόλοιπο μετατρέπεται σε ενέργεια*

# ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

## Πρωτεΐνες: Ποσοτικές απαιτήσεις

**Τα διάφορα είδη ψαριών έχουν διαφορετικές απαιτήσεις όσον αφορά την ποιότητα και την ποσότητα των πρωτεϊνών που πρέπει να τους χορηγηθεί.**

Ο προσδιορισμός των ελάχιστων διατροφικών απαιτήσεων των ψαριών σε πρωτεΐνες είναι πολύ σημαντικός για οικονομικούς και οικολογικούς λόγους διότι:

- ✓ οι πρωτεΐνες αποτελούν το πλέον δαπανηρό διατροφικό συστατικό ενώ
- ✓ επίπεδα μεγαλύτερα από αυτά που απαιτούνται στη διατροφή των ψαριών έχουν σαν αποτέλεσμα αυξημένη έκκριση αζωτούχων ουσιών στο νερό που μπορεί να είναι τοξικές τόσο για τα ίδια τα ψάρια όσο και για άλλους οργανισμούς.

Ο προσδιορισμός της **ελάχιστης ποσότητας** γίνεται με την μέθοδο της **«δόσης-απόκρισης»**. Όμως, δεν είναι πάντα εύκολος διότι ο μεταβολισμός, άρα οι ανάγκες, επηρεάζονται τόσο από ενδογενείς όσο και από εξωγενείς παράγοντες

**Οι κυριότεροι από τους παράγοντες αυτούς είναι :**

- A) Το μέγεθος και η ηλικία των ψαριών και**
- B) Η θερμοκρασία του νερού.**

# ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

*Παράγοντες που επηρεάζουν τις ποσοτικές απαιτήσεις των ψαριών σε πρωτεΐνη*

## Μέγεθος και ηλικία

*Οι απαιτήσεις των ψαριών σε πρωτεΐνη μειώνονται καθώς το μέγεθος και η ηλικία αυξάνονται.*

*Ετσι, οι **νύμφες** χρειάζονται, ανάλογα με το είδος, 45 - 65% πρωτεΐνη,*

*Ο **γόνος** των ίδιων ψαριών χρειάζεται 40 - 55% πρωτεΐνη,  
Τα **ενήλικα** άτομα χρειάζονται μόλις 35 - 45% πρωτεΐνη*

## Θερμοκρασία του νερού

*Αλλαγές στη θερμοκρασία του νερού τροποποιούν τις απαιτήσεις σε πρωτεΐνη σε κάποια είδη ψαριών, ενώ σε άλλα φαίνεται να μην έχουν καμία επίδραση*

*Ετσι, ο σολομός **Chinook** χρειάζεται 55% πρωτεΐνη στους 15ο C ενώ στους 8ο C χρειάζεται μόνο 40%.*

Οι πρωτεΐνες είναι το κυριότερο οργανικό συστατικό των ιστών (65-75%).

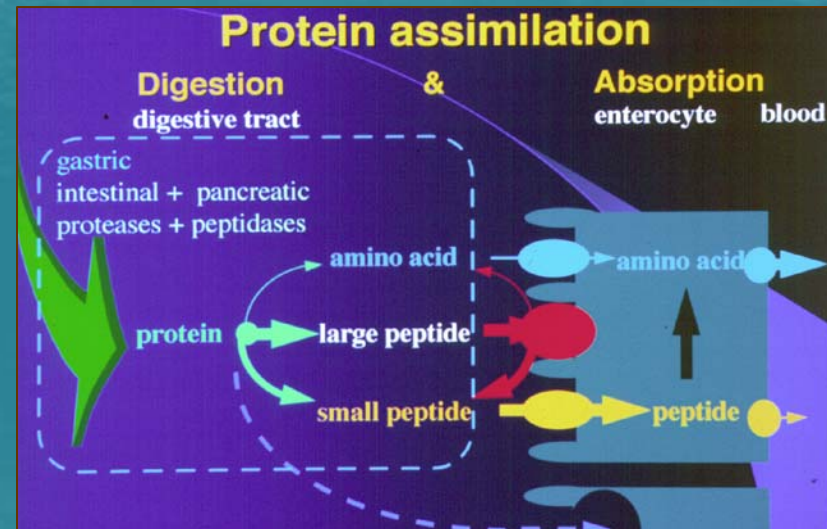
**Συντίθενται από ένα συνδυασμό 21 αμινοξέων που συνδέονται με πεπτιδικούς δεσμούς σε αλυσίδες.**

**Η σύνθεση των πρωτεϊνών των τροφών σε αμινοξέα μπορεί να διαφέρει σημαντικά, όπως και η καταλληλότητά τους ως προς αυτόν τον παράγοντα.**

Τα ψάρια χρειάζονται τις πρωτεΐνες στη διατροφή τους για δυο λόγους. Διότι:

- Παρέχουν **απαραίτητα αμινοξέα** που δεν μπορούν να συνθέσουν ή τα συνθέτουν με ρυθμό χαμηλότερο από τις μεταβολικές τους ανάγκες
- Αποτελούν πηγή αμινοξέων ή παρέχουν επαρκές άζωτο για να μπορέσουν να τα συνθέσουν

- **Η ανάπτυξη των ψαριών είναι κατά βάση μια διαδικασία ανάπτυξης του μυϊκού ιστού μέσω της σύνθεσης πρωτεϊνών**
- **Τα ελεύθερα αμινοξέα (free amino acids – FAAs)**
  - **Χρησιμοποιούνται κυρίως σαν «μεταβολικά καύσιμα» αλλά και σαν υλικό για τη σύνθεση πρωτεϊνών**
  - **Είναι σημαντικά υποστρώματα στη διαδικασία του καταβολισμού**





**Από τα 21 αμινοξέα που συνθέτουν τις πρωτεΐνες, δέκα είναι απαραίτητα για τα ψάρια. Πρόκειται για τα:**

- αργινίνη
- ιστιδίνη
- ισολευκίνη
- λευκίνη
- λυσίνη
- μεθειονίνη
- φαινυλαλανίνη
- θρεονίνη
- τρυπτοφάνη
- βαλίνη

➤ **Υπάρχουν σημαντικές διαφορές στις απαιτήσεις των διαφόρων ειδών σε ορισμένα αμινοξέα**

### Παθολογικά προβλήματα από ανεπάρκεια της τροφής σε απαραίτητα αμινοξέα

- ✓ Η ανεπάρκεια της τροφής σε απαραίτητα αμινοξέα, στα περισσότερα είδη ψαριών οδηγεί σε μείωση του βάρους.
- ✓ Σε ορισμένα από αυτά, ανεπάρκεια σε **μεθειονίνη** ή **τρυπτοφάνη** προκαλεί συμπτώματα καταρράκτη.
- ✓ Ανεπάρκεια σε **τρυπτοφάνη** προκαλεί σε ορισμένα ψάρια σκολίωση (πλευρική κυρτότητα της σπονδυλικής στήλης) και διαταραχή του μεταβολισμού των ανόργανων συστατικών
- ✓ Η σκολίωση συνήθως μπορεί να αντιμετωπιστεί αν αποκατασταθούν τα επίπεδα της τρυπτοφάνης στη διατροφή

## Μεταβολισμός πρωτεϊνών και αμινοξέων

Οι πρωτεΐνες αποθηκεύονται σε μικρές ποσότητες στους μαλακούς ιστούς (**ήπαρ, έντερο, νεφρός**)

Όταν η αποθηκευμένη ποσότητα φτάσει ένα ανώτατο όριο, κάθε αμινοξύ που προσλαμβάνεται με την διατροφή χρησιμοποιείται για τη σύνθεση πρωτεϊνών (αμινομάδα), ή αποθηκεύεται σαν λίπος (**λιπογένεση**) ή χρησιμοποιείται για τη διαδικασία της **νεογλυκογένεσης** (καρβοξυλομάδα)

## Μεταβολισμός πρωτεϊνών και αμινοξέων

*Ο καταβολισμός των αμινοξέων πραγματοποιείται κυρίως στο ήπαρ*

*Τα περισσότερα ψάρια είναι αμμωνιοτελικά αλλά μέρος των αζωτούχων εκκρίσεων τους γίνεται με την μορφή ουρίας*

*Η συγκέντρωση της αμμωνίας στο πλάσμα επηρεάζεται από την πρόσληψη πρωτεϊνών και αρχίζει να αυξάνεται 3-8 ώρες μετά από ένα γεύμα*

*Επειδή η αμμωνία είναι τοξική, πρέπει να αποβάλλεται σχετικά γρήγορα για να παρεμποδιστεί συσσώρευσή της στους ιστούς*

*Σχεδόν όλες οι αζωτούχες εκκρίσεις των ψαριών λαμβάνουν χώρα από τα βράγχια*

## Λίπη

**Τα λίπη είναι τα περισσότερο μελετημένα βιοχημικά στοιχεία των υδρόβιων οργανισμών**

**Πολλοί από τους υδρόβιους οργανισμούς έχουν υψηλά επίπεδα λιπιδίων (έλαια)**

**Τα λίπη των υδρόβιων οργανισμών περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις *n-3* πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (Polyunsaturated fatty acids - PUFA).**

**Τα λίπη είναι η καλλίτερη πηγή ενέργειας (περίπου 9.4 kcal ME / g).  
Επίσης,**

- ✓ Βοηθούν στην απορρόφηση διαφόρων λιποδιαλυτών θρεπτικών όπως είναι οι στερόλες και οι βιταμίνες,
- ✓ Συμμετέχουν, μέσω των φωσφολιπιδίων, στη δομή των βιομεμβρανών
- ✓ Είναι πρόδρομες ουσίες στην σύνθεση ορμονών.

Οι πιο κοινές μορφές λιπιδίων στα ψάρια είναι τα **τριγλυκερίδια** (περίπου 90% των λιπών του σώματος) , τα **φωσφολιπίδια** και μερικές φορές κάποιοι **κηρεστέρες**.

Ιδιαίτερης σημασίας είναι τα **Φωσφολιπίδια (PL)** τα οποία:

- ✓ αποτελούν συστατικά των λιποπρωτεϊνών
- ✓ είναι κύρια συστατικά των μεμβρανών
- ✓ είναι ζωτικά στην ομαλή λειτουργία κάθε κυττάρου και οργάνου
- ✓ διατηρούν την δομή και λειτουργία του κυττάρου
- ✓ έχουν ρυθμιστικές δραστηριότητες μέσα στην μεμβράνη και έξω από το κύτταρο.
- ✓ δρουν ως γαλακτοματοποιητές και διευκολύνουν την πέψη και την απορρόφηση των λιπαρών οξέων, των χολικών αλάτων και άλλων λιποδιαλυτών ουσιών και τέλος
- ✓ έχουν ένα ρόλο στην μεταφορά των λιπιδίων

Η Βιοσύνθεση των λιπιδίων γίνεται στον λιπιδιακό ιστό, στο συκώτι και τα μιτοχόνδρια από **ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ** ( $CH_3 (CH_2)_n COOH$ ).

Υπάρχουν 40 διαφορετικά **λιπαρά οξέα** (κορεσμένα, μονοακόρεστα και πολυακόρεστα) σε φυτά και ζώα

Τα **απαραίτητα λιπαρά οξέα (Essential fatty acids: EFA)** είναι σημαντικά στα **μιτοχόνδρια** και σε κάποια **ενζυμικά συστήματα**. Ετσι εξασφαλίζουν:

- ✓ Φυσιολογική ανάπτυξη
- ✓ Φυσιολογική αύξηση
- ✓ Απορρόφηση των λιποδιαλυτών βιταμινών

**Βιολογικά σημαντικά λιπαρά οξέα στα ψάρια : C16 – C22**

### Απαραίτητα λιπαρά οξέα

Τα ψάρια έχουν την ικανότητα να συνθέτουν *de novo*, κορεσμένα λιπαρά οξέα, ενώ αδυνατούν να συνθέσουν οποιοδήποτε λιπαρό οξύ της σειράς  $\omega 6$  &  $\omega 3$ , εκτός και αν τους χορηγηθεί με την τροφή κάποια πρόδρομη ουσία.

Τα ψάρια, ακόμη, έχουν την ικανότητα να αυξάνουν το μοριακό βάρος των λιπαρών οξέων των σειρών  $\omega 9$ ,  $\omega 6$  και  $\omega 3$ .

Τα ψάρια του γλυκού νερού απαιτούν **λινελαϊκό οξύ (18:2 $\omega 6$ )** ή **λινολενικό οξύ (18:3 $\omega 3$ )** ή και τα δύο στην διατροφή τους, ενώ τα θαλάσσια απαιτούν **20:5 $\omega 3$  (EPA)** ή/και **22:6 $\omega 3$  (DHA)**.

Αν και δεν είναι γνωστές οι απαιτήσεις πολλών ειδών ψαριών σε λιπαρά οξέα, ωστόσο θα μπορούσε να προταθεί ότι υπάρχει γενικά μια τάση να χρησιμοποιούνται ευχερέστερα τα  $\omega 3$  σε σχέση με τα  $\omega 6$



*Η ποσοτική & ποιοτική σύνθεση των λιπών στο αίμα και στο σώμα των ψαριών επηρεάζονται έντονα από διάφορους παράγοντες*

*Κάποιοι από αυτούς έχουν σχέση με το περιβάλλον (θερμοκρασία και αλατότητα)*

*Κάποιοι άλλοι με την τροφή & τις εποχές του έτους .*

*Έτσι, τα ψάρια των ψυχρών υδάτων έχουν πολύ μεγάλες απαιτήσεις σε λιπαρά οξέα της σειράς  $\omega 3$  ενώ σε ορισμένα ψάρια των θερμών υδάτων οι ανάγκες είναι δυνατό να ικανοποιηθούν από μίγμα  $\omega 6$  και  $\omega 3$  λιπαρών οξέων.*

*Σε γενικές γραμμές, τα λίπη είναι μια σημαντική πηγή ενέργειας για όλα τα ψάρια, αλλά φαίνεται ότι είναι σημαντικότερα για τα ψυχρόφιλα & τα θαλάσσια, τα οποία έχουν περιορισμένη ικανότητα στο να χρησιμοποιούν τους υδατάνθρακες ως πηγή ενέργειας*

*Σε κάποιες περιπτώσεις, μπορούν να υποκαταστήσουν μέρος της ενέργειας που προσφέρεται από τις πρωτεΐνες με την τροφή. Έτσι, η ποσότητα πρωτεΐνης που ενσωματώνεται στη τροφή της πέστροφας, μπορεί να μειωθεί από 48 σε 35%, χωρίς να επηρεασθεί αρνητικά ο ρυθμός αύξησης του ψαριού, εάν η ποσότητα του εμπεριεχόμενου λίπους αυξηθεί από 15 σε 20%*

*Κατά γενικό κανόνα, η ποσότητα των λιπιδίων που ενσωματώνεται στα σιτηρέσια των ψαριών, καθορίζεται από τον τύπο των λιπών που χρησιμοποιούνται, από την ποιότητα και ποσότητα της πρωτεΐνης που εμπεριέχουν καθώς και από το συνολικό ενεργειακό τους περιεχόμενο .*

*Εχει διαπιστωθεί ότι, σε πολλά είδη ψαριών, συγκεντρώσεις λιπιδίων μεγαλύτερες από 20 % του συνολικού περιεχομένου, εξασφαλίζουν καλές επιδόσεις.*

*Όμως, σε άλλα είδη, η υπερβολική ενσωμάτωση λιπιδίων στη διατροφή μπορεί να οδηγήσει σε συσσώρευση περιεντερικού και ενδομυϊκού λίπους που αλλοιώνει την εμπορική τους αξία.*

*Η προσθήκη λιπιδίων στα σιτηρέσια των ψαριών, λόγω της μεγάλης ποσότητας πολυακόρεστων λιπαρών οξέων που περιέχουν, συνοδεύεται με παράλληλη χορήγηση αντιοξειδωτικών ουσιών, κυρίως βιταμίνης Ε.*

## Παθολογικά προβλήματα από την έλλειψη / ανεπάρκεια λιπών (EFA)

- ✓ χαμηλός ρυθμός ανάπτυξης
- ✓ μειωμένη πρόσληψη τροφής
- ✓ χαμηλή αξιοποίηση (μετατρεψιμότητα) της τροφής
- ✓ σύνδρομο κλονισμού («shock syndrome»: όταν το ψάρι εκτίθεται αιφνιδιαστικά σε ερεθίσματα χάνει τις αισθήσεις του)
- ✓ «διάβρωση» του πτερυγίου
- ✓ μυοκαρδίτιδα
- ✓ αύξηση των ηπατικών λιπιδίων
- ✓ υψηλή θνησιμότητα

**Ανεπάρκεια σε EFA αποδείχθηκε επίσης ότι μειώνει την αναπαραγωγική ικανότητα του κυπρίνου, της πέστροφας και του φαγκριού**

# ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

## Υδατάνθρακες

*Πρόκειται για αλδεϋδικά και κετονικά παράγωγα πολυσθενών αλκοολών (πολύυδροξυαλκοόλες, πολύυδροξυκετόνες ή προϊόντα συμπύκνωσής τους).*

*Είναι σχετικά αδιάλυτοι στο νερό.*

*Υδρολύονται προς σάκχαρα από ένζυμα του παγκρέατος, του στομάχου και του εντέρου.*

*Μετά τη λύση τους, απορροφώνται από το τοίχωμα του εντέρου και εισέρχονται στην κυκλοφορία του αίματος με μορφή μονοσακχαριτών π.χ γλυκόζης.*

*Οι υδατάνθρακες έχουν τη χαμηλότερη ενεργειακή αξία στη διατροφή των ψαριών και συνήθως παρέχονται με τη μορφή αμύλου και ινών.*

Οι διατροφικές απαιτήσεις των ψαριών σε υδατάνθρακες και οι μέγιστες επιτρεπτές ποσότητες στην διατροφή τους διαφέρουν από είδος σε είδος.

Τα φυτοφάγα είδη μπορούν να αφομοιώσουν καλλίτερα περισσότερους τύπους υδατανθράκων από τα σαρκοφάγα.

Τα ψάρια που ζουν σε θερμά νερά έχουν επίσης την ικανότητα να χρησιμοποιούν μεγαλύτερες ποσότητες υδατανθράκων σε σύγκριση με αυτά που ζουν σε ψυχρά νερά.

Ετσι, ο κυπρίνος (*Cyprinus carpio*) μπορεί να αφομοιώσει μέχρι και 50% υδατάνθρακες στην τροφή του, η πέστροφα (*Salmo trutta*) 12-20% (σε μεγαλύτερες ποσότητες παρατηρούνται διατροφικές διαταραχές) και ο σολομός (*Salmo salar*) 7-20%

Σε γενικές γραμμές, η χρήση των υδατανθράκων στα σιτηρέσια των ψαριών καθορίζεται με κριτήριο την πολυπλοκότητά τους.

Η ενσωμάτωση σε αυτά επιτρεπτών ποσοτήτων υδατανθράκων είναι θεμιτή καθώς μπορούν να εξασφαλίσουν μέρος της απαιτούμενης ενέργειας φτηνότερα συμβάλλοντας ταυτόχρονα στην αξιοποίηση των πρωτεϊνών για την ανάπτυξη των ψαριών.

Όμως, χορήγηση τροφής με υψηλές συγκεντρώσεις εύπεπτων υδατανθράκων μπορεί να οδηγήσει σε :

- ✓ αύξηση του μεγέθους του ήπατος η/και
- ✓ Παρατεταμένη υπεργλυκαιμία ...

*... ΔΙΟΤΙ ...*

*Τα ψάρια επειδή δεν μπορούν να μεταβολίσουν γρήγορα τη γλυκόζη,*

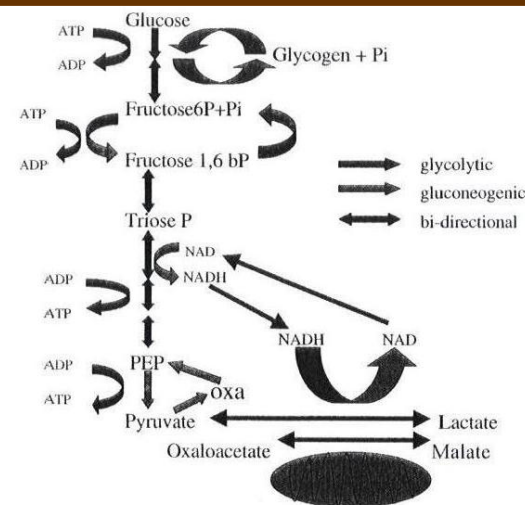
- ✓ εμφανίζουν αξιοσημείωτα μεγάλη ανοχή σε μεγάλου εύρους διακυμάνσεις των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα τους και*
- ✓ συνθέτουν από το πλεόνασμα γλυκογόνο το οποίο αποθηκεύεται στους ιστούς (ηπατικό και μυικό). Σε περιόδους πείνας, κινητοποιούνται (χρησιμοποιούνται) αρχικά τα ηπατικά λιπίδια, στην συνέχεια τα λιπίδια των μυών και τέλος το γλυκογόνο του ήπατος και των μυών.*



**Γενικά,**

*Αν και έχουν πραγματοποιηθεί εκτενείς μελέτες σχετικά με τα ένζυμα και τα μονοπάτια που σχετίζονται με τον μεταβολισμό της γλυκόζης, εντούτοις η γνώση όσον αφορά τον ρόλο των υδατανθράκων στη διατροφή και την συμμετοχή της γλυκόζης στο σύνολο των ενεργειακών αναγκών των ψαριών παραμένει ανεπαρκής.*

*Συγκεκριμένα, υπάρχουν αλληλοσυγκρουόμενες απόψεις σχετικά με την πραγματική ποσότητα των υδατανθράκων που τα ψάρια μπορούν να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά.*



### Ανόργανα στοιχεία / Ιχνοστοιχεία

*Τα ανόργανα στοιχεία (Ιχνοστοιχεία) είναι αναγκαία για τη φυσιολογική εξέλιξη των ψαριών.*

*Οι απαιτήσεις των ψαριών σε ιχνοστοιχεία είναι δύσκολο να προσδιορισθούν διότι πολλά από αυτά ( ασβέστιο, μαγνήσιο, κάλιο, νάτριο, σίδηρος, ψευδάργυρος, χαλκός, σελήνιο) προσλαμβάνονται από το φυσικό περιβάλλον μέσω των βραγχίων και του δέρματός τους.*

*Όμως, έχει αποδειχθεί ότι η ανεπαρκής πρόσληψη ιχνοστοιχείων (κυρίως αυτών που δεν προσλαμβάνονται από το φυσικό περιβάλλον) επηρεάζει τη συγκέντρωσή τους στους ιστούς, προκαλώντας προοδευτική εξασθένηση της λειτουργίας κάποιων οργάνων (κλινική τοξικότητα).*

## Ανόργανα στοιχεία / Ιχνοστοιχεία

*Η παρουσία τους (απουσία τους) επηρεάζει:*

- ✓ *Τον ρυθμό ανάπτυξης*
- ✓ *Τον σχηματισμό της δομής του σκελετού*
- ✓ *Την μεταφορά ηλεκτρονίων*
- ✓ *Το pH έξω και ενδοκυτταρικών υγρών*
- ✓ *Την ωσμωρύθμιση*

*Ενώ αποτελούν συστατικά των ορμονών και των ενζύμων τα οποία και ενεργοποιούν*

### Ανόργανα στοιχεία / Ιχθυοστοιχεία

**Ειδικότερα,**

**Το ασβέστιο και ο φώσφορος** είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη και τη διατήρηση του σκελετού.

**Το ασβέστιο** παίζει, μεταξύ άλλων, σημαντικό ρόλο στη συστολή των μυών, την μετάδοση των νευρικών σημάτων, τη συντήρηση των κυττάρων, τη διατήρηση του pH και την ενεργοποίηση κάποιων ενζύμων.

**Ο φώσφορος** είναι κύριο συστατικό των νουκλεϊκών οξέων και των κυτταρικών μεμβρανών, ενώ συμμετέχει σε όλες τις κυτταρικές αντιδράσεις παραγωγής ενέργειας.

**Το μαγνήσιο** παίζει πρωτεύοντα ρόλο στον μεταβολισμό των ιστών του σκελετού, την ωσμωρύθμιση και τη μετάδοση των νευρομυϊκών σημάτων.

## Ανόργανα στοιχεία / Ιχνοστοιχεία

*Το νάτριο, το κάλιο και το χλώριο αποτελούν τους αφθονότερους ηλεκτρολύτες στο σώμα.*

*Ο σίδηρος είναι απαραίτητος για την κυτταρική αναπνοή*

*Ο χαλκός είναι συστατικό και ενεργοποιητής πολλών ενζύμων*

*Ο ψευδάργυρος συμβάλλει στην σταθεροποίηση των κυτταρικών μεμβρανών*

*Το μαγγάνιο έχει ενεργό ρόλο στον μεταβολισμό των υδατανθράκων, των λιπιδίων και των πρωτεϊνών.*

## Ανόργανα στοιχεία / Ιχνοστοιχεία

**Το ιώδιο** είναι απαραίτητο για τη βιοσύνθεση των ορμονών του θυρεοειδή, της θυροξίνης και της τριιωδοθυρονίνης

**Το κοβάλτιο** αποτελεί συστατικό της βιταμίνης B12.

**Το χρώμιο** είναι απαραίτητο για τον μεταβολισμό των υδρογονανθράκων και των λιπιδίων καθώς και για τον συντονισμό των διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα κατά την ανάπτυξη.

**Οι πληροφορίες για τις διατροφικές απαιτήσεις των ψαριών σε άλλα ιχνοστοιχεία είναι περιορισμένες για τον λόγο που αναφέρθηκε παραπάνω**

## Βιταμίνες

*Οργανικές ενώσεις ποικίλης σύνθεσης, απαραίτητες σε μικρές ποσότητες για την φυσιολογική ανάπτυξη, τη λειτουργία και την αναπαραγωγή των ζωντανών οργανισμών.*

*Είναι γνωστές περίπου 20 βιταμίνες, η κάθε μια από τις οποίες έχει ειδική δράση στον ενδιάμεσο μεταβολισμό. Από αυτές απαραίτητες στην διατροφή των ψαριών είναι οι ακόλουθες 14:*

*C, B1, B2, B6, B12, K, A, Βιοτίνη, Χολίνη, Φολικό οξύ, Ινοσιτόλη, Νιασίνη, Παντοθενικό οξύ και Τοκοφερόλη*

Οι βιταμίνες διακρίνονται σε **υδατοδιαλυτές** και **λιποδιαλυτές**.

Οκτώ από τις **υδατοδιαλυτές** βιταμίνες είναι απαραίτητες σε μικρές ποσότητες, δρουν ως συνένζυμα και είναι γνωστές ως σύμπλεγμα βιταμινών **B**, ενώ 3 (**χολίνη, ινοσιτόλη και βιταμίνη C**) απαιτούνται σε μεγαλύτερες ποσότητες και δεν λειτουργούν ως συνένζυμα.

Οι βιταμίνες **A, D, E και K** είναι **λιποδιαλυτές**, λειτουργούν ανεξάρτητα από τα ένζυμα ή σε μερικές περιπτώσεις έχουν ρόλος συνενζύμων.



Οι ποσοτικές και ποιοτικές απαιτήσεις των ψαριών σε βιταμίνες προσδιορίζονται με «χημικές δίαιτες». Επηρεάζονται από την ηλικία, τους ρυθμούς ανάπτυξης, τους περιβαλλοντικούς παράγοντες και τις τροφικές αλληλοεπιδράσεις

Σε περίπτωση ανεπαρκούς ή υπερβολικής πρόσληψης βιταμινών εμφανίζονται συμπτώματα υποβιταμίνωσης (έως αβιταμίνωσης) ή υπερβιταμίνωσης, αντίστοιχα.

✓ Η υποβιταμίνωση (σπάνια για τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες) προκαλεί καταρράκτη, σπασμούς, σκολίωση, ατροφία των βραγχιακών επικαλυμμάτων, χαμηλό ρυθμό ανάπτυξης, ανορεξία και αυξημένη θνησιμότητα.

✓ Η υπερβιταμίνωση μπορεί να προκαλέσει ανωμαλίες στο συκώτι και στον σκελετό των ψαριών

*Ειδικότερα, **ανεπάρκεια σε***

- **βιταμίνη A** προκαλεί αναιμία, αιμορραγία και αλλοιώσεις στα μάτια, αιμορραγία στο σώμα και τα πτερύγια, αργή ανάπτυξη, ανορεξία, αποχρωματισμό του δέρματος και αυξημένη θνησιμότητα, (ενώ υπερδοσολογία σε βιτ. A οδηγεί σε ανωμαλίες της σπονδυλικής στήλης χωρίς επακόλουθη μείωση του ρυθμού ανάπτυξης)*
- **βιταμίνη D** προκαλεί αργή ανάπτυξη και προβλήματα στο ήπαρ συνήθως και σπάνια υποασβεσταιμία ή μεταλλαγή στα οστά*
- **βιταμίνη K** προκαλεί αιμορραγίες σε μερικά είδη ψαριών, ενώ η υπεραφθονία της δεν φαίνεται να έχει αρνητικές επιπτώσεις.*

*Επίσης, ανεπάρκεια σε*

*- βιταμίνη E (αντιοξειδωτική, ενισχυτική του αμυντικού συστήματος) προκαλεί μυϊκή δυστροφία, ατροφία, και νέκρωση του μυϊκού ιστού, οιδήματα, αναιμία, δυσχρωμίες και βλάβες στο ήπαρ (η λιπώδης εκφύλιση του ήπατος οφείλεται σε υπερβολική χορήγηση τροφής με υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος και χαμηλή σε βιταμίνη E). Επιπλέον παρεμποδίζει την υπεροξειδωση των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων η οποία επηρεάζει την ακεραιότητα των κυτταρικών μεμβρανών.*

*- βιταμίνη C (αντιοξειδωτική, ενισχυτική του αμυντικού συστήματος) οδηγεί σε σκολίωση, λόρδωση, αιμορραγία αναιμία και ανορεξία*

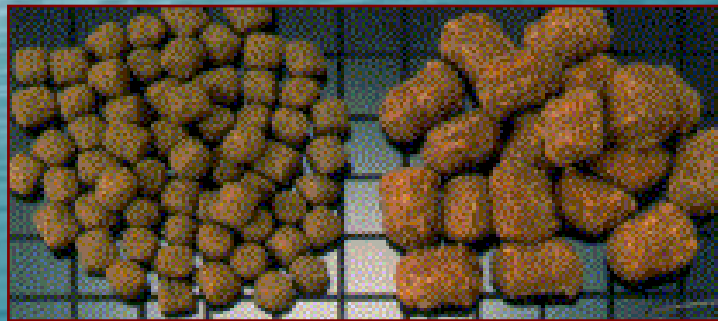
## Καροτενοειδή

Πρόκειται για λιποδιαλυτές χρωστικές με πολλές ευεργετικές ιδιότητες.

Στις ουσίες αυτές οφείλεται η χρώση της σάρκας, του δέρματος και των αυγών των ψαριών. Έτσι, στα σολομοειδή, τα οξυγονωμένα καροτενοειδή **ασταξανθίνη** και **κανθαξανθίνη** είναι υπεύθυνα για τον πορτοκαλί χρωματισμό της σάρκας, του δέρματος και των πτερυγίων.

**Η ασταξανθίνη** είναι το πλέον διαδεδομένο καροτενοειδές στους θαλάσσιους οργανισμούς. Έχει αντιοξειδωτικές ιδιότητες και ενισχύει τη δράση του ανοσοποιητικού συστήματος ενώ φαίνεται να βελτιώνει και τις αναπαραγωγικές επιδόσεις κάποιων ειδών.

# ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΤΡΟΦΕΣ





**Ιχθυοτροφές υπό μορφή κόκκων επιστημονικά μελετημένες για την πλήρη κάλυψη των αναγκών συντήρησης & ανάπτυξης του ψαριού, σε θρεπτικά συστατικά και ενέργεια.**

**Με διαφορετική σύσταση (είδος & συμμετοχή πρώτων υλών) για κάθε είδος ψαριού και βιολογικό στάδιο.**

**Επεξεργασμένες και αποστειρωμένες υδροθερμικά (110 °C, 30 bar), για τη βελτίωση των χαρακτηριστικών τους και την διασφάλιση της υγείας των ψαριών και των καταναλωτών.**

**Αφυδατωμένες (11-13% υγρασία) για τη μείωση του όγκου τους και την υγιεινή τους αποθήκευση.**

**Δεν περιέχουν Φαρμακευτικές ουσίες και συστατικά από Γενετικά Τροποποιημένους Οργανισμούς**

## ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΤΡΟΦΕΣ

*Επιλογή - Χρήση πρωτεϊνών*



**Τα συστατικά που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή βιομηχανικών τροφών για τα ψάρια είναι πηγές πρωτεϊνών (αμινοξέα), ενέργειας, λιπιδίων, βιταμινών και μεταλλικών στοιχείων**

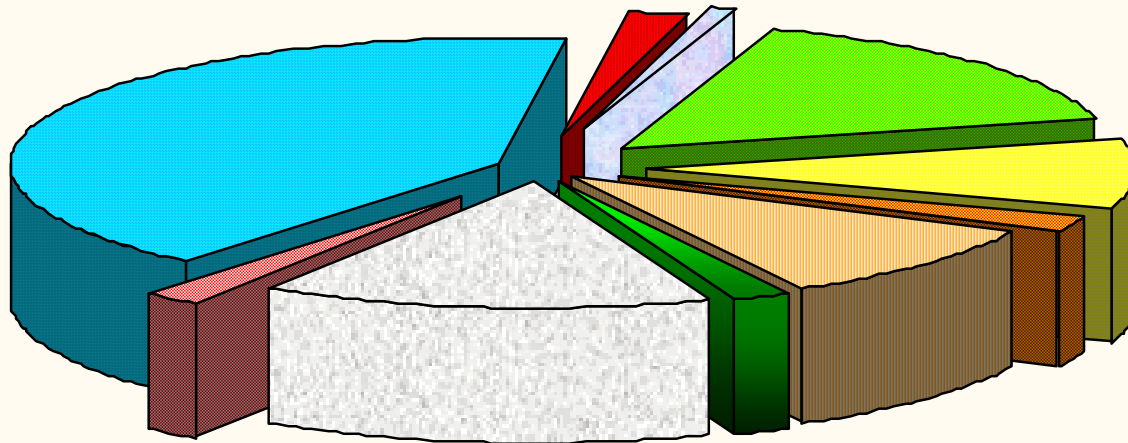
**Για τα σαρκοφάγα ψάρια, η κύρια πηγή πρωτεϊνών είναι τα ιχθυάλευρα, η βιολογική αξία των οποίων έχει δημιουργήσει μεγάλη εξάρτηση της βιομηχανίας παρασκευής τροφών από αυτά.**



# ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΤΡΟΦΕΣ



*Ετσι μία κλασική τροφή τσιπούρας αποτελείται από τα παρακάτω συστατικά*



■ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΟ

■ ΣΤΡΕΙΔΑΛΕΥΡΟ

■ ΙΧΘΥΕΛΑΙΟ

■ ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΩΝ

■ ΑΛΕΥΡΙ ΣΙΤΟΥ

■ ΓΑΡΙΔΑ-ΚΑΡΑΒΙΔΑ

■ ΣΟΓΙΑ

■ ΛΕΚΙΘΙΝΗ

■ ΖΥΜΕΣ

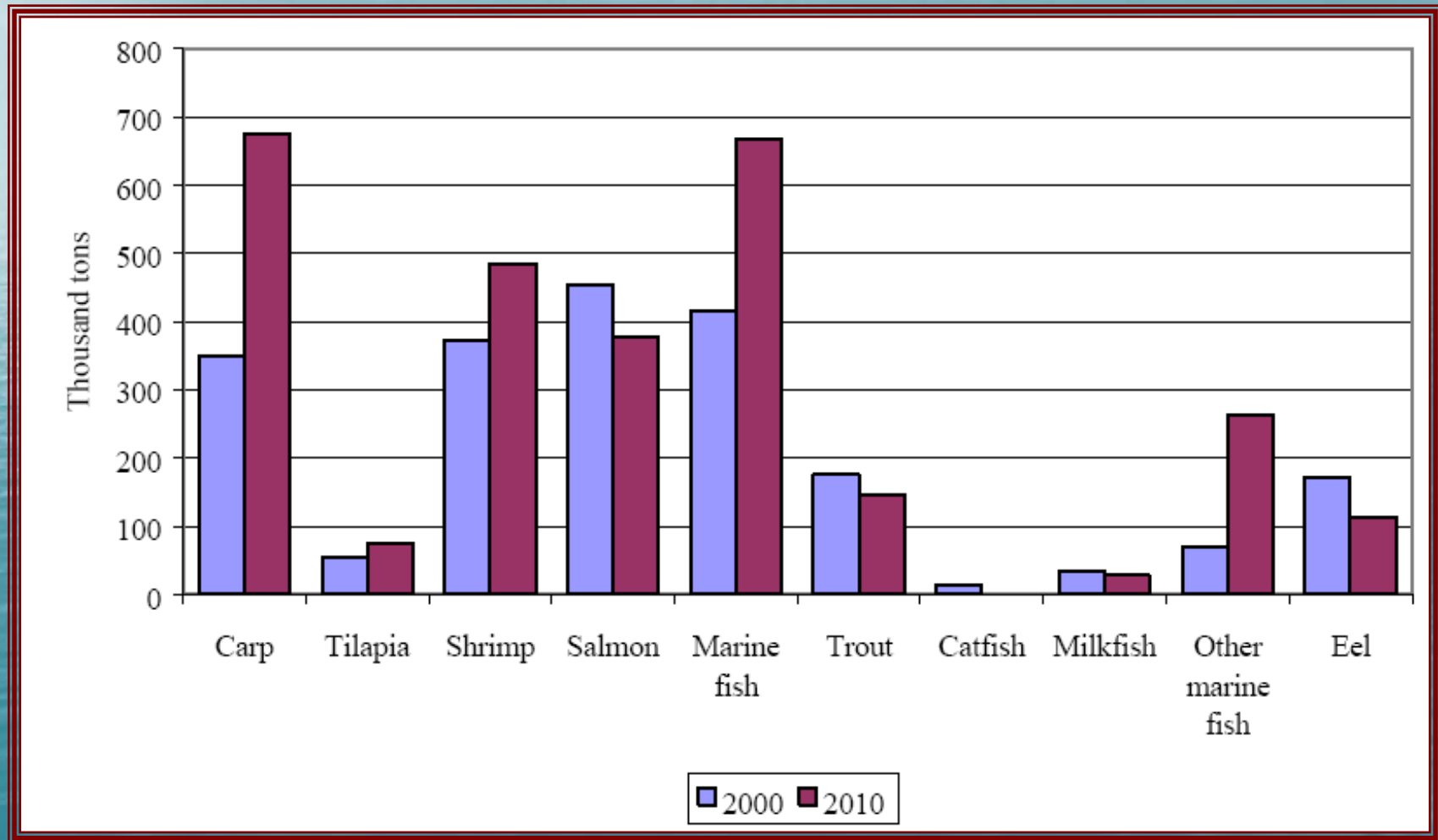
■ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ & ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



# ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΤΡΟΦΕΣ



*Ενώ οι ανάγκες σε ιχθυάλευρα προβλέπεται να αυξηθούν αισθητά άμεσα ...*



## ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΤΡΟΦΕΣ

*Επιλογή - Χρήση πρωτεϊνών*



... όπως και το κόστος τους δεδομένης της μείωσης των φυσικών ιχθυαποθεμάτων (ειδικότερα των ειδών από τα οποία παρασκευάζονται όπως είναι οι σαρδέλλες *Mallotus vilisus*, *Brevoortia tyrannus*, ρέγκες, κλπ),

Γι' αυτό καταβάλλονται εντατικές προσπάθειες για την μερική ή ολική αντικατάσταση τους από άλλες πηγές πρωτεϊνών χαμηλότερου κόστους (αλλά συγκρίσιμης ενεργειακής αξίας και πεπτιδικής σύστασης) όπως είναι για παράδειγμα κάποια πλούσιοι σε πρωτεΐνες όσπρια (σόγια, κουκιά, κλπ), υπόλοιπα κρεατοβιομηχανίας, πούπουλα, κ.α.

Από όλα τα προηγούμενα, τα σογιάλευρα φαίνεται να είναι τα πιο κατάλληλα ως εναλλακτική πηγή πρωτεϊνών.

Όμως, ακόμα και σε αυτή την περίπτωση, είναι απαραίτητη η ανάμειξή τους με ιχθυάλευρα ώστε να μην είναι οι δίαιτες ελλιπείς σε ένα ή περισσότερα απαραίτητα αμινοξέα για τα ψάρια.

## **ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΤΡΟΦΕΣ**

*Επιλογή - Χρήση λιπιδίων*



*Οι βιομηχανικές τροφές εκτός από την βέλτιστη ποσότητα σε πρωτεΐνη οφείλουν να είναι επαρκείς και ως προς τα εμπεριεχόμενα λίπη (ποσότητα και ποιότητα).*

*Και σε αυτή την περίπτωση, η ποιοτική επάρκεια εξασφαλίζεται, με την χρήση ιχθυελαίων τα οποία, για λόγους οικονομίας, αναμειγνύονται με έλαια δημητριακών και φυτικών ελαιούχων καρπών.*

*Η ποσότητα που πρέπει να χορηγηθεί σε κάθε περίπτωση εξαρτάται, από το είδος του ψαριού, την φύση των λιπών που χρησιμοποιούνται και την περιεκτικότητα της τροφής σε πρωτεΐνη και ενέργεια.*



Γενικά, συγκεντρώσεις λιπών άνω του 20 % αποφέρουν βέλτιστα αποτελέσματα σε αρκετά είδη ψαριών. Όμως, η ενσωμάτωση μεγάλων ποσοτήτων στη διατροφή, μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική συσσώρευση λίπους στη κοιλιακή χώρα (περιεντερικά) και τους ιστούς.

Η ενσωμάτωση λιπών στη δίαιτα των ψαριών συνοδεύεται με παράλληλη χρήση αντιοξειδωτικών διότι τα  $\omega 3$  PUFA οξειδώνονται εύκολα αλλοιώνοντας και άλλα συστατικά της τροφής (πρωτεΐνες, ένζυμα, αμινοξέα).

Βιομηχανικές τροφές που περιείχαν οξειδωμένα ιχθυάλευρα, όταν χρησιμοποιήθηκαν δια την διατροφή σολομού (Chinook) προκάλεσαν

- ✓ Αναιμία
- ✓ Λήθαργο
- ✓ Ανωμαλίες στα νεφρά και τα βράγχια
- ✓ Καφεκίτρινη χρώση συκωτιού



*Πλέον της χρήσης αντιοξειδοτικών, για να αποφευχθεί το τάγγισμα των ω3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων και οι επακόλουθες αρνητικές επιπτώσεις στα ψάρια που καταναλώνουν τις τροφές που τα εμπεριέχουν πρέπει:*

- ✓ *Να χρησιμοποιούνται μόνο φρέσκα έλαια με χαμηλές τιμές υπεροξειδίου για την παρασκευή των τροφών και*
- ✓ *Να πληρούνται οι κατάλληλες για την προετοιμασία και την αποθήκευση των τροφών προϋποθέσεις.*

*Η έτοιμη τροφή πρέπει να αποθηκεύεται κατά προτίμηση σε αεροστεγείς συσκευασίες σε χώρους με χαμηλές θερμοκρασίες και με ελάχιστη έκθεση σε παράγοντες που επιταχύνουν την οξείδωση των λιπών (πχ UV ακτινοβολία )*

# ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΤΡΟΦΕΣ

Πεπτικότητα και Απορρόφηση των Τροφών



Η διατροφική αξία μιας δίαιτας δεν κρίνεται μόνο από την χημική της σύσταση αλλά και από την **πεπτικότητά** της.

Ο όρος **πεπτικότητα** περιγράφει το ποσοστό των θρεπτικών ή της ενέργειας στην καταναλισκόμενη τροφή που δεν αποβάλλεται με τα περιττώματα αλλά χρησιμοποιείται από τα ψάρια για την κάλυψη των μεταβολικών τους αναγκών. Αναφέρεται διεθνώς ως «**Digestible Energy**» (DE), και αφορά στην ενέργεια που παρέχεται τόσο από τις πρωτεΐνες όσο και από τα λίπη και τους υδατάνθρακες που αφομοιώθηκαν .

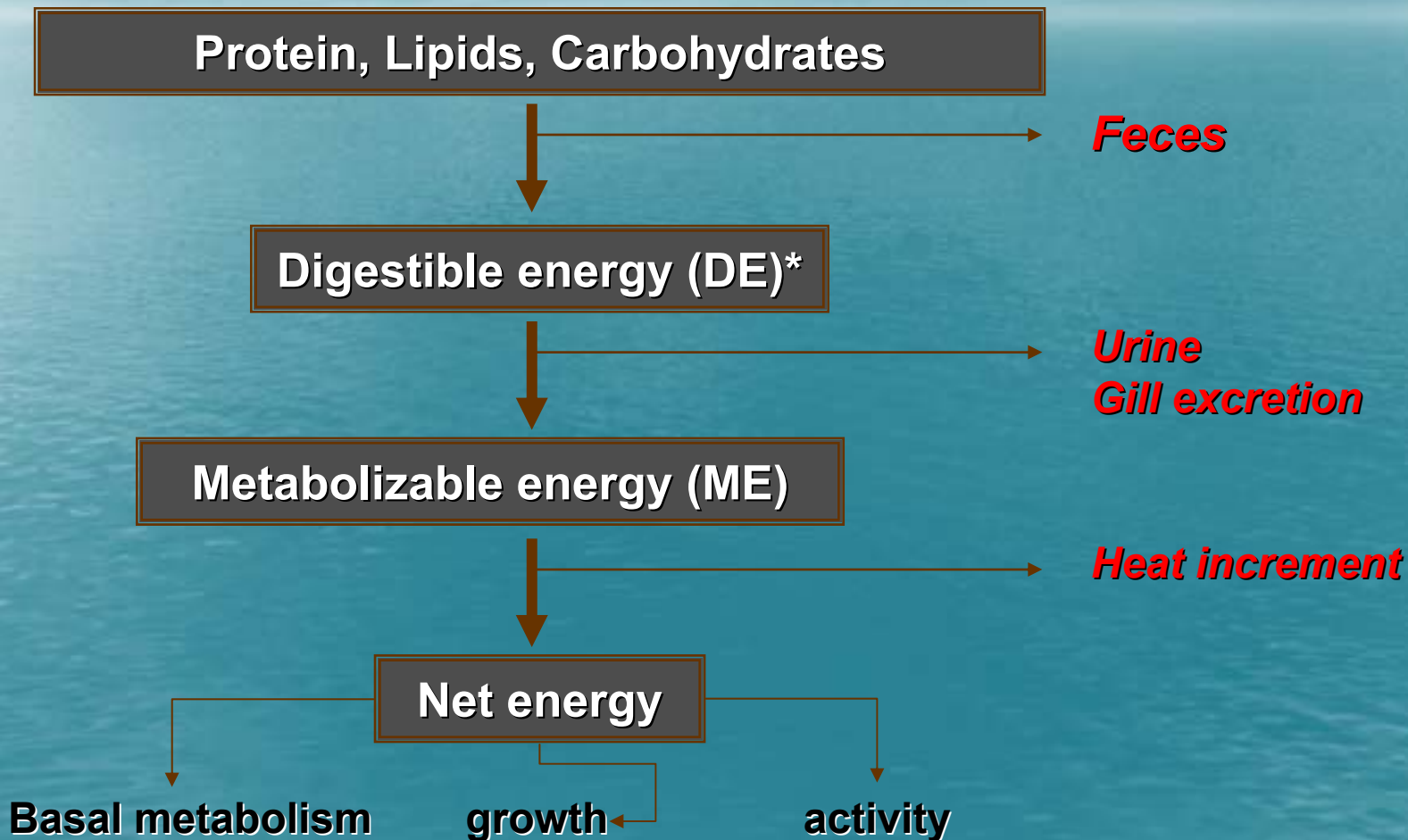
## Η πεπτικότητα μετριέται

**Έμμεσα**, με ενσωμάτωση στην τροφή μη μεταβολίσιμης από τα ψάρια ουσίας (marker, π.χ. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), υποθέτοντας ότι θα εμφανιστεί όλη στα περιττώματα, όπου και αναζητείται και υπολογίζεται η πεπτικότητα της τροφής από τη διαφορά μεταξύ της συγκέντρωσης της ουσίας αυτής στην τροφή που χορηγήθηκε και στα περιττώματα

**Άμεσα**, με μέτρηση όλων των τροφών που καταναλώθηκαν από το ψάρι και των περιττωμάτων που προέκυψαν με τη χρήση μεταβολικού θαλάμου, στον οποίο συλλέγονται τα περιττώματα και υπολογίζεται η περιεκτικότητά τους στο ζητούμενο θρεπτικό

# ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΤΡΟΦΕΣ

## Κλασσικό Διάγραμμα Ροής Ενέργειας



\* Οι τιμές της DE χρησιμοποιούνται ευρύτατα κατά την Παρασκευή τροφών

# ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΤΡΟΦΕΣ

*Εξέλιξη της ποιότητας διατροφής*



**Τα τελευταία 15 χρόνια οι ιχθυοτροφές έχουν βελτιωθεί σε μεγάλο βαθμό, γεγονός που οφείλεται:**

- ✓ **Στη γνώση των διατροφικών απαιτήσεων των ψαριών**
- ✓ **Στις μεθόδους επεξεργασίας (π.χ. LT – low temperature dried)**
- ✓ **Στη βελτίωση της ποιότητας των πρώτων υλών**

**Οι επεξεργασμένες τροφές (extrusion):**

- ✓ **Δε θρυμματίζονται εύκολα**
- ✓ **Βουλιάζουν πιο αργά**
- ✓ **Επιτρέπουν την παρασκευή σιτηρεσίων υψηλής ενεργειακής αξίας**





## ΠΑΛΑΙΟΤΕΡΑ

*Τροφές με ασύμμετρα υψηλή Ενέργεια σε σύγκριση με τα θρεπτικά δομικά συστατικά τους (Ο.Λ. > 22 %)*

*Ενιαία σύσταση τροφής για όλα τα είδη ψαριών*

*Υψηλή ένταση διατροφής για όλα τα βιολογικά στάδια*

## ΤΩΡΑ

*Τροφές με σύμμετρη σχέση Ενέργειας και Θρεπτικών Συστατικών (Ο.Λ. < 22%)*

*Εξειδίκευση τροφής για κάθε Είδος ψαριού*

*Χαμηλή Ενταση Διατροφής*

# ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΤΡΟΦΕΣ

*Εξέλιξη της ποιότητας διατροφής*



Όμως, εξακολουθούν να καταβάλλονται εντατικές προσπάθειες για την περαιτέρω βελτίωσή τους καθώς και για την αντικατάσταση των ζωικών πρωτεϊνών με φυτικές ή πρωτεΐνες άλλης προέλευσης.

**Υποψήφια εναλλακτικά συστατικά πέραν των όσων αναφέρθηκαν είναι:**

- ✓ Τα Μικροφύκη
- ✓ Οι Ζύμες και
- ✓ Τα Φωτοσυνθετικά βακτήρια

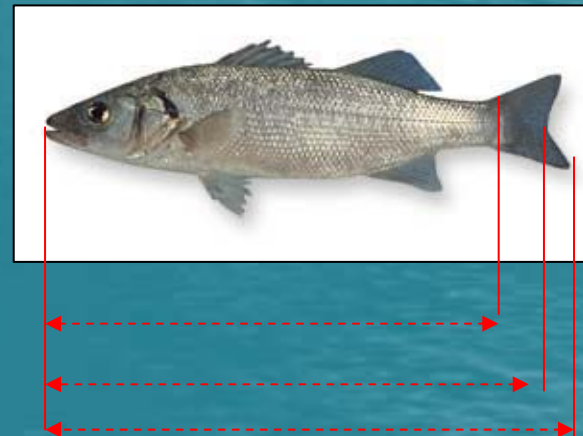
**Ειδικότερα, τα Μικροφύκη, λόγω της δυνατότητας εντατικοποίησης της παραγωγής τους με την χρήση φωτοβιοαντιδραστήρων αποτελούν μία πολλά υποσχόμενη λύση.**



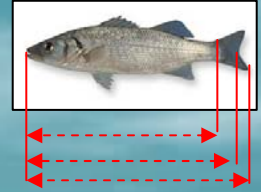
## ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Επειδή η ποιότητα της τροφής επηρεάζει την ποιότητα του ψαριού, για κάθε δίαιτα, κυρίως για κάθε νέα δίαιτα, πρέπει να γίνεται συνεχής έλεγχος των ζωοτεχνικών παραμέτρων που επηρεάζονται, όπως είναι:

- Η Ανάπτυξη (Μήκος, Βάρος, Δείκτης Ευρωστίας)
- Η Επιβίωση
- Ο Δείκτης μετατρεψιμότητας της τροφής
- Η Βιοχημ. Σύσταση (Λίπη, Πρωτεΐνες, κλπ)
- Η ποιοτική Σύσταση (Γεύση, Υφή, Χρώμα φιλέτου, Κλπ.)



# ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



**Απόλυτο Μήκος:**  $Y_2 - Y_1$

**Απόλυτος Ρυθμός Ανάπτυξης:**  $(Y_2 - Y_1)/(t_2 - t_1)$

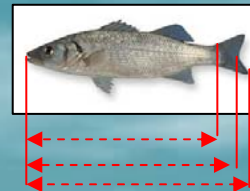
**Σχετική Ανάπτυξη:**  $(Y_2 - Y_1) / Y_1$

**Σχετικός ρυθμός ανάπτυξης:**  $(Y_2 - Y_1) / [Y_1(t_2 - t_1)]$

Όπου,  $Y_1$  και  $Y_2$  είναι αντίστοιχα το μήκος στην αρχή ( $t_1$ ) και το τέλος ( $t_2$ ) της προσμετρούμενης περιόδου

Η σχετική ανάπτυξη και ο σχετικός ρυθμός ανάπτυξης συχνά εκφράζονται επί τοις %

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



**Το μήκος** μετριέται εύκολα σε ζωντανά και συντηρημένα άτομα (στα συντηρημένα άτομα επέρχονται μεταβολές του μήκους που εξαρτώνται από την ηλικία του ψαριού και το μέσο συντήρησης)

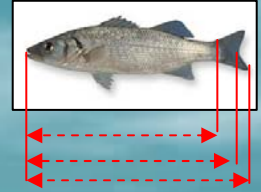
**Το βάρος** επίσης μετριέται εύκολα στο εργαστήριο και στο πεδίο σε ζωντανά και συντηρημένα άτομα

Όταν το μήκος ( $L$ ) και το βάρος ( $wt$ ) μετρηθούν ο **δείκτης ευρωστίας** ( $K$ ) μπορεί να υπολογιστεί:

$$K = wt / (L)^3$$

**Ο δείκτης ευρωστίας** δείχνει την διατροφική κατάσταση του ατόμου

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

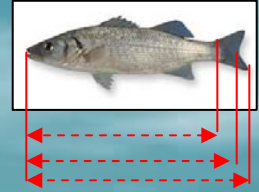


**Το υγρό βάρος** (σε ζωντανά ψάρια): Το ψάρι ζυγίζεται μέσα (μικρότερη καταπόνηση) ή έξω από το νερό

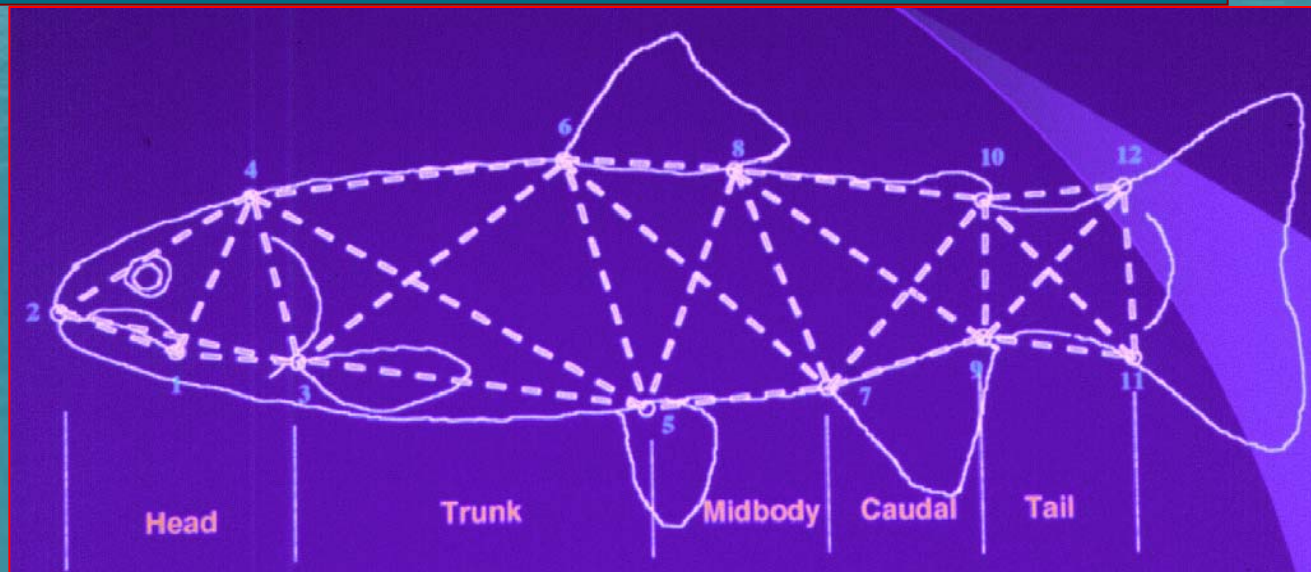
**Το ξηρό βάρος** (σε νεκρά ψάρια): Το ψάρι αφυδατώνεται (συνήθως σε 110°C για 24 h) μέχρι σταθεροποίησης της τιμής του βάρους που λαμβάνεται

**Το βάρος τέφρας** μετριέται μετά από τοποθέτηση σε 450-500°C των ψαριών για  $\leq 24$  h

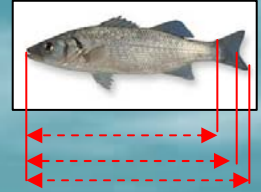
# ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



**Το σχήμα του σώματος** (φωτογραφίες ψαριών): Τοποθετούνται 'landmarks' σε σταθερά σημεία περιμετρικά του σώματος και προσδιορίζονται οι αποστάσεις μεταξύ τους με "**plotting**" σε σύστημα ανάλυσης εικόνας.



# ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



**Ηπατοσωματικός δείκτης (HSI)** : Όταν προσλαμβάνει μεγάλες ποσότητες ενέργειας, το ψάρι αποθηκεύει το περίσσειμα στο συκώτι (γλυκογόνο). Έτσι, το σχετικό μέγεθος του συκωτιού εξαρτάται από την διατροφική του κατάσταση

$$HSI = (\text{βάρος συκωτιού} - \text{βάρος σώματος}) \times 100$$



# ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

*Βιοχημική προσέγγιση*

Μεταβολές στην **πρωτεΐνη του μυός** αποτελούν δείκτες της ανάπτυξης . Η ανάλυση των πρωτεϊνών γίνεται με κλασικές μεθόδους (Kjeldahl, Φασματοφωτομετρικές).

**Λίπη:** Από την ποσότητα στην οποία βρίσκονται μπορεί να εκτιμηθεί η φυσιολογική κατάσταση των ατόμων.

Η **ενέργεια** που περικλείεται στην σάρκα ή την τροφή, σε όργανα και ιστούς μετριέται άμεσα με την χρήση θερμιδομέτρου.

# ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

*Βιοχημική προσέγγιση*

**Πρωτεϊνοσύνθεση:** χορηγούνται ραδιενεργά αμινοξέα και μετριέται η ραδιενέργεια που ενσωματώνεται στις πρωτεΐνες. (μέθοδος δύσκολη, ακριβή και χρονοβόρα)

**Νουκλεϊκά οξέα** (σχέση RNA:DNA στους ιστούς). Το DNA είναι σταθερό αλλά το RNA μεταβάλλεται με τον ρυθμό πρωτεϊνοσύνθεσης

# ΚΥΡΙΕΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- *Brett, J.R., and Groves D. D. Physiological energetics. Fish Physiology (W.S.Hoar and Randal D.J. Eds), Vol. VIII, 279-352 pp. Academic Press N.Y.*
- *Blom, J.H. and Dabrowski K., (1996), Ascorbic acid metabolism in fish: is there a maternal effect on the progeny?, Aquaculture 147, 215-224*
- *Cyrino J.E.P., Bureau D.P. and Kapoor B.G. Eds., 2008. Feeding and digestive functions of Fishes. Science Publishers. 575pp*
- *Gatlin D.M., 1997, Critical evaluation of Current Data on the Nutrient Requirements of Fish and Crustacea, Fish and Shellfish Nutrition, Committee III/2, IUNS, p. 31*
- *Grahl-Madsen, E. and Lie, Ø., (1997), Effects of different levels of vitamin K in diets for cod (Gadus morhua), Aquaculture 15, (1), 269-274*
- *Gatlin D.M., 1997, Critical evaluation of Current Data on the Nutrient Requirements of Fish and Crustacea, Fish and Shellfish Nutrition, Committee III/2, IUNS, p. 31*
- *Halver, J. E., (1989) Fish Nutrition, 2nd Ed, Academic Press*
- *Hamre, K., Baeverfjord, G., Harboe, T., (2005), Macronutrient composition of formulated diets for Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus, L.) juveniles, II: protein/lipid levels at low carbohydrate, Aquaculture 244, 283-291*

- *Hamre, K., Ofsti, A., Nass, T., Nortvedt, R., Holm, J.C., (2003), Macronutrient composition in formulated diets for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L.) juveniles-a multivariate approach, Aquaculture 227, 233-244*
- *Hemrea, G.I., Dengb, D.F., Wilsonb, R.P., Berntssena, M.H.G., (2004), Vitamin A metabolism and early biological responses in juvenile sunshine bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) fed graded levels of vitamin A, Aquaculture 235, 645-658*
- *Huang, H., Huang, L., (2004), Effect of dietary vitamin E on growth, tissue lipid peroxidation, and liver glutathione level of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*, fed oxidized oil, Aquaculture 237, 381-389*
- *Lin, Y.H. and Shiau, S.Y., (2005), Dietary vitamin E requirement of grouper, *Epinephelus malabaricus*, at two lipid levels, and their effects on immune responses, Aquaculture 248, 235-244*
- *Merchie, G., Lavens, P., Sorgeloos, P., (1997), Optimization of dietary vitamin C in fish and crustacean larvae: a review, Aquaculture 155, 165-181*
- *Mommsen, T.P. and Plisetskaya, E.M., (1991) Insulin in fish and agnathans: History, structure and metabolic regulation, Rev. Aquat. Sci. 4, 225-259*
- *Murakami, Y., (1970), In: Fish Nutrition (Halver J.E. and Hardy R.W., eds), 3rd Edit, Academic Press, New York, p.259-308*

- *National Academies Press, “Nutrient Requirements of Fish”, (1993), National Research Council of Washington*
- *Sargent J. R., Bell G., McEvoy L., Tocher D., Estevez A., (1999), Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish, Aquaculture 177, 191-199.*
- *Santosh P.Lall, 2000. “Nutrition and health of fish”. National Research Council of Canada, Institute for Marine Biosciences, p.13-23.*
- *Seenappa, D. and Devaraj, K.V., (1995), Effect of different levels of protein, fat and carbohydrate on growth, feed utilisation and body carcass composition of fingerlings in Catla catla (Ham.), Aquaculture 129, 243-249*
- *Wilson, R.P., (1994), Review Utilization of dietary carbohydrate by fish, Aquaculture 124, 67-80*
- *Woodward, B., (1994), Review, Dietary vitamin requirements of cultured young fish, with emphasis on quantitative estimates for salmonids, Aquaculture 124, 133-168*



**ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΣ**

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΣ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΣ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΣ