

ΤΕΙ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ - ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ - ΑΛΙΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέμα:

ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΡΟΦΗΣ & ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ  
ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝΤΑΙ ΣΤΑ ΨΑΡΙΑ ΛΟΓΩ  
ΕΛΛΕΙΨΗΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΖΟΥΓΑΝΕΛΗ ΠΕΤΡΙΝΑ  
ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 1997

Αρ. Σειρ. 706

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 2. ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ

#### 2.1 ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ

- 2.1.1 Αργινίνη
- 2.1.2 Ιστιδίνη
- 2.1.3 Ισολευκίνη
- 2.1.4 Λευκίνη
- 2.1.5 Λυσίνη
- 2.1.6 Μεθειονίνη και κυστίνη
- 2.1.7 Φαινυλαλανίνη και τυροσίνη
- 2.1.8 Θρεονίνη
- 2.1.9 Βαλίνη
- 2.1.10 Τρυπτοφάνη

#### 2.2 ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ

- 2.2.1 Θειαμίνη
- 2.2.2 Ριβοφλαβίνη
- 2.2.3 Πυριδοξίνη
- 2.2.4 Παντοθενικό οξύ
- 2.2.5 Νιασίνη
- 2.2.6 Βιοτίνη
- 2.2.7 Φολικό οξύ
- 2.2.8 Βιταμίνη B12
- 2.2.9 Ασκορβικό οξύ
- 2.2.10 Ινοσιτόλη
- 2.2.11 Χολίνη
- 2.2.12 Βιταμίνη A
- 2.2.13 Βιταμίνη D

2.2.14 Βιταμίνη E

2.2.15 Βιταμίνη K

### 2.3 ΛΙΠΗ

2.3.1 Πέψη-Απορρόφηση-Αποθήκευση

2.3.2 Μεταφορά στους εξωηπατικούς ιστούς

2.3.3 Βιοσύνθεση

2.3.4 Αποκορεσμός και επιμήκυνση των λιπαρών οξέων

2.3.5 Επίδραση των διαιτητικών λιπών

2.3.6 Διαιτητική ενέργεια.

2.3.7 Απαραίτητα λιπαρά οξέα

### 2.4 ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ

2.4.1 Ομαδοποίηση και χημεία

2.4.1.1 Πεντόζες

2.4.1.2 Εξόζες

2.4.2 Δισακχαρίτες

2.4.3 Ολιγοσακχαρίτες

2.4.4 Πολυσακχαρίτες

2.4.5 Ο μεταβολισμός των υδατανθράκων στα ψάρια

2.4.6 Πέψη-Απορρόφηση-Αποθήκευση

2.4.7 Μετατροπή της ενέργειας

### 2.5 ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.5.1 Ασβέστιο και Φώσφορος

2.5.2 Μαγνήσιο

2.5.3 Σίδηρος

2.5.4 Μαγγάνιο

2.5.5 Ψευδάργυρος

2.5.6 Ιώδιο

2.5.7 Σελήνιο

### **3. ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΛΟΓΩ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΩΝ ΕΛΛΕΙΨΕΩΝ**

- 3.1 Εισαγωγή
- 3.2 Ανισορροπία διαιτητικών πρωτεϊνών
  - 3.2.1 Έλλειψη βασικών αμινοξέων
- 3.3 Έλλειξη βασικών λιπαρών οξέων
- 3.4 Διατροφικές ελλείψεις βασικών μετάλλων
  - 3.4.1 Τοξικότητα μετάλλων
- 3.5 Έλλειψη βιταμινών
  - 3.5.1 Τοξικότητα ορισμένων βιταμινών
- 3.6 Σημαντικότερα παθολογικά φαινόμενα

### **4. ΕΙΔΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΤΣΗΠΟΥΡΑ**

### **5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**





## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της πτυχιακής αυτής εργασίας είναι η πραγματοποίηση μιας ανασκόπησης της βιβλιογραφίας που σχετίζεται με τις διατροφικές απαιτήσεις των καλλιεργούμενων ψαριών και τα παθολογικά φαινόμενα που παρουσιάζονται σε αυτά λόγω διαιτητικών ελλείψεων. Εξετάζεται, με άλλα λόγια, η σημασία των διαφόρων στοιχείων της τροφής, ποσοτικά, στην ανάπτυξη των ιχθύων.

Η εξασφάλιση της καλής υγείας και άριστης ανάπτυξης των ψαριών είναι ο βασικός σκοπός των υδατοκαλλιεργειών, αφού μόνο με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η βέλτιστη ποιότητα του προϊόντος, και γενικά η ικανοποίηση των standards μιας παραγωγής. Είναι απαραίτητος, λοιπόν, ο έγκυρος και έγκαιρος έλεγχος των παραγόντων που αφορούν στην υγεία των ιχθύων.

Η απόδοση μιας μονάδας ιχθυοκαλλιέργειας εξαρτάται από τη σωστή χορήγηση της τροφής, ποιοτικά και ποσοτικά, η οποία είναι καθοριστικός παράγοντας της γρήγορης / επιθυμητής ανάπτυξης των ψαριών, καθώς και από τη διατήρηση της άριστης κατάστασης της υγείας και υγιεινής τους. Μέχρι σήμερα έχουν γίνει πολλά πειράματα με σκοπό τον ακριβή προσδιορισμό των διατροφικών απαιτήσεων των εμπορικών ειδών, και κυρίως των σολωμοειδών. Κατά την διάρκεια αυτών των πειραματικών χορηγήσεων τροφής, καταγράφηκαν και τα συμπτώματα έλλειψης διαφόρων συστατικών. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι η παθολογία των ιχθύων εντοπίζεται όχι μόνο σε ασθένειες προκαλούμενες από αυξημένο μικροβιακό φορτίο, αλλά και σε ασθένειες μεταβολισμού.

Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει μολύνσεις από παθογόνους οργανισμούς μεταφερόμενους κυρίως μέσω του νερού, των οποίων η δράση είναι πιο καταλυτική όταν ο οργανισμός είναι εξασθετισμένος λόγω δυσμενών συνθηκών διαβίωσης / στρες.

Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει ασθένειες οφειλόμενες στην διατροφή. Πρόκειται βέβαια, περισσότερο για γενικότερα σύνδρομα και συχνά η ανορεξία και η φτωχή ανάπτυξη είναι ό,τι μπορεί να παρατηρηθεί εκ πρώτης όψεως. Όμως, μετά από συνεχή και μακροχρόνια εργαστηριακή μελέτη έχουν εντοπιστεί με μεγαλύτερη λεπτομέρεια οι συνέπειες της ανεπαρκούς ικανοποίησης των διατροφικών απαιτήσεων των ιχθύων στη φυσιολογική τους κατάσταση.

# Υδατάνθρακες

Πρωτεΐνες

χεία

Ιχνοστοιχεία

Βιταμίνες

πρωτεΐνες

Ιχνοστοιχεία Πρωτεΐνες

Πρωτεΐ

Βιταμίνες Πρωτεΐνες Υδατάνθρακες

Πρωτεΐνες

Υδατάνθρακες

Λίπη

Λίπη Βιταμίνες

Βιταμίνες

Υδατάνθρακες

Ιχνοστοιχεία

Λίπη Πρωτεΐνες Βιταμίνες Βιταμίνες Βιταμίνες Πρωτεΐνες Ιχνο

Βιταμίνες Ιχνοστοιχεία

Ιχνοστοιχεία Βιταμίνες

Λίπη Βιταμίνες

Βιταμίνες

Ιχνοστοιχεία

Υδατάνθρακες Πρωτεΐνες

Πρωτεΐνες

Βιταμίνες

Υδατάνθρακες

Υδατάνθρακες

Λίπη

Λίπη

Βι

Πρωτεΐνες Βιταμίνες

Ιχνοστοιχεία

Ιχνοστοιχεία

Λίπη Πρωτεΐνες

Λίπη

Βιταμίνες

Πρωτεΐνες

ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ

ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ



## 2.ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ

### 2.1 ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ

Οι πρωτεΐνες είναι μεγάλες σύνθετες οργανικές ενώσεις οι οποίες παίζουν σημαντικό ρόλο στη δομή και λειτουργία των φυτών και των ζώων. Τα ζώα σε αντίθεση με τα φυτά δεν μπορούν να τις συνθέσουν χρησιμοποιώντας απλά ανόργανα συστατικά, αλλά πρέπει να τις προσλάβουν μέσω της διατροφής τους ή να τις συνθέσουν με την βοήθεια εντεροβακτηρίων. Οι πρωτεΐνες αποτελούνται κυρίως από αμινοξέα, τα οποία συνδέονται με πεπτιδικούς δεσμούς. Μερικά από τα αμινοξέα συντίθενται από τα ζώα, ενώ άλλα όχι. Τα τελευταία ονομάζονται βασικά. Για τα ψάρια και τα οστρακοειδή τα βασικά αμινοξέα είναι : *αργινίνη, ιστιδίνη, ισολευκίνη, λευκίνη, λυσίνη, μεθειονίνη, φαινυλαλανίνη, θρεονίνη, βαλίνη και τρυπτοφάνη.*

Οι πρωτεΐνες αποτελούν το 65-75% του ολικού ξηρού βάρους των ψαριών. Οι πρωτεΐνες με την πέψη ή την υδρόλυση ελευθερώνουν αμινοξέα, τα οποία απορροφούνται από το εντερικό σύστημα και μεταφέρονται μέσω του αίματος στα διάφορα όργανα και ιστούς. Απαιτείται συχνή πρόσληψη πρωτεϊνών ή αμινοξέων από τους οργανισμούς γιατί τα αμινοξέα χρησιμοποιούνται συνεχώς από τα ψάρια, είτε για την κατασκευή νέων πρωτεϊνών (κατά την διάρκεια της ανάπτυξης ή της αναπαραγωγής), είτε για την αντικατάσταση των ήδη υπάρχοντων πρωτεϊνών (συντήρηση).

Ανεπαρκής ποσότητα πρωτεΐνης στη διατροφή έχει ως αποτέλεσμα την αναστολή της ανάπτυξης και τη μείωση του σωματικού βάρους λόγω της λήψης πρωτεϊνών από λιγότερο ζωτικούς ιστούς ώστε να εκτελούνται οι λειτουργίες των πιο ζωτικών ιστών.

Από την άλλη πλευρά, όταν παρέχονται μεγάλες ποσότητες πρωτεΐνης, μόνο ένα μέρος τους θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή νέων πρωτεϊνών, ενώ το υπόλοιπο θα μετατραπεί σε ενέργεια.

Οι απαιτήσεις σε πρωτεΐνες διάφορων ειδών αναγράφονται στον **πίνακα 2.1**.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1** Απαιτήσεις σε πρωτεΐνες σύμφωνα με τον Halver

| <b>ΕΙΔΗ ΨΑΡΙΩΝ</b> | <b>ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ(%)</b> | <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>       |
|--------------------|----------------------|---------------------------|
| Channel catfish    | 32-36                | Garling and Wilson (1976) |
| Chinook salmon     | 40                   | DeLong et al.(1958)       |
| Coho salmon        | 40                   | Zeitoun et al.(1974)      |
| Common carp        | 38                   | Ogino and Saito(1970)     |
| Gilthead bream     | 40                   | Sabaut and Luquet(1973)   |
| Japanese eel       | 44.5                 | Nose and Arai(1972)       |
| Rainbow trout      | 45                   | Halver et al (1964)       |
| Red sea bream      | 55                   | Yone(1976)                |
| Sockeye salmon     | 45                   | Halver et al (1964)       |
| Tilapia nilotica   | 30                   | Wang et al.(1985)         |
| Tilapia mosambica  | 40                   | Jauncey(1982)             |

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις απαιτήσεις των ψαριών σε πρωτεΐνες είναι:

1. Μέγεθος και ηλικία

Γενικά, οι πρωτεϊνικές απαιτήσεις των ψαριών μειώνονται με την αύξηση του μεγέθους και της ηλικίας. Για παράδειγμα το άριστο επίπεδο πρωτεΐνης για τα σολωμοειδή πολύ μικρής ηλικίας είναι 45-50%, ενώ για τα λίγο μεγαλύτερα (juveniles and yearlings) είναι περίπου 35%.

2. Θερμοκρασία

Έχει αποδειχθεί ότι οι αλλαγή της θερμοκρασίας του νερού μπορεί να προκαλέσει μεταβολές στις πρωτεϊνικές απαιτήσεις μερικών ψαριών, ενώ δεν φαίνεται να επηρεάζει άλλα. Για παράδειγμα ο ροζ σολωμός (Chinook salmon) βρέθηκε ότι χρειάζεται 40% πρωτεΐνη στους 8ο C και 55% πρωτεΐνη στους 15ο C, σε αντίθεση με την πέστροφα, η οποία δεν παρουσίασε διαφορά πρωτεϊνικών απαιτήσεων σε θερμοκρασιακό εύρος 9-18ο C.

## ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ - ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΑΖΩΤΟΥ

Οι ανάγκες ενός ζώου σε πρωτεΐνες καλύπτονται όταν διατηρείται η ισορροπία του αζώτου. Αυτή η ισορροπία υφίσταται όταν η πρόσληψη του αζώτου είναι ίση με την αποβολή του από τον οργανισμό. Σε αυτήν την περίπτωση δεν υπάρχει αλλαγή του σωματικού βάρους. Η ικανοποίηση των πρωτεϊνικών αναγκών εξαρτάται από την συνεχή αντικατάσταση των αμινοξέων, τα οποία συμβάλλουν στην σύνθεση των πρωτεϊνών.

### ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΡΩΤΕΙΝΩΝ

Αν και πολλοί ερευνητές μελέτησαν τις απώλειες λόγω ενδογενούς απεκκρίσεως, λίγοι κατάφεραν να προσδιορίσουν τις ανάγκες σε πρωτεΐνες. Σύμφωνα με τον Halver οι Ogino και Chen (1973) υπολόγισαν την αναγκαία ποσότητα πρωτεΐνης για τον κυπρίνο (*Cyprinus carpio*) στα 0.95 γραμμάρια πρωτεΐνης / κιλό σωματικού βάρους / ημέρα, ενώ οι Kaushik et al. (1981) υπολόγισαν ότι η πέστροφα χρειάζεται 1.6 γραμμάρια / κιλό σωματικού βάρους/ ημέρα.

#### 2.1.1 ΑΡΓΙΝΙΝΗ

Οι απαιτήσεις σε αργινίνη φαίνονται αναλυτικά στον **πίνακα 2.2**. Από ό,τι φαίνεται ο σολωμός έχει την υψηλότερη απαίτηση, περίπου 6%, ενώ στα άλλα είδη η απαίτηση σε αργινίνη είναι χαμηλότερη, περίπου 4-5%. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι η ανάγκη της ενήλικης πέστροφας σε αργινίνη επηρεάζεται από την αλατότητα. Σύμφωνα με υπολογισμούς που έχουν γίνει από διάφορους επιστήμονες η πέστροφα απαιτεί 3.3% αργινίνη όντας σε γλυκά νερά, 2.8% όταν η αλατότητα είναι 20ppt και 2.2% σε θαλασσινό νερό.

Όσον αφορά στο γόνο όμως, έχει παρατηρηθεί ότι η απαίτηση σε αργινίνη σε αλατότητα 10ppt είναι 40% και σε αλατότητα 20ppt είναι 45%.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2** Απαιτήσεις σε αργινίνη σύμφωνα με τον Halver

| ΕΙΔΗ ΨΑΡΙΩΝ     | ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ          | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ             |
|-----------------|---------------------|--------------------------|
| Chinook salmon  | 6.0(2.4/40)         | Klein and Halver(1970)   |
| Coho salmon     | 5.8(2.3/40)         | Klein and Halver(1970)   |
| Common carp     | 4.3(1.6/38.5)       | Nose(1979)               |
| Japanese eel    | 4.5(1.7/37.7)       | Arai(Nose,1979)          |
| Channel catfish | 4.3(1.0/24)         | Robinson et al (1981)    |
| Rainbow trout   | 3.3(1.2/36)         | Kaushik(1979)            |
| Gilthead bream  | 5.0(1.7/34)         | Luquet and Sabaut(1974)  |
| Tilapia         |                     |                          |
| T. mossambica   | <4.01(1.6/40)       | Jackson and Capper(1982) |
| T. nilotica     | 3.5-4.4(1.0-1.2/28) | Santiago(1985)           |

### 2.1.2 ΙΣΤΙΔΙΝΗ

Οι απαιτήσεις των ψαριών σε ιστιδίνη παρουσιάζονται στον **πίνακα 2.3**. Από ότι παρατηρήθηκε οι απαιτήσεις των ψαριών που μελετήθηκαν, κυμαίνονται από 1.5% έως 2.1% της πρωτεΐνης.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3** Απαιτήσεις σε ιστιδίνη σύμφωνα με τον Halver

| ΕΙΔΗ ΨΑΡΙΩΝ      | ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ      | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ           |
|------------------|-----------------|------------------------|
| Chinook salmon   | 1.8(0.7/40)     | Klein and Halver(1970) |
| Chum salmon      | 1.6(0.7/40)     | Akiyama et al.(1985a)  |
| Coho salmon      | 1.8(0.7/40)     | Klein and Halver(1970) |
| Common carp      | 2.1(0.8/38)     | Nose(1979)             |
| Japanese eel     | 2.1(0.8/38)     | Arai(Nose,1979)        |
| Channel fish     | 1.5(0.4/24)     | Wilson et al.(1980)    |
| Tilapia nilotica | 1.3-1.9(0.4/28) | Santiago(1985)         |



### 2.1.3 ΙΣΟΛΕΥΚΙΝΗ

Οι απαιτήσεις των διαφόρων ψαριών σε ισολευκίνη παρουσιάζονται στον **πίνακα 2.4**. Γενικά το απαιτούμενο επίπεδο είναι 2.0-2.6% για τα περισσότερα είδη που μελετήθηκαν εκτός από το γιαπωνέζικο χέλι, το οποίο έχει πολύ μεγαλύτερες απαιτήσεις.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4** Απαιτήσεις σε ισολευκίνη σύμφωνα με τον Halver

| <b>ΕΙΔΗ ΨΑΡΙΩΝ</b> | <b>ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ</b> | <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> |
|--------------------|-------------------|---------------------|
| Chinook salmon     | 2.2(0.9/41)       | Chance et al.(1964) |
| Common carp        | 2.5(0.9/38)       | Nose(1979)          |
| Japanese eel       | 4.0(1.5/38)       | Arai(Nose,1979)     |
| Channel catfish    | 2.6(0.6/24)       | Wilson et al.(1980) |
| Lake trout         | 2.0-2.6(0.6/27))  | Hughes et al.(1983) |
| Tilapia nilotica   | 3.2(0.9/28)       | Santiago(1985)      |

### 2.1.4 ΛΕΥΚΙΝΗ

Οι απαιτήσεις σε λευκίνη καταγράφονται στον **πίνακα 2.5**. Γενικά η απαιτούμενη λευκίνη στα είδη που μελετήθηκαν είναι μεταξύ 3.3 και 4.0% πρωτεΐνης εκτός από το χέλι που φαίνεται ότι έχει πολύ υψηλότερες ανάγκες.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5** Απαιτήσεις σε λευκίνη σύμφωνα με τον Halver

| <b>ΕΙΔΗ ΨΑΡΙΩΝ</b> | <b>ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ</b> | <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> |
|--------------------|-------------------|---------------------|
| Chinook salmon     | 3.9(1.6/41)       | Chance et al.(1964) |
| Common carp        | 3.3(1.3/38.5)     | Nose(1979)          |
| Japanese eel       | 5.3(2.0/37.7)     | Arai(Nose,1979)     |
| Channel catfish    | 3.5(0.8/24)       | Wilson et al.(1980) |
| Lake trout         | 3.5-4.6(1.2/27)   | Hughes et al.(1983) |
| Tilapia nilotica   | 2.8-3.6(0.9/28)   | Santiago(1985)      |

#### 2.1.5 ΒΑΛΙΝΗ

Οι απαιτήσεις των ψαριών σε βαλίνη παρουσιάζεται στον **πίνακα 2.6** . Σύμφωνα με τα δεδομένα η απαίτηση σε βαλίνη κυμαίνεται από 3 έως 4% πρωτεΐνης.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.6** Απαιτήσεις σε βαλίνη σύμφωνα με τον Halver

| <b>ΕΙΔΗ ΨΑΡΙΩΝ</b> | <b>ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ</b> | <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> |
|--------------------|-------------------|---------------------|
| Chinook salmon     | 3.2(1.3/40)       | Chance et al.(1964) |
| Common carp        | 3.6(1.4/38.5)     | Nose(1979)          |
| Channel catfish    | 3.0(0.71/24)      | Wilson et al.(1980) |
| Lake trout         | 2.6-3.3(0.7/24)   | Hughes et al.(1983) |
| Tilapia nilotica   | 2.3-3.0(0.7/28)   | Santiago(198        |

## 2.1.6 ΛΥΣΙΝΗ

Οι απαιτήσεις των ψαριών σε λυσίνη φαίνονται στον **πίνακα 2.7**. Μια ελαφρώς χαμηλότερη τιμή της λυσίνης παρατηρήθηκε στην πέστροφα. Η χαμηλότερη τιμή που σημειώθηκε στην τιλάπια μπορεί να οφείλεται στον χαμηλό ρυθμό ανάπτυξης και / ή στον τύπο της διαίτας που χρησιμοποιήθηκε.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.7** Απαιτήσεις σε λυσίνη σύμφωνα με τον Halver

| ΕΙΔΗ ΨΑΡΙΩΝ          | ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ          | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ             |
|----------------------|---------------------|--------------------------|
| Chinook salmon       | 5.0(2.0/40)         | Halver et al (1958)      |
| Chum salmon          | 4.8(1.9/40)         | Akiyama et al.(1958)     |
| Common carp          | 5.7(2.2/38.5)       | Nose(1979)               |
| Japanese eel         | 5.3(2.0/37.7)       | Arai(Nose,1979)          |
| Channel catfish      | 5.0(1.5/30)         | Robinson et al.(1980b)   |
| Rainbow trout        | 3.7(1.3/35)         | Kim and Kayes(1982)      |
| Gilthead bream       | 5.0(1.7/34)         | Luquet and Sabaut(1974)  |
| Tilapia sp.          |                     |                          |
| <i>T. mossambica</i> | 4.1(1.6/40)         | Jackson and Capper(1982) |
| <i>T. nilotica</i>   | 4.6-5.6(1.3-1.6/28) | Santiago(1985)           |

## 2.1.7 ΦΑΙΝΥΛΑΛΑΝΙΝΗ ΚΑΙ ΤΥΡΟΣΙΝΗ

Τα δύο αυτά αρωματικά αμινοξέα είναι απαραίτητα για την σύνθεση των πρωτεϊνών καθώς και για άλλες φυσιολογικές λειτουργίες των ψαριών. Στον **πίνακα 2.8** που ακολουθεί παρουσιάζονται οι απαιτήσεις σε φαινυλαλανίνη και τυροσίνη

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.8** Απαιτήσεις σε φαινυλαλανίνη και τυροσίνη σύμφωνα με τον Halver

| <b>ΕΙΔΗ ΨΑΡΙΩΝ</b> | <b>ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ</b> | <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>    |
|--------------------|-------------------|------------------------|
| Chinook salmon     | 5.1(2.1/41)       | Chance et al.(1964)    |
| Common carp        | 6.5(2.5/38)       | Nose(1979)             |
| Japanese eel       | 5.8(2.2/38)       | Arai(Nose,1979)        |
| Channel catfish    | 5.0(1.2/24)       | Robinson et al.(1980b) |

#### 2.1.8 ΜΕΘΕΙΟΝΙΝΗ ΚΑΙ ΚΥΣΤΙΝΗ

Οι απαιτήσεις σε μεθειονίνη και κυστίνη καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα (2.9). Στα περισσότερα είδη το απαιτούμενο ποσοστό είναι 3% με εξαίρεση τον ροζ σολωμό και την τσιπούρα (4%) και το γατόψαρο (2.3%).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.9** Απαιτήσεις σε μεθειονίνη και κυστίνη σύμφωνα με τον Halver

| <b>ΕΙΔΗ ΨΑΡΙΩΝ</b> | <b>ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ</b> | <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>     |
|--------------------|-------------------|-------------------------|
| Chinook salmon     | 4.0(1.6/40)       | Halver et al.(1959)     |
| Common carp        | 3.1(1.2/38)       | Nose(1979)              |
| Japanese eel       | 3.2(1.2/38)       | Arai(Nose,1979)         |
| Channel catfish    | 2.3(0.6/24)       | Harding et al.(1977)    |
| Rainbow trout      | 2.9(1.0/35)       | Kim et al.(1984)        |
| Gilthead bream     | 4.0(1.4/34)       | Luquet and Sabaut(1974) |



### 2.1.9 ΘΡΕΟΝΙΝΗ

Τα απαιτούμενα ποσοστά σε θρεονίνη παρουσιάζονται στον **πίνακα 2.10**. Το γιαπωνέζικο χέλι και ο κοινός κυπρίνος φαίνεται ότι έχουν μεγαλύτερη ανάγκη σε θρεονίνη από ότι ο ροζ σολωμός και το γατόψαρο.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.10** Απαιτήσεις σε θρεονίνη σύμφωνα με τον Halver

| ΕΙΔΗ ΨΑΡΙΩΝ     | ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ  | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ          |
|-----------------|-------------|-----------------------|
| Chinook salmon  | 2.2(0.9/40) | DeLong et al.(1962)   |
| Chum salmon     | 3.0(1.2/40) | Akiyama et al.(1985a) |
| Common carp     | 3.9(1.5/38) | Nose(1979)            |
| Japanese eel    | 4.0(1.5/38) | Arai(Nose,1979)       |
| Channel catfish | 2.0(0.5/24) | Wilson et al.(1978)   |
| T. nilotica     | 3.6(1.0/28) | Santiago(1985)        |

### 2.1.10 ΤΡΥΠΤΟΦΑΝΗ

Οι απαιτήσεις σε τρυπτοφάνη των διαφόρων ειδών παρουσιάζονται στον **πίνακα 2.11**. Για τα περισσότερα είδη είναι αρκετό το 0.5%, με εξαίρεση το γιαπωνέζικο χέλι και τον κοινό κυπρίνο.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.11** Απαιτήσεις σε τρυπτοφάνη σύμφωνα με τον Halver

| <b>ΕΙΔΗ ΨΑΡΙΩΝ</b> | <b>ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ</b> | <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>     |
|--------------------|-------------------|-------------------------|
| Chinook salmon     | 0.5(0.2/40)       | Halver (1965)           |
| Chum salmon        | 0.7(0.3/40)       | Akiyama et al.(1985b)   |
| Coho salmon        | 0.5(0.2/40)       | Halver(1965)            |
| Sockeye salmon     | 0.5(0.2/40)       | Halver(1965)            |
| Common carp        | 0.8(0.3/38)       | Nose(1979)              |
| Japanese eel       | 1.1(0.4/38)       | Arai(Nose,1979)         |
| Channel catfish    | 0.5(0.12/24)      | Wilson et al.(1978)     |
| Rainbow trout      | 0.5(0.3/55)       | Walton al.(1984b)       |
| Gilthead bream     | 0.6(0.2/34)       | Luquet and Sabaut(1974) |
| T. nilotica        | 0.7-1.3(0.3/28)   | Santiago(1985)          |

## 2.2 BITAMINEΣ

Οι βιταμίνες είναι οργανικές χημικές ενώσεις, οι οποίες είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη και αναπαραγωγή των ψαριών, καθώς και για τον σωστό μεταβολισμό τους.

Ανάλογα με την διαλυτότητά τους σε νερό ή σε λίπος οι βιταμίνες, χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: **α. υδατοδιαλυτές**, και **β. λιποδιαλυτές**

Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες περιλαμβάνουν την ομάδα του συμπλέγματος Β και το ασκορβικό οξύ. Επειδή είναι διαλυτές στο νερό, συσχετίζονται γενικά με το υγρό μέρος του σώματος και αποβάλλονται με τα ούρα. Έτσι, οι βιταμίνες αυτές πρέπει να παρέχονται συνεχώς στον οργανισμό μέσω της τροφής ακόμα και αν τα επίπεδά τους στους ιστούς μπορούν να διατηρηθούν για μήνες (ασκορβικό οξύ), ή ακόμα για χρόνια (βιταμίνη Β12).

Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες περιλαμβάνουν τις βιταμίνες A, D, E και K. Αυτές οι βιταμίνες βρίσκονται στα λίπη των τροφών και γενικά μεταβολίζονται μαζί με αυτό στο σώμα, πέπτονται με λίπος, μεταφέρονται με λίπος, χρειάζονται λίπος για απορρόφηση, αποθηκεύονται στο συκώτι ή σε λιπώδεις ιστούς όπου και συσσωρεύονται ακόμα και σε τοξικά επίπεδα.

### 2.2.1 ΘΕΙΑΜΙΝΗ

Η θειαμίνη είναι απαραίτητη για την όρεξη των ψαριών για τροφή, για την κανονική πέψη, την καλή ανάπτυξη και γονιμότητα καθώς και για την ομαλή λειτουργία των ιστών των νεύρων. Η απαιτούμενη ποσότητα καθορίζεται από τις θερμίδες που περιέχει η διαίτα. Σύμφωνα με τον Halver οι Morito και Hilton έχουν αποδείξει ότι στην ιριδίζουσα πέστροφα οι απαιτήσεις σε θειαμίνη δεν ξεπερνούν τα 2mg / κίλο διαίτας. Το ίδιο ισχύει για τα γατόψαρα και τους κυπρίνους. Όμως τα σαρκοφάγα ψάρια έχουν πιο υψηλές απαιτήσεις γιατί αυτά μεταβολίζουν τους υδατάνθρακες με μικρότερη αποτελεσματικότητα, και κατά συνέπεια χρειάζονται άλλη πηγή ενέργειας, π.χ. θειαμίνη.

### 2.2.2 ΡΙΒΟΦΛΑΒΙΝΗ

Η ριβοφλαβίνη είναι πολύ λίγο διαλυτή στο νερό, αλλά διαλύεται εύκολα σε αλκάλια και στους περισσότερους οργανικούς διαλύτες. Σε ελεύθερη μορφή εμφανίζεται μόνο στους οφθαλμούς και στα ούρα. Η ριβοφλαβίνη έχει οξειδωτικό περιορισμό των αντιδράσεων (π.χ. την μεταφορά ιόντων υδρογόνου κατά την αναπνοή των κυττάρων) και είναι πολύ σημαντική στην αναπνοή των ιστών που είναι φτωχοί σε αγγεία όπως ο κερατοειδής χιτώνας του οφθαλμού. Επίσης έχει σχέση με το χρώμα του αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού κατά την προσαρμογή του στο φως. Οι απαιτήσεις των ψαριών σε ριβοφλαβίνη διαφέρουν γιατί εξαρτώνται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τις θερμίδες που

έχει η εκάστοτε τροφή καθώς και από την ισορροπία των υπόλοιπων διαιτολογικών συστατικών. Σύμφωνα με τις μελέτες που έχουν γίνει με βάση την ανάπτυξη και αποθήκευση της ριβοφλαβίνης στο συκώτι, οι νεαρές πέστροφες (2-12g) απαιτούν 5-15mg της βιταμίνης ανά κιλό διαίτας.

### 2.2.3 ΠΥΡΙΔΟΞΙΝΗ

Η πυριδοξίνη έχει σχέση με τον μεταβολισμό των λιπών και ιδιαίτερα των απαραίτητων λιπαρών οξέων και των πρωτεϊνών, για αυτό και τα σαρκοφάγα ψάρια έχουν μεγάλη ανάγκη την παρουσία της στην τροφή, αφού τα αποθέματά της εξαντλούνται γρήγορα. Τα νεαρά άτομα πέστροφας και σολωμού έχουν ανάγκη από 5-10mg πυριδοξίνης ανά κιλό διαίτας, ενώ τα ψάρια της θάλασσας έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις όταν η τροφή τους περιέχει υψηλά ποσοστά πρωτεϊνών.

### 2.2.4 ΠΑΝΤΟΘΕΝΙΚΟ ΟΞΥ

Το παντοθενικό οξύ είναι απαραίτητο για τη σύνθεση του λίπους, διευκολύνει τον κανονικό μεταβολισμό μέσα στα κύτταρα, έχει σχέση με τις λειτουργίες των αδένων και την παραγωγή της χοληστερόλης και συμβάλλει στην ανάπτυξη του κεντρικού νευρικού συστήματος. Οι πέστροφες και οι σολωμοί απαιτούν 10-20mg παντοθενικού ασβεστίου ανά κιλό διαίτας. Οι απαιτήσεις αυτές όμως, εξαρτώνται από το μέγεθος του ψαριού και την σύνθεση του διαιτολογίου.

### 2.2.5 ΝΙΑΣΙΝΗ

Η νιασίνη είναι συστατικό δύο ενζύμων (NAD και NADP), τα οποία συμβάλλουν στην απελευθέρωση ενέργειας από τις τρεις κατηγορίες θρεπτικών



συστατικών: τους υδρογονάνθρακες, τα λίπη και τις πρωτεΐνες. Βασιζόμενοι στο ότι το συκώτι αποθηκεύει το μεγαλύτερο ποσοστό νιασίνης, οι πέστροφες έχουν ανάγκη τουλάχιστον 95mg ανά κιλό δίαιτας, ενώ οι σολωμοί χρειάζονται τη διπλάσια ποσότητα.

#### 2.2.6 ΒΙΟΤΙΝΗ

Η βιοτίνη παίζει σημαντικό ρόλο στην πρόσθεση και αφαίρεση (καρβοξυλίωση και αποκαρβοξυλίωση) του διοξειδίου του άνθρακα σε διάφορες αντιδράσεις, όπως στη σύνθεση των λιπαρών οξέων, στην οξείδωση των υδρογονανθράκων, στη σύνθεση νιασίνης και πρωτεϊνών των μικροσωμάτων, καθώς και στον σχηματισμό παγκρεατικής αμυλάσης. Με βάση την ανάπτυξη και τον καλύτερο μεταβολισμό της τροφής, οι νεαρές πέστροφες έχουν ανάγκη τουλάχιστον 0.05-0.25mg βιοτίνης ανά κιλό δίαιτας.

#### 2.2.7 ΦΟΛΙΚΟ ΟΞΥ

Το φολικό οξύ ή φολασίνη είναι απαραίτητο στη σύνθεση των νουκλεϊκών οξέων, DNA και RNA, και επομένως στον κανονικό σχηματισμό των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Επίσης παίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της γλυκόζης του αίματος, βελτιώνει τις λειτουργίες των κυττάρων καθώς και την εκκόλαψη των αυγών.

Οι απαιτήσεις σε φολικό οξύ σε νεαρές πέστροφες και σολωμούς είναι 1-5mg ανά κιλό δίαιτας.

## 2.2.8 ΒΙΤΑΜΙΝΗ B12

Η βιταμίνη B12 (κυανοκοβαλαμίνη) είναι απαραίτητη για την κανονική ανάπτυξη, τον ομαλό σχηματισμό του αίματος και την υγεία των ιστών του νευρικού συστήματος. Επίσης έχει σχέση με το μεταβολισμό της χοληστερόλης και της γλυκόλης. Έχει προταθεί μία ποσότητα της βιταμίνης της τάξης των 0.002-0.003mg ανά κιλό ξηρής τροφής, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες των ψαριών σε B12.

## 2.2.9 ΑΣΚΟΡΒΙΚΟ ΟΞΥ (ΒΙΤΑΜΙΝΗ C)

Το ασκορβικό οξύ είναι απαραίτητο για τη σύνθεση του κολλαγόνου και των χόνδρων, καθώς και για τη σύνθεση και την επούλωση των μεμβρανών των ιστών. Σύμφωνα με τον Halver, οι Hilton et al., το 1978, ανέφεραν ότι το ασκορβικό οξύ επηρεάζει το μεταβολισμό του σιδήρου στην ιριδίζουσα πέστροφα. Ανέφεραν επίσης ότι έχει σχέση με την ωριμότητα των ερυθροκυττάρων. Επιπλέον, ο ίδιος ο Halver ανέφερε ότι βοηθά στην επούλωση των πληγών. Έχει παρατηρηθεί ότι η ύπαρξη αποθεμάτων ασκορβικού οξέος στους ιστούς των ψαριών συμβάλλει στην αύξηση της αντοχής τους στην περιβαλλοντική ρύπανση. Ακόμα, οι συνέπειες των εντομοκτόνων και των βαρέων μετάλλων περιορίζονται όταν η πρόσληψη του ασκορβικού από τα ψάρια είναι μεγάλη. Οι διατροφικές απαιτήσεις της πέστροφας και του σολωμού σε ασκορβικό εξαρτώνται από τους παράγοντες που ακολουθούν: μέγεθος, ρυθμός ανάπτυξης, τα άλλα συστατικά, καθώς και την κατάσταση του στρες κάτω από την οποία καλλιεργούνται τα ψάρια. Έχει επίσης αναφερθεί ότι η ιριδίζουσα πέστροφα και οι σολωμοί που ζυγίζουν λιγότερο από 1g απαιτούν 100 και 50mg αντίστοιχα ασκορβικού, ανά κιλό διαίτας, ώστε να έχουν την καλύτερη ανάπτυξη ενώ δεν απαιτείται περισσότερο από 40mg ανά κιλό διαίτας στην ιριδίζουσα πέστροφα των 7g. Βρέθηκε όμως, ότι σε νεαρά ψάρια που υπέφεραν από πληγές στην κοιλιακή χώρα ή από ενδομυικές πληγές απαιτούνται τουλάχιστον 500mg.

ασκορβικού για να επανέλθουν στους κανονικούς ρυθμούς ανάπτυξης. Γενικά, μπορούμε να πούμε ότι μια ποσότητα των 200mg της βιταμίνης ανά κίλο διαίτας, σε πέστροφες και σολωμούς που καλλιεργούνται σε θερμοκρασία 10-15οC θα εξασφάλιζε ικανοποιητικά επίπεδα αποθηκευμένης βιταμίνης.

#### 2.2.10 ΙΝΟΣΙΤΟΛΗ

Η ινοσιτόλη, ή η ζάχαρη των μυών, είναι ένα δομικό συστατικό των ζωντανών ιστών, το οποίο αντιστέκεται στην συσσώρευση της χοληστερόλης (λίπος του συκωτιού), συμβάλλει στον κανονικό μεταβολισμό των λιπών και προωθεί την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Η πειραματική απαίτηση για ινοσιτόλη όσον αφορά στους σολωμούς, τις πέστροφες και τους κυπρίνους, είναι 250-300mg. Όμως, η αυξημένη συγκέντρωση της γλυκόζης στις τροφές αυξάνει τις απαιτήσεις σε μερικά είδη ψαριών.

#### 2.2.11 ΧΟΛΙΝΗ

Η χολίνη είναι λιποτροπικός και αντιαιμορραγικός παράγοντας που εμποδίζει την ανάπτυξη του λίπους στο συκώτι. Έχει σχέση με τη μεταφορά του λίπους και είναι απαραίτητη για την καλή ανάπτυξη και τον καλό μεταβολισμό των τροφών. Το ελάχιστο επίπεδο χολίνης που απαιτείται από τις νεαρές πέστροφες είναι περίπου 1000mg/kg καθαρής τροφής. Οι απαιτήσεις βέβαια διαφοροποιούνται ανάλογα με τον ρυθμό ανάπτυξης και των τύπο των λιπών που δίνονται στα ψάρια.

#### 2.2.12 ΒΙΤΑΜΙΝΗ Α

Η βιταμίνη Α προωθεί την ανάπτυξη νέων κυττάρων και βοηθά στην συντήρηση της αντίστασης κατά των μολύνσεων. Είναι απαραίτητη για τη

φυσιολογική δομή και λειτουργία των ματιών και των βραγχίων, καθώς επίσης και για τη συντήρηση των επιθηλιακών ιστών των διαφόρων φυσιολογικών συστημάτων. Οι απαιτήσεις των ψαριών σε βιταμίνη Α υπολογίζονται μεταξύ των 2000 και 4000 διεθνών μονάδων ανά κιλό διαίτας.

#### 2.2.13 ΒΙΤΑΜΙΝΗ D

Η λειτουργικότητα της βιταμίνης D βρίσκεται στην συντήρηση του ασβεστίου. Τα ψάρια όμως, μπορούν να απομονώνουν το ασβέστιο από το νερό δια μέσου των βραγχίων τους, οπότε η κυριότερη λειτουργία αυτής της βιταμίνης μπορεί και να μην τους είναι απαραίτητη. Οι απαιτήσεις των ψαριών σε βιταμίνη D δεν έχουν ερευνηθεί ακόμα σε ικανοποιητικό βαθμό.

#### 2.2.14 ΒΙΤΑΜΙΝΗ E

Η βιταμίνη E έχει σχέση με τη συντήρηση της ομαλής διαπερατότητας των τριχοειδών αγγείων του αίματος και την ακεραιότητα των μυών της καρδιάς. Ακόμα, σε συνδιασμό με τις τοκοφερόλες συμβάλλει στην κανονική ενέργεια της αναπαραγωγής και στην πρόσληψη της διατροφικής μυικής δυστροφίας στα ψάρια. Τέλος, επηρεάζει κατά κάποιο τρόπο την ικανότητα εκκόλαψης των αυγών. Οι απαιτήσεις των ψαριών σε βιταμίνη E κυμαίνονται μεταξύ 10-30 διεθνών μονάδων ανά κιλό διαίτας.

#### 2.2.15 ΒΙΤΑΜΙΝΗ K

Η βιταμίνη K σχετίζεται άμεσα με τη σύνθεση των πρωτεϊνών της πήξης του αίματος. Γενικότερα, συντηρεί ένα γρήγορο και ομαλό ρυθμό πήξεως του αίματος.



Οι δίαιτες των ψαριών υπολογίζονται, έτσι ώστε να περιέχουν περίπου 5-10mg της βιταμίνης ανά κιλό δίαιτας, προκειμένου να εξασφαλίζουν ομαλή λειτουργία του μηχανισμού πήξεως του αίματος.

### 2.3 ΛΙΠΗ

Τα λίπη των υδρόβιων οργανισμών περιέχουν υψηλές ποσότητες από ω-3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA). Από όλους τους οργανισμούς που καλλιεργούνται μέχρι σήμερα, τα ψάρια είναι τα πιο πλούσια σε ω-3 PUFA. Οι κύριοι πρωτογενείς παραγωγοί στα θαλάσσια οικοσυστήματα είναι τα μονοκύτταρα φύκη του φυτοπλαγκτού. Στα ενεργά αυξανόμενα φύκη περίπου 20% του ξηρού τους βάρους είναι λιπίδια, κατά κύριο λόγο γλυκολιπίδια, που βρίσκονται στις κυτταρικές θυλακοειδείς βιομεμβράνες. Τα φωσφολιπίδια είναι κατώτερης σημασίας λόγω μικρής ποσότητας. Τα ω3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA) αποτελούν μέχρι και το 50% του βάρους των λιπαρών οξέων των ολικών λιπιδίων σε αυξανόμενο και διαιρούμενο φυτοπλαγκτόν.

Τα ω3 PUFA του φυτοπλαγκτού περνούν στα λιπίδια του ζωοπλαγκτού και από εκεί μεταφέρονται στα ζωοπλακτονοφάγα ψάρια, όπου αποτίθενται σαν ουδέτερα λιπίδια, σχεδόν πάντα τριγλυκερίδια. Τέτοια ψάρια είναι οι ρέγγες (*Clupea harengus*), τα σκουμπριά (*Scomber* sp.), και εκείνα τα σολωμοειδή που έχουν κάποια θαλάσσια φάση στη ζωή τους. Τα ζωοπλακτονοφάγα ψάρια με τη σειρά τους αποτελούν κύριο θήραμα για ποικίλα ψάρια, τα οποία είναι σημαντικά αλιεύματα, όπως ο βακαλάος (*Gadus morhua*), το haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) και το pollack (*Pollachius pollachius*), των οποίων τα αποθηκευμένα λίπη στο συκώτι είναι πλούσια σε ω3 PUFA και σε μικρότερο ποσοστό σε 20:1:ω9 και 22:1:ω11 λιπαρά οξέα.

Με βάση τα παραπάνω είναι φανερό ότι η ποιότητα και η ποσότητα των λιπαρών οξέων που βρίσκεται στους ιστούς των ψαριών εξαρτάται κατά μεγάλο ποσοστό από τη διατροφή τους και όχι τόσο από τον ενδογενή μεταβολισμό και τους ενζυμικούς μηχανισμούς.

### 2.3.1 ΠΕΨΗ - ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Τα συκώτια των ψαριών παράγουν χολή η οποία αποθηκεύεται στη χοληδόχο κύστη και οδηγείται μέσω του χολαγωγού στο εμπρόσθιο τμήμα του εντέρου ή στα πυλωρικά τυφλά. Η χολή των θαλασσινών ψαριών είναι αλκαλική, μπορεί να περιέχει πεπτικά ένζυμα και έχει την ίδια λειτουργία στη γαλακτοματοποίηση των λιπιδίων όπως σε όλα τα σπονδυλωτά. Ένα από τα πεπτικά ένζυμα που σχετίζονται με την πέψη των λιπών είναι η υδρολάση των τριγλυκεριδίων, ή λιπάση.

Σύμφωνα με τον Halver οι Patton et al. (1975) βρήκαν ότι τα εντερικά υγρά από γαύρο και ροζ σολωμό ήταν ικανά να υδρολύσουν τους μεθυλεστέρες των 20:4ω6 και 20:5ω3, οι οποίοι είναι σχετικά ανθεκτικοί στην υδρόλυση από παγκρεατική λιπάση θηλαστικών.

Τα προϊόντα της πέψης για τα τριγλυκερίδια είναι ελεύθερα λιπαρά οξέα και 2-μονοακυλογλυκερόλες οι οποίες μπορούν να υδρολυθούν περαιτέρω σε γλυκερόλη και ελεύθερα λιπαρά οξέα. Τα φωσφολιπίδια πιθανότατα υδρολύονται σε λυσοφωσφολιπίδια και ελεύθερα λιπαρά οξέα τα οποία απορροφώνται όπως στα θηλαστικά.

Η απορρόφηση των λιπιδίων έχει μελετηθεί ότι γίνεται αρχικά στο πρόσθιο τμήμα του παχέος εντέρου συμπεριλαμβανομένου και των τυφλών. Τα προϊόντα της πέψης των λιπιδίων και τα συσχετιζόμενα χολικά άλατα απορροφώνται αργά (μέχρι 10 ώρες και περισσότερο) με διάχυση στο εντερικό επιθήλιο.

Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα επαναστεροποιούνται στα εντερικά βλεννογόνα κύτταρα με γλυκερόλη, μονοακυλογλυκερόλες και λυσοφωσφολιπίδια για να σχηματίσουν τριγλυκερίδια και φωσφολιπίδια αντίστοιχα. Οι στερόλες επίσης επαναστεροποιούνται μερικώς με ελεύθερα λιπαρά οξέα για να ξανασχηματίσουν εστέρες. Αυτά τα λιπίδια στη συνέχεια, μεταφέρονται στο συκώτι σε μεγάλα συμπλέγματα λιποπρωτεϊνών, κυρίως σωματίδια όπως τα χηλομικρά και με πολύ χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεϊνες (VLDL) είτε μέσω του κυκλοφορικού είτε μέσω του λεμφικού συστήματος. Ένα σημαντικό ποσό ελεύθερων λιπαρών οξέων επίσης

μεταφέρεται σαν συμπλέγματα αλβουμίνης μέσω του αίματος, παρόλο που αυτή η οδός μπορεί να είναι σημαντική μόνο όταν επαναταΐζονται νηστικά ψάρια. Οι ποσοτικές σχέσεις των διαφόρων βιολογικών οδών μεταξύ λιποπρωτεϊνών και ελεύθερων λιπαρών οξέων στη φυσιολογική πέψη και φυσιολογία στα ψάρια παραμένει αδιευκρίνιστη.

### 2.3.2 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΤΟΥΣ ΕΞΩΗΠΑΤΙΚΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ

Μερικά λιπίδια μπορούν να αποθηκευθούν στα εντερικά επιθηλιακά κύτταρα σαν σταγόνες λιπιδίων, αλλά η πλειονότητά τους μεταφέρεται αρχικά στο συκώτι όπως περιγράφηκε παραπάνω. Τα λιπίδια στη συνέχεια μεταφέρονται από το συκώτι στους εξωηπατικούς ιστούς με τη μορφή συμπλεγμάτων λιποπρωτεΐνης του πλάσματος, πολύ χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (VLDL) και χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (HDL).

Οι δομές, οι αποπρωτεΐνες και η σύνθεση των τάξεων των λιπιδίων στις λιποπρωτεΐνες του πλάσματος των ψαριών είναι παρόμοιες με τις αντίστοιχες των θηλαστικών. Παρολαυτά τα περισσότερα ψάρια, εκτός από τους ελασματοβράγχιους, έχουν πολύ υψηλότερα επίπεδα χοληστερίνης στον ορό τους από ότι τα θηλαστικά.

Μια άλλη διαφορά σε σύγκριση με τις πρωτεΐνες των θηλαστικών, που έχουν εντοπίσει οι Nelson and Shore (1974) σύμφωνα με τον Halver, είναι το πολύ υψηλό επίπεδο των HUFA (πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μακριάς ανθρακικής αλυσίδας), ειδικά τα 20:5 $\omega$ 3 και 22:6 $\omega$ 3 στις λιποπρωτεΐνες του πλάσματος των ψαριών. Τα τριγλυκερίδια που βρίσκονται στην VLDL και LDL του πλάσματος των ψαριών φαίνεται ότι αποτίθενται στα λιποκύτταρα που συνθέτουν τον λιπώδη ιστό των ψαριών με τον ίδιο μηχανισμό που συμβαίνει στα θηλαστικά. Το σχετικό υδρολυτικό ένζυμο, η λιποπρωτεϊνική λιπάση, έχει ταυτοποιηθεί και εντοπιστεί σε ιστούς πέστροφας και μπακαλιάρου από τους Black et al. (1983a,b)

### 2.3.3 ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ

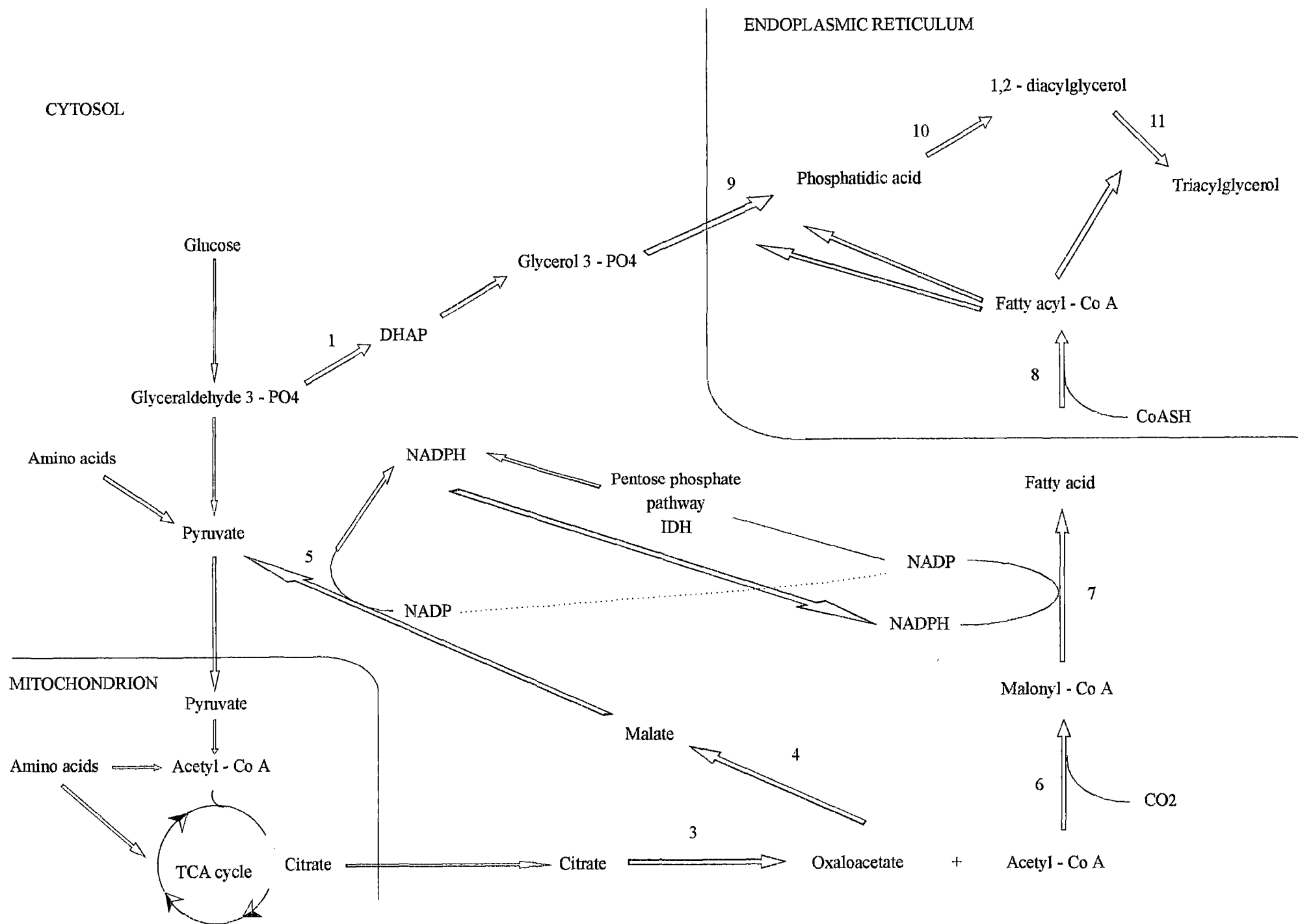
Οι βιοσυνθετικοί οδοί της λιπογένεσης στα ψάρια είναι ποιοτικά παρόμοιοι με αυτές στα άλλα σπονδυλόζωα και συνοψίζονται στον **πίνακα 2.12**.

Οι ρυθμοί δράσης των διαφόρων ενζύμων καθώς και τα προτιμώμενα υποστρώματα για τη λιπογένεση παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ ψαριών και θηλαστικών, αλλά και μεταξύ των διαφόρων ειδών ψαριών. Με βάση πολυάριθμες μελέτες που έχουν γίνει, το συκώτι αποτελεί τον σημαντικότερο ιστό σύνθεσης λιπαρών οξέων *de novo*, ενώ ο λιπώδης ιστός φαίνεται ότι έχει προσαρμοστεί στην κατακράτηση και αποθήκευση με τη μορφή τριγλυκεριδίων των λιπαρών οξέων που προέρχονται είτε από τη διαίτα είτε από τη *de novo* βιοσύνθεση στο συκώτι, τουλάχιστον για την πέστροφα. Πάντως, οι ρυθμοί χρησιμοποίησης της γλυκόζης και των αμινοξέων για τη βιοσύνθεση των λιπών φαίνεται ότι είναι μικρότεροι στα ψάρια, σαν ποικιλόθερμοι οργανισμοί, από ότι στα θηλαστικά. Το εντερικό επιθήλιο των τελεόστεων είναι επίσης μια θέση σύνθεσης λιπιδίων.

Τα λιπαρά οξέα που παράγονται από ηπατική συνθετάση στην πέστροφα είναι 16:0 και 14:0 με ρυθμό 2:1 ενώ στον κυπρίνο ο ρυθμός ήταν 1:1. Στο καλκάνι (*Pleuronectes platessa*) τα λιπαρά οξέα που παράγονται είναι 16:0 και 18:0 με ρυθμό 3:2, στο γατόψαρο περισσότερο 18:0 από 16:0, ενώ στο flounder (*Platichthis flesus*) 16:0, 18:0 και μόνο ίχνη 14:0. Έτσι η ηπατική συνθετάση λιπαρών οξέων στα ψάρια μοιάζει με αυτή των θηλαστικών, παρόλο που το μήκος της αλυσίδας των κορεσμένων προϊόντων μπορεί να διαφέρει σε ποικιλία και ποσοστό.

### 2.3.4 ΑΠΟΚΟΡΕΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ ΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ

Τα ψάρια αφομοιώνουν μια πληθώρα ακόρεστων λιπαρών οξέων που μπορούν να ενσωματωθούν κατευθείαν σε σωματικά λιπίδια. Εκτός αυτού μπορούν και να



ΠΙΝΑΚΑΣ 2.13



διαμορφώσουν και τα διαιτητικά λιπαρά οξέα και τα προϊόντα ενδογενούς σύνθεσης με τον αποκορεσμό και την επιμήκυνση της ανθρακικής αλυσίδας σε πλέον πολυακόρεστα λιπαρά της ίδιας σειράς.

Σύμφωνα με τον Halver οι Saxena και Zandee (1971) πειραματιζόμενοι με 16:0 σημασμένο με 14C ανακάλυψαν 16:1 και 18:1 λιπαρά οξέα στον κυπρίνο, τα οποία ήταν προϊόντα δράσης της συνθετάσης λιπαρών οξέων σε 16:0 και εν συνεχεία αποκορεσμός και επιμήκυνση του προϊόντος αυτού.

Τα ψάρια δεν διαθέτουν τις απαραίτητες δεσατουράσες για το σχηματισμό 18:2ω6 και 18:3ω3. Συνεπώς όλα τα ω3 και ω6 PUFA στα λιπίδια των ψαριών προέρχονται ολοκληρωτικά από ω6 και ω3 PUFA που σχηματίζονται σε φυτά.

### 2.3.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΩΝ ΛΙΠΩΝ

Όταν η διαίτα του σολωμού (Coho salmon) περιέχει πολλά λιπαρά η δράση της συνθετάσης λιπαρών οξέων και άλλων σχετικών ενζύμων του συκωτιού, αναστέλλεται. Παρόμοια αποτελέσματα υπήρχαν και για το γατόψαρο. Έτσι δίαιτες πλούσιες σε λιπαρά αναστέλλουν την *de novo* (εκ νέου) σύνθεση λιπαρών οξέων αλλά επιτρέπουν την απόθεση στο λιπώδη ιστό των διατροφικών τριγλυκεριδίων. Η αναστολή αυτή επιτυγχάνεται μόνο όταν το ποσοστό των λιπιδίων στη διαίτα υπερβαίνει το 10%, σε αντίθεση με τα θηλαστικά όπου αυτό συμβαίνει με δίαιτες 2.5% σε λιπίδια.

### 2.3.6 ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η εν μέρει αντικατάσταση της διαιτητικής πρωτεΐνης από λίπη έχει εξεταστεί σε πολλά είδη ψαριών για να βρεθεί το άριστο επίπεδο διαιτητικών λιπιδίων που θα επιτρέπει στην πρωτεΐνη να χρησιμοποιείται άριστα για ανάπτυξη χωρίς να αποτίθεται στους ιστούς υπερβολικό λίπος. Με βάση τον Halver οι Cowey και

Sargent (1979) έφτασαν στο συμπέρασμα ότι γενικά 10-20% λιπίδια στις δίαιτες ψαριών δίνουν άριστα αποτελέσματα στη χρησιμοποίηση της πρωτεΐνης και σε ρυθμούς ανάπτυξης χωρίς ανεπιθύμητες αλλαγές στη σύνθεση του σώματος.

### 2.3.7 ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ (ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΑ)

Μέσα από πολλές εργασίες που συγκεντρώνονται από διάφορους επιστήμονες / ερευνητές φαίνεται ότι τα ψάρια του γλυκού νερού και ειδικά τα σαλμονοειδή μπορούν να αποκορέσουν και να επιμηκύνουν τα C18 PUFA. Αντίθετα τα θαλασσινά είδη γενικά στερούνται τα απαραίτητα ένζυμα για τη διαφοροποίηση των C18 PUFA και απαιτούν C20 και C22 PUFA στις δίαιτές τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι επειδή στις περισσότερες διατροφικές μελέτες για τις απαιτήσεις σε απαραίτητα λιπαρά οξέα των θαλασσινών ψαριών τυπικά χρησιμοποιείται ιχθυέλαιο που περιέχει και 20:5ω3 και 22:6ω3, λίγα είναι γνωστά για την ικανότητα των ψαριών να μετατρέπουν το 20:5ω3 σε 22:6ω3.

Με βάση τον Halver οι Bell et al. (1985α,β) έδειξαν ότι τα ένζυμα που κάνουν την παραπάνω μετατροπή έχουν μόνο μικρή δράση στο καλκάνι (*Pleuronectes platessa*) και ότι και τα δύο αυτά λιπαρά οξέα είναι απαραίτητα. Το ίδιο έδειξαν και οι έρευνες που έχουν γίνει για την κόκκινη τσιπούρα (*Chrysophrys major*) και πιθανόν αυτό να χαρακτηρίζει όλα τα θαλασσινά σαρκοφάγα ψάρια. Από την άλλη μεριά, αναλυτικές ενδείξεις υποστηρίζουν ότι η ιριδιζουσα πέστροφα δεν είναι ικανή να αντιστρέψει το διατροφικό 22:6ω3 σε 20:5ω3, αλλά αυτό παραμένει να διευκρινιστεί αν ισχύει για όλα τα ψάρια. Το ποσοστό των απαραίτητων λιπαρών οξέων στις δίαιτες ψαριών του γλυκού νερού φαίνεται στον **πίνακα 2.13**.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.13** Ποσοστιαίες απαιτήσεις σε λιπαρά οξέα σύμφωνα με τον Halver

| ΕΙΔΗ             | ΠΟΣΟΣΤΟ          | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ                |
|------------------|------------------|-----------------------------|
| Rainbow trout    | 1% 18:3w3        | Watanabe et al., 1974b      |
| Coho salmon      | 1-2% 18:3w3      | Yu and Sinnhuber, 1979      |
| Anguilla aguilla | 0.5% 18:3w3      | Takeuchi et al., 1980       |
|                  | 0.5% 18:2w6      |                             |
| Cyprinus carpio  | 1% 18:2w6        | Takeuchi and Watanabe 1977c |
|                  | 1% 18:3w3        |                             |
| Tilapia nilotica | 1% 18:2w6        | Takeuchi et al. 1983        |
| Scophthalmus     | 0.57-0.8% 20:5w3 | Gatesoupe et al. 1977a      |
| maximus          | and 22:6w3       |                             |

Από τα αποτελέσματα πειράματος που διεξάχθηκε από την Παρπούρα Άλκουστη(1993), φαίνεται ότι επίπεδα πολυακόρεστων λιπαρών EPA και DHA από 0.88 έως 1.35% της διαίτας δεν διαφοροποιούν σημαντικά την ανάπτυξη και την εκμετάλλευση της τροφής, ούτε δημιουργούν αυξημένη θνησιμότητα ή έντονες αποκλίσεις στη σύσταση του σώματος, του συκωτιού και του αίματος σε ιχθύδια λαβρακιού, τα οποία αναπτύχθηκαν από βάρος 95gr μέχρι 200gr περίπου. Εν τούτοις η ιστοπαθολογική εικόνα και η ανάλυση των ηπατικών λιπαρών οξέων μας επιτρέπουν να υποστηρίξουμε ότι το ποσοστό των EPA και DHA που απαιτείται για τη βέλτιστη και άνευ παθολογικών συμπτωμάτων ανάπτυξη του λαβρακιού είναι τουλάχιστον 1.35% της διαίτας. Χαμηλότερα ποσοστά, που μπορεί να μην εκφράζονται, για το μέγεθος αυτών των ψαριών και τη διάρκεια της εκτροφής, στο επίπεδο της ανάπτυξης και αξιοποίησης της

τροφής, εν τούτοις δημιουργούν προβλήματα σε βασικά όργανα του μεταβολισμού του ψαριού.

## **2.4 ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ**

Οι υδατάνθρακες αντιπροσωπεύουν μία ομάδα συστατικών, η οποία περιλαμβάνει τα ζάχαρα, το άμυλο, τις κυτταρίνες. Το χαρακτηριστικό των υδατανθράκων είναι ότι περιέχουν μόνο άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο, και η καύση τους δίνει διοξείδιο του άνθρακα με ένα ή περισσότερα μόρια νερού. Οι πιο απλοί υδατάνθρακες είναι τα ζάχαρα, ενώ οι πιο σύνθετοι είναι οι πολυσακχαρίτες. Στη διατροφή των ψαριών δύο είναι οι σημαντικότεροι πολυσακχαρίτες :

α.δομικοί πολυσακχαρίτες, οι οποίοι είναι αφομοιώσιμοι από φυτοφάγα είδη, όπως η κυτταρίνη, η λιγνίνη, οι δεξτράνες, οι μανάνες, η ινουλίνη, οι πεντοζάνες, τα πεκτικά οξέα, τα αλγικά οξέα, το άγαρ και η χυτίνη, και

β.πολυσακχαρίτες όπως το άμυλο, που αφομοιώνονται από όλους τους οργανισμούς.

Οι υδατάνθρακες αποτελούν τα 3 / 4 της φυτικής βιομάζας, αλλά στους ζωικούς οργανισμούς υπάρχουν σε μικρές ποσότητες με τη μορφή γλυκογόνων, ζάχαρων και των προϊόντων τους. Το γλυκογόνο συχνά αναφέρεται ως ζωικό άμυλο επειδή δεν βρίσκεται στα φυτά.

### **2.4.1 ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑ**

Οι υδατάνθρακες ομαδοποιούνται σύμφωνα με το πόσο σύνθετοι είναι. Γι'αυτόν τον λόγο τα ελεύθερα ζάχαρα όπως η γλυκόζη και η φρουκτόζη χαρακτηρίζονται μονοσακχαρίτες, η σουκρόζη και η μαλτόζη δισακχαρίτες, και

τα άμυλα και οι κυτταρίνες πολυσακχαρίτες. Οι υδατάνθρακες που έχουν μικρό μήκος αλυσίδας, όπως η ραφινόζη, η σταχυόζη και η βερμπασκοζη, χαρακτηρίζονται ως ολιγοσακχαρίτες.

#### 2.4.1.1 ΠΕΝΤΟΖΕΣ

Οι πεντοζες είναι ζάχαρα με πέντε άνθρακες που σπάνια συναντώνται στη φύση σε ελεύθερη μορφή. Η ξυλόζη και η αραβινόζη είναι βασικά συστατικά των φυτικών ινών. Επίσης, η ριβόζη και η δεσοξυριβόζη είναι αναπόσπαστα στοιχεία του κύκλου της ζωής.

#### 2.4.1.2 ΕΞΟΖΕΣ

Οι εξόζες αποτελούν ένα μεγάλο κομμάτι των ζαχάρων. Οι κυριότερες από αυτές είναι: η γλυκόζη, η φρουκτόζη, η γαλακτόζη και η μανόζη. Ενώ η γλυκόζη και η φρουκτόζη υπάρχουν ελεύθερες στη φύση, η γαλακτόζη και η μανόζη υπάρχουν μόνο σε μορφή ενώσεων. Οι εξόζες χωρίζονται σε αλδόζες και κετόζες ανάλογα με το αν έχουν αλδεϋδικές ή κετονικές ομάδες. Επομένως, η γλυκόζη είναι ένα αλδο-σάκχαρο και η φρουκτόζη ένα κετο-σάκχαρο.

Τα σάκχαρα που περιέχουν αλδο-ομάδες και κετο-ομάδες είναι ικανά να ελαττώσουν τον χαλκό στα αλκαλικά διαλύματα. Αυτά τα σάκχαρα ονομάζονται μειωτικά και η αντίδραση, αν και δεν είναι πάντα η ίδια, χρησιμοποιείται τόσο στους ποσοτικούς όσο και στους ποιοτικούς προσδιορισμούς.

Η γλυκόζη βρίσκεται σε μικρές ποσότητες στα φρούτα, στους φυτικούς χυμούς και στο μέλι. Εμπορικά παράγεται από την ενζυμική υδρόλυση των αμυλούχων ριζών. Η γλυκόζη έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη διατροφή γιατί είναι το τελικό προϊόν της πέψης των υδατανθράκων όσον αφορά στα μη μηρυκαστικά ζώα, και επομένως και στα ψάρια.

#### 2.4.2 ΔΙΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ

Οι δισακχαρίτες είναι προϊόντα συμπύκνωσης δύο μορίων μονοσακχαριτών. Η σουκρόζη είναι ο κυριότερος δισακχαρίτης, που βρίσκεται σε ελεύθερη μορφή. Άλλοι κοινοί δισακχαρίτες είναι η μαλτόζη και η λακτόζη.

#### 2.4.3 ΟΛΙΓΟΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ

Οι ολιγοσακχαρίτες ραφινόζη, σταχυόζη και βερμπασκόζη συναντώνται σε σημαντικές ποσότητες στα όσπρια.

#### 2.4.4 ΠΟΛΥΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ

Οι πολυσακχαρίτες αντιπροσωπεύουν μία μεγάλη ομάδα ενώσεων υδατανθράκων, οι οποίες είναι προϊόντα συμπύκνωσης απροσδιόριστου αριθμού μορίων σακχάρων. Οι περισσότεροι πολυσακχαρίτες είναι αδιάλυτοι στο νερό. Οι κυριότεροι πολυσακχαρίτες είναι το άμυλο, οι δεξτρίνες, οι κυτταρίνες, και το γλυκογόνο που είναι ο μοναδικός πολυσακχαρίτης που προέρχεται από ζωικές ίνες.

#### 2.4.5 Ο ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ ΣΤΑ ΨΑΡΙΑ

Οι περισσότεροι υδατάνθρακες που υπεισέρχονται στις διάφορες δίαιτες είναι ζωικής προελεύσεως. Επομένως, οι απαιτήσεις σαρκοφάγων ψαριών, όπως ο σολωμός του Ατλαντικού, σε υδατάνθρακες είναι μικρές. Πράγματι, σύμφωνα με πειράματα που έχουν γίνει, τέτοια είδη δυσκολεύονταν όταν υπήρχαν στις δίαιτές τους σημαντικές ποσότητες υδατανθράκων. Αντιθέτως, τα φυτοφάγα ψάρια, όπως ο κυπρίνος και το γατόψαρο, μπορούσαν να πέσουν αξιόλογες ποσότητες αυτών.

#### 2.4.5.1 ΠΕΨΗ - ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Η ικανότητα των ζώων να αφομοιώνουν άμυλο εξαρτάται από την ικανότητά τους να επεξεργάζονται την αμυλάση. Έχει αποδειχθεί ότι όλα τα είδη των ψαριών εκκρίνουν α-αμυλάση. Στα σαρκοφάγα ψάρια, όπως η πέστροφα, το ένζυμο αυτό βρίσκεται κυρίως στο πάγκρεας, ενώ στα φυτοφάγα μπορεί κανείς να συναντήσει την αμυλάση σε όλο το πεπτικό σύστημα. Αν και η πέψη του αμύλου και της δεξτρίνης από την πέστροφα παρατηρήθηκε ότι μειωνόταν με την αύξηση του επιπέδου των υδατανθράκων (πάνω από 20%), τα ψάρια μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά μέχρι και 60% γλυκόζη, σουκρόζη ή λακτόζη της διαίτας.

Η διαφορά μεταξύ φυτοφάγων και σαρκοφάγων ψαριών, όσον αφορά στην ικανότητα χρησιμοποίησης των υδατανθράκων, αποδόθηκε στη διαφορά έκκρισης ινσουλίνης.

Τα ψάρια θεωρούνται διαβητικά, σε μεταβολικούς όρους, και κατά συνέπεια, αυτό επηρεάζει την ικανότητα μερικών ειδών να χρησιμοποιούν τη γλυκόζη σαν πηγή ενέργειας. Στα σαρκοφάγα ψάρια, τα οποία είναι πιο διαβητικά από τα άλλα, οι μηχανισμοί απελευθέρωσης ινσουλίνης δεν ανταποκρίνονται σε μεγάλες δόσεις γλυκόζης, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την κατακόρυφη άνοδο του επιπέδου της γλυκόζης στο αίμα λίγο μετά το τάισμα. Σύμφωνα με τον Halver οι Shimeno et al. (1979) βρήκαν ότι το επίπεδο της γλυκόζης στο *Seriola seriola* επανήλθε σε κανονικές τιμές επτά ώρες μετά τη χορήγηση της τροφής.

Οι γαστροεντερικές περιοχές όπου γίνεται η πέψη των υδατανθράκων είναι τα πυλωρικά τυφλά, το πάγκρεας και ο εντερικός σωλήνας. Από πειράματα που έχουν γίνει έχει βρεθεί ότι στο yellowtail υπήρχε έντονη δραστηριότητα γλυκονεογενικών ενζύμων και πεινίνης, και μικρή δράση γλυκολυτικών ενζύμων, και αμυλάσης. Στην κόκκινη τσιπούρα (red seabream), παρατηρήθηκε έντονη δραστηριότητα της μαλτάσης στα πυλωρικά τυφλά και στο έντερο, και λιγότερη στο στομάχι. Επίσης, η δράση της αμυλάσης στο ηπατοπάγκρεας ήταν μειωμένη. Τελικά, η δράση της αμυλάσης, η οποία υδρολύει το άμυλο, παρατηρήθηκε ότι είναι εντονότερη στα φυτοφάγα ψάρια όπως ο κυπρίνος (*Cyprinus carpio*) απ' ό,τι στα σαρκοφάγα.

Η πλειονότητα των υδατανθράκων που χρησιμοποιείται στην παρασκευή των ιχθυάλευρων, έχουν τη μορφή φυσικών αμύλων, τα οποία παρέχονται από διάφορα δημητριακά. Είναι ευνόητο ότι οποιοσδήποτε τεχνολογικός χειρισμός ο οποίος θα μπορούσε να μειώσει την περιπλοκότητα του αμύλου, θα βελτιώνει αξιολογικά την πεπτικότητά του.

Διάφορες έρευνες που έχουν γίνει με αντικείμενο την πέστροφα επιβεβαιώνουν ότι η πεπτικότητα του αμύλου αυξάνεται κατά μεγάλο ποσοστό όταν έχουν προηγηθεί διαδικασίες μαγειρέματος, με σκοπό τη ζελατινοποίηση. Η μεγιστοποίηση του ποσοστού του αμύλου, επηρεάζει αναμφίβολα τη δυνατότητα χρησιμοποίησής του ως πηγή ενέργειας στις παραγόμενες τροφές.

Σύμφωνα με τα συμπεράσματα μελέτης που έγινε πάνω στην πεπτικότητα των υδατανθράκων για την τσιπούρα, τα ψάρια στα οποία δόθηκαν τροφές που περιείχαν ζελατινοποιημένο άμυλο, παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές πεπτικότητας. Είναι πιθανό ένας αριθμός προϊόντων του αμύλου, ειδικά αυτά που έχουν υποστεί θερμική επεξεργασία, να αποτελέσουν αξιολογη πηγή ενέργειας στη διατροφή της τσιπούρας.

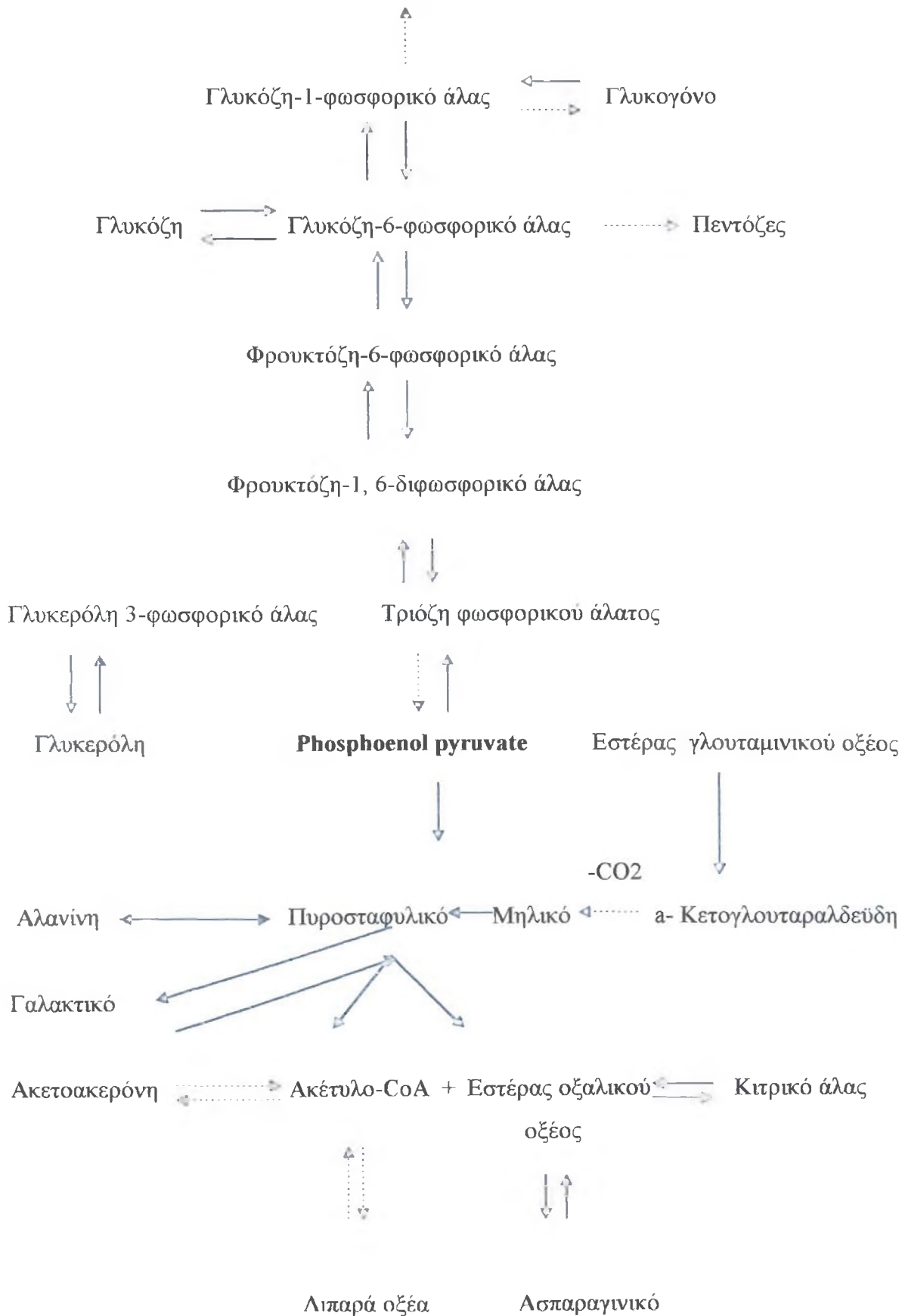
Οι παράγοντες που επηρεάζουν / καθορίζουν τον μεταβολισμό των υδατανθράκων στα ψάρια είναι γενετικοί και περιβαλλοντικοί. Συγκεκριμένα, ο εγκλιματισμός των ψαριών αντανάκλα στον εγκλιματισμό των ενζύμων, αφού η ικανότητα επιβίωσης των υδρόβιων οργανισμών εξαρτάται κατά πολύ από το αν γίνονται σωστά οι μεταβολικές λειτουργίες. Μερικά ένζυμα μπορούν να ακολουθήσουν ένα μεταβολικό εγκλιματισμό, ενώ άλλα όχι. Τα ένζυμα που σχετίζονται με την απελευθέρωση ενέργειας (ένζυμα της γλυκόλυσης, ο κύκλος του τρικαρβοξυλικού οξέος, μεταφορά ηλεκτρονίων και οξειδωση των λιπαρών οξέων) παρουσιάζονται θετικά σ'ένα μεταβολικό εγκλιματισμό, ενώ τα ένζυμα που έχουν σχέση με την υποδιαίρεση των μεταβολικών προϊόντων είναι αρνητικά.



#### 2.4.5.2 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Παρά τις διαφορές μεταξύ των ειδών στην δεκτικότητα των υδατανθράκων, είναι κοινά αποδεκτό ότι το κυρίαρχο τελικό προϊόν της πέψης των υδατανθράκων, η γλυκόζη, μεταβολίζεται με τρόπο μέσω του οποίου υπερισχύει σε όλα τα άλλα στοιχεία, όπως για παράδειγμα μέσω του ανατρεπόμενου Emben-Meyerhoff “δρόμου”. Σε αυτόν τον “δρόμο” η γλυκόζη έχει ένα μόνο σκοπό, την φωσφοριλίωση. Οι σημαντικότερες μεταβολικές μετατροπές απεικονίζονται στον πίνακα 2.14, που ακολουθεί:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.14 Μεταβολικές μετατροπές  
 Δομικοί υδατάνθρακες



- Τα βέλη που σημειώνονται με διακεκομμένη γραμμή υποδεικνύουν αντιδράσεις που έχουν ενδιάμεσα στάδια.
- Τα ζευγάρια βελών που σημειώνονται με συνεχόμενη γραμμή υποδεικνύουν διάφορα ένζυμα τα οποία παίρνουν μέρος στις αντιδράσεις και των δύο κατευθύνσεων.
- Τα ζευγάρια βελών που σημειώνονται με διακεκομμένη γραμμή υποδεικνύουν ότι το στάδιο ή τα στάδια της αντίδρασης καταλύονται από τα ίδια ένζυμα και για τις δύο κατευθύνσεις.

## 2.5 ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

Όλα τα είδη υδρόβιων ζώων απαιτούν κάποια ανόργανα στοιχεία για την εξασφάλιση των φυσιολογικών λειτουργιών τους. Συγκεκριμένα τα ψάρια έχουν την ικανότητα να απορροφούν μερικά ανόργανα στοιχεία όχι μόνο μέσω της διατροφής τους, αλλά και από το εξωτερικό περιβάλλον. Οι απαιτήσεις των ψαριών σε πολλά βασικά ιχνοστοιχεία αφορούν πολύ μικρές ποσότητες, γεγονός που κάνει δύσκολη τη διαμόρφωση συγκεκριμένης διαίτας που να υποδεικνύει τις συνέπειες στα ψάρια πιθανών ελλείψεων σε ιχνοστοιχεία. Μέχρι σήμερα, 29 από τα 90 φυσικά ιχνοστοιχεία θεωρούνται βασικά για τα ζώα. Το μεγαλύτερο μέρος των έμβιων οργανισμών αποτελείται από άνθρακα, υδρογόνο, άζωτο, οξυγόνο και θειάφι. Τα στοιχεία αυτά συναντώνται σε υψηλές συγκεντρώσεις και απαιτούνται σε μεγάλες ποσότητες.

Επίσης, υπάρχουν και άλλα μακροστοιχεία, όπως το ασβέστιο, μαγνήσιο, φώσφορος, ποτάσσιο, νάτριο, χλώριο, σίδηρος, χαλκός, ιώδιο, ψευδάργυρος, κοβάλτιο και φθόριο, που απαιτούνται σε σημαντικές ποσότητες από τους οργανισμούς.

Αν και παλιότερα ο προσδιορισμός των ουσιών αυτών ήταν δύσκολος, σήμερα οι σύγχρονες αναλυτικές τεχνικές επιτρέπουν την ακριβή ανάλυσή τους καθώς και την επίδειξη των μοναδικών λειτουργιών τους στις μεταβολικές διαδικασίες. Οι κυριότερες από αυτές περιλαμβάνουν τη δομή του σκελετού, τη

συντήρηση των κολλοειδικών συστημάτων (οσμωτική πίεση, συντελεστή ιξώδους, διάχυση), και τη ρύθμιση της ισορροπίας μεταξύ οξέων και βάσεων. Επιπλέον, είναι βασικά συστατικά των ορμονών και των ενζύμων.

Η συγκέντρωση των ορυκτών μετάλλων στο σώμα των υδρόβιων οργανισμών εξαρτάται από την προέλευση της τροφής, το περιβάλλον, τα είδη, το στάδιο της εξέλιξής τους, καθώς και την φυσιολογική τους κατάσταση.

### 2.5.1 ΑΣΒΕΣΤΙΟ ΚΑΙ ΦΩΣΦΟΡΟΣ

Οι απαιτήσεις των ψαριών σε ασβέστιο επηρεάζονται από τα επίπεδα του φωσφόρου στη διαίτα, τη χημεία του νερού και τις διαφορές μεταξύ των ειδών. Στην διατροφή των χελιών, της πέστροφας, του κυπρίνου και του γατόψαρου απαιτείται 0.34% ασβεστίου το λιγότερο. Οι απαιτήσεις της πέστροφας, του γατόψαρου, του κυπρίνου, του χελιού, της τσιπούρας και ειδών του σολομού αναγράφονται στον **πίνακα 2.15**. Οι απαιτήσεις των χελιών είναι πιο χαμηλές σε σχέση με άλλα ψάρια.

### 2.5.2 ΜΑΓΝΗΣΙΟ

Οι απαιτήσεις των ψαριών σε μαγνήσιο, που φαίνονται στον **πίνακα 2.15**, δείχνουν ότι για τα περισσότερα ψάρια του γλυκού νερού που έχουν μελετηθεί, ένα ποσοστό της τάξης του 0.04 -0.05% είναι αρκετά ικανοποιητικό. Όσον αφορά στα ψάρια του θαλασσινού νερού, ο εμπλουτισμός της διαίτας τους σε μαγνήσιο δεν θεωρείται απαραίτητος.

### 2.5.3 ΣΙΔΗΡΟΣ

Βάσει πειραμάτων που έχουν διεξαχθεί, οι διαιτητικές απαιτήσεις σε σίδηρο του Ατλαντικού σολωμού, του χελμού, του γατόψαρου και της τσιπούρας κυμαίνονται μεταξύ 30 - 170 mg σιδήρου / kg. Όμως, για την πέστροφα τα 39mg σιδήρου / kg δεν καλύπτουν τις ανάγκες της. Οι απαιτήσεις των διαφόρων ειδών σε σίδηρο φαίνονται στον **πίνακα 2.15**.

### 2.5.4 ΜΑΓΓΑΝΙΟ

Τα σαλμονοειδή, γενικά, απαιτούν 13 -20 mg μαγγανίου / kg τροφής, αλλά συγκεκριμένα οι γεννήτορες έχουν ανάγκη σαφώς μεγαλύτερες ποσότητες (>50mg/kg). Αναμφισβήτητα, σε αυτήν την περίπτωση είναι απαραίτητη η πρόσθετη χορήγηση μαγγανίου διότι στις τροφές δεν περιέχονται αρκετές ποσότητες. Στον **πίνακα 2.15** μπορούμε να δούμε αναλυτικά τις ανάγκες των ψαριών σε μαγγάνιο.

### 2.5.5 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ

Η ελάχιστη αναγκαία ποσότητα ψευδαργύρου ποικίλλει ανάλογα με την ηλικία, τη σεξουαλική ωριμότητα, τη σύσταση της διαίτας, την ποιότητα και θερμοκρασία του νερού. Η απορρόφηση και χρησιμοποίηση του ψευδαργύρου επηρεάζεται από τα ποσοστά του ασβεστίου και φωσφόρου, την προέλευση των πρωτεϊνών, καθώς και τη μορφή του ψευδαργύρου. Οι απαιτούμενες ποσότητες αυτού του στοιχείου φαίνονται στον **πίνακα 2.15**.

### 2.5.6 ΙΩΔΙΟ

Οι ανάγκες των ψαριών σε ιώδιο πιθανώς επηρεάζονται από την ανάπτυξη, το φύλο, την ηλικία, τη φυσιολογική κατάσταση, το περιβαλλοντικό στρες, τις ασθένειες, την περιεκτικότητα του νερού σε αυτό το στοιχείο, καθώς και από την παρουσία στην τροφή ουσιών που προκαλούν πρήξιμο του θηροειδή. Πρόσφατα, παρατηρήθηκε ότι 4.5mg ιωδίου / kg τροφής ήταν απαραίτητα για την προστασία του Ατλαντικού σολωμού από βακτηριακή μόλυνση του νεφρού. Στον **πίνακα 2.15** φαίνονται οι απαιτήσεις των διαφόρων ειδών σε ιώδιο.

### 2.5.7 ΣΕΛΗΝΙΟ

Οι ανάγκες των ψαριών σε σελήνιο ποικίλλουν ανάλογα με τη διαθεσιμότητα του σεληνίου στην τροφή, την περιεκτικότητα της τροφής σε βιταμίνη E, και τη συγκέντρωση του σεληνίου στο νερό. Σύμφωνα με υπολογισμούς που έγιναν με βάση τη βέλτιστη ανάπτυξη και την μέγιστη υπεροξειδωτική δραστηριότητα της γλουταθειώνης του πλάσματος, οι απαιτήσεις σε σελήνιο ήταν 0.15 - 0.38mg σεληνίου / kg τροφής για την πέστροφα, και 0.25mg σεληνίου / kg τροφής για το γατόψαρο. Οι απαιτήσεις άλλων ψαριών δεν είναι ακόμα γνωστές.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.** Απαιτήσεις σε ιχνοστοιχεία συγκεκριμένων ψαριών σύμφωνα με τον Halver(Ποσοστό ή ποσότητα ανά κιλό τροφής)

(R, required; NR, not required)

| <b>ΕΙΔΗ</b>         | <b>Ασβέστιο</b> | <b>Φώσφορος</b> | <b>Μαγνήσιο</b> | <b>Σίδηρος</b> | <b>Χαλκός</b> | <b>Μαγγάνιο</b> | <b>Ψευδάργυρος</b> | <b>Ιώδιο</b> | <b>Σελήνιο</b> |
|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|--------------------|--------------|----------------|
|                     | <b>(%)</b>      | <b>(%)</b>      | <b>(%)</b>      | <b>(mg)</b>    | <b>(mg)</b>   | <b>(mg)</b>     | <b>(mg)</b>        | <b>(μg)</b>  | <b>(mg)</b>    |
| Salmo gairdneri     | 0.02            | 0.7             | 0.05            | -----          | 3             | 13              | 15-30              | R(b)         | 0.15-<br>0.38  |
| Salmo salar         | 0.03            | 0.6             | R               | 60             | 5             | 20              | R                  | R            | R              |
| Oncorhynchus keta   | -----           | 0.6             | -----           | -----          | -----         | R               | R                  | R            | R              |
| Ictalurus punctatus | 0.03            | 0.4             | 0.04            | 30             | 5             | 2.4             | 20                 | -----        | 0.25           |
| Cyprinus carpio     | 0.03            | 0.7             | 0.05            | -----          | 3             | 13              | 15-30              | -----        | R              |
| Anguilla anguilla   | 0.27            | 0.3             | 0.04            | 170            | -----         | -----           | -----              | -----        | R              |
| Chrysophrys major   | 0.34            | 0.6             | NR(b)           | -----          | -----         | -----           | -----              | -----        | R              |

# Εξόφθαλμος

Διόφθαλμος

Αιμορραγίες

Σκολίωση

Διόφθαλμος

Λόρδωση

Διόφθαλμος Διόφθαλμος Διόφθαλμος Διόφθαλμος  
Αιμορραγίες Αιμορραγίες Αιμορραγίες Αιμορραγίες  
Διόφθαλμος Διόφθαλμος Διόφθαλμος Διόφθαλμος  
Σκολίωση Σκολίωση Σκολίωση Σκολίωση

Αιμορραγίες Αιμορραγίες Αιμορραγίες Αιμορραγίες  
Λόρδωση Λόρδωση Λόρδωση Λόρδωση

Αιμορραγίες Αιμορραγίες Αιμορραγίες Αιμορραγίες  
Διόφθαλμος Διόφθαλμος Διόφθαλμος Διόφθαλμος

Αιμορραγίες Αιμορραγίες Αιμορραγίες Αιμορραγίες  
Σκολίωση Σκολίωση Σκολίωση Σκολίωση

Αιμορραγίες Αιμορραγίες Αιμορραγίες Αιμορραγίες  
Εξόφθαλμος Εξόφθαλμος Εξόφθαλμος Εξόφθαλμος

Αιμορραγίες Αιμορραγίες Αιμορραγίες Αιμορραγίες  
Καταράκτης Καταράκτης Καταράκτης Καταράκτης

**ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ**  
**ΛΟΓΩ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΩΝ**  
**ΕΛΛΕΙΨΕΩΝ**



### **3. ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΟΦΕΙΛΟΜΕΝΑ ΣΕ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΕΛΛΕΙΨΕΙΣ**

#### **3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Σε αντίθεση με τη λειτουργία συστημάτων εκτατικής και ημι-εντατικής καλλιέργειας, όπου τα ψάρια λαμβάνουν όλα τα απαραίτητα διαιτητικά στοιχεία άμεσα από το εξωτερικό περιβάλλον, τα ψάρια που εκτρέφονται σε εντατικές καλλιέργειες στηρίζονται διατροφικά στον ανθρώπινο παράγοντα. Για πολλά από τα καλλιεργούμενα είδη, όσον αφορά στην εντατική καλλιέργεια, έχει προωθηθεί η τεχνητή τροφή για την κάλυψη των διατροφικών τους αναγκών, παρά την απουσία λεπτομερειακών δεδομένων πάνω στις απαιτήσεις τους. Σύμφωνα με τα παραπάνω είναι αναμενόμενη / δικαιολογημένη η εμφάνιση παθολογικών φαινομένων προερχόμενων από ανισορροπία διατροφικών στοιχείων ή μερική έλλειψη αυτών.

#### **3.2 ΑΝΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΩΝ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΩΝ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ**

##### **3.2.1 ΕΛΛΕΙΨΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΑΜΙΝΟΞΕΩΝ (ESSENTIAL AMINO-ACIDS, EAA)**

Αν και τα αποτελέσματα μελετών που έχουν γίνει μέχρι σήμερα δείχνουν ότι η χορήγηση τροφής, ελλειπούς σε βασικά αμινοξέα, δημιουργεί απλά μείωση του ρυθμού ανάπτυξης, στον **πίνακα 3.1** που ακολουθεί αναγράφονται συμπτώματα στην ανατομία νεαρών ιχθυδίων λόγω της ίδιας έλλειψης.

Οι λόγοι για τους οποίους είναι πιθανό να παρουσιαστούν τέτοιου είδους συμπτώματα, είναι οι εξής:

**α.**Ο φτωχός μεταβολισμός της τροφής προκαλούμενος από τη χρήση δυσανάλογων ποσών διαιτητικών πρωτεϊνών που χαρακτηρίζονται από έλλειψη συγκεκριμένων βασικών αμινοξέων. Διαιτητικές ανισορροπίες μπορούν επίσης

## ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1

## Ελλείψεις Βασικών Αμινοξέων

Σύμφωνα με τον Tacon

| Βασικά αμινοξέα | Είδη                      | Συμπτώματα ελλείψεων  |
|-----------------|---------------------------|---|
| Λυσίνη          | <i>Salmo gairdneri</i>    | Διάβρωση ραχιαίου και ουραίου πτερυγίου, αυξημένη θνησιμότητα   |
|                 | <i>Cyprinus carpio</i>    | Αυξημένη θνησιμότητα  |
| Μεθειονίνη      | <i>S. gairneri</i>        | Καταράκτης  |
|                 | <i>Salmo salar</i>        | Καταράκτης  |
| Τρυπτοφάνη      | <i>S. gairneri</i>        | Σκολίωση, λόρδωση, εναπόθεση ασβεστίου στα νεφρά, καταράκτης, διάβρωση ουραίου πτερυγίου, μειωμένη περιεκτικότητα λίπους στην σάρκα, αυξημένη συγκέντρωση Ca, Mg, Na, K, στην σάρκα |
|                 | <i>Oncorhynchus nerka</i> | Σκολίωση  |

να εμφανιστούν από την παρουσία δυσανάλογων επιπέδων συγκεκριμένων αμινοξέων. Σ' αυτά περιλαμβάνεται ο ανταγωνισμός μεταξύ λευκίνης / ισολευκίνης, αργινίνης / λυσίνης, και κυστίνης / μεθειονίνης. Για παράδειγμα τα αιματάλευρα είναι πολύ πλούσια σε βαλίνη, ιστιδίνη, και λευκίνη, ενώ περιέχουν μικρές ποσότητες σε μεθειονίνη και ισολευκίνη. Έχει παρατηρηθεί ότι λόγω του έντονου ανταγωνισμού μεταξύ λευκίνης και ισολευκίνης, τα ψάρια στα οποία χορηγείται μεγάλο ποσοστό αιματάλευρου υποφέρουν από έλλειψη ισολευκίνης.

β. Συμπτώματα ελλείψεων βασικών αμινοξέων μπορούν να προκύψουν και από εκτεταμένη θερμική επεξεργασία των διατροφικών πρωτεϊνών κατά την διάρκεια της παρασκευής της τροφής. Για παράδειγμα, υπό τέτοιες συνθήκες, οι πρωτεΐνες πέπτονται δυσκολότερα εξαιτίας του σχηματισμού πεπτιδικών δεσμών στις πλευρικές αλυσίδες της λυσίνης και του διανθρακικού οξέος. Οι ελεύθερες Ε αμινο-ομάδες είναι ειδικά ευαίσθητες στη θερμότητα, σχηματίζοντας επιπλέον ενώσεις με μη πρωτεϊνικά μόρια.

γ. Συμπτώματα ελλείψεων βασικών αμινοξέων μπορούν επίσης να εμφανιστούν από την χημική επεξεργασία διαιτητικών πρωτεϊνών με οξέα ή αλκάλια, λόγω της απώλειας ελεύθερης τρυπτοφάνης και λυσίνης / κυστίνης αντίστοιχα.

δ. Συμπτώματα ελλείψεων βασικών αμινοξέων μπορούν εξάλλου να εμφανιστούν από τη διάλυση στο νερό είτε ελεύθερων, είτε με πρωτεϊνικούς δεσμούς αμινοξέων. Για παράδειγμα, οι Grabner, Weiser and Lackner (1981) σύμφωνα με τον Halver, παρατήρησαν απώλεια, λόγω διάλυσης, πολλών ελεύθερων και μη αμινοξέων στους 90°C και έχοντας προσθέσει νερό για 10 λεπτά σε ξηρό ζωοπλαγκτόν.

### 3.3 ΕΛΛΕΙΨΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ

Όλα τα ψάρια που έχουν μελετηθεί μέχρι σήμερα παρουσιάζουν μειωμένο

ρυθμό ανάπτυξης και μικρή ικανότητα μετατροπής της τροφής, όταν οι πειραματικές δίαιτες είναι ελλειπείς σε λιπαρά οξέα. Στον **πίνακα 3.2** καταγράφονται τα συμπτώματα ελλείψεων λιπαρών οξέων στην ανατομία νεαρών ιχθυδίων. Γενικά οι διατροφικές ελλείψεις λιπαρών οξέων είναι αποτέλεσμα φτωχού μεταβολισμού της τροφής.

#### 3.4 ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΕΛΛΕΙΨΕΙΣ ΒΑΣΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

Στον **πίνακα 3.3** παρουσιάζονται τα συμπτώματα έλλειψης ενός ή περισσότερων μετάλλων στην ανατομία νεαρών ιχθυδίων. Παρά την παρουσία μακροστοιχείων και ιχνοστοιχείων, σε όλες τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται συνήθως στις ιχθυοτροφές και την ικανότητα των ίδιων των ψαριών να απορροφούν ποσότητες συγκεκριμένων ιχνοστοιχείων από το περιβάλλον νερό, συμπτώματα ελλείψεων μετάλλων μπορεί να εμφανιστούν σε συνθήκες εντατικής καλλιέργειας όταν:

**α.** Κατά την παρασκευή της τροφής δεν συμμετέχει κάποιο μακροστοιχείο ή ιχνοστοιχείο.

**β.** Υπάρχει μείωση της βιοδιαθεσιμότητας μετάλλων μέσω διατροφικών ανισορροπιών. Η διαθεσιμότητα και χρησιμοποίηση των διαιτητικών ιχνοστοιχείων από τα ψάρια εξαρτάται από την προέλευση της τροφής και τη μορφή με την οποία αυτά πέπτονται, την επάρκεια αποθεμάτων στο σώμα, τις αλληλεπιδράσεις με άλλα μεταλλικά στοιχεία που υπάρχουν στον γαστρο-εντερικό σωλήνα και στον σωματικό ιστό, καθώς και από τις αλληλεπιδράσεις στοιχείων με άλλα διατροφικά συστατικά ή τους μεταβολίτες αυτών (βιταμίνες, σάκχαρα και φυτικά οξέα).

Για μερικά είδη ψαριών η διαθεσιμότητα και απορρόφηση του φωσφόρου και άλλων κύριων στοιχείων (ασβέστιο) από διαφόρων ειδών τροφές, περιπλέκεται

---

| Είδη                         | Συμπτώματα ελλείψεων  |
|------------------------------|---|
| <i>S. gairdneri</i>          | Αυξημένη θνησιμότητα, αυξημένη περιεκτικότητα νερού στους μύες, αυξημένη ευαισθησία στην διάβρωση του ουραίου πτερυγίου από το <i>Flexibacterium</i> sp., λιποθυμίες ή σύνδρομο σοκ, μειωμένη αιμογλοβίνη, εκφύλιση του ήπατος, πρησμένο ωχρό συκώτι, μείωση της απόδοσης της ωορρηξίας |
| <i>Oncorhynchus kisutch</i>  | Πρησμένο ωχρό συκώτι, αυξημένος ηπατοκυτταρικός δείκτης, υψηλή θνησιμότητα,   |
| <i>Oncorhynchus keta</i>     | Πρησμένο ωχρό συκώτι, αυξημένος ηπατοκυτταρικός δείκτης, υψηλή θνησιμότητα,   |
| <i>C. carpio</i>             | Αυξημένη θνησιμότητα, λιπαρό συκώτι   |
| <i>Anguilla japonica</i>     | Αυξημένη θνησιμότητα  |
| <i>Oreochromis niloticus</i> | Πρησμένο ωχρό συκώτι, λιπαρό συκώτι   |
| <i>Pagrus major</i>          | Μειωμένη απόδοση ωορρηξίας  |
| <i>Scophthalmus maximus</i>  | Αυξημένη θνησιμότητα, μείωση ανάπτυξης, εκφύλιση βραγχιακού επιθηλίου   |

| Στοιχείο / είδος ψαριού | Συμπτώματα ελλείψεων  |
|-------------------------|---|
| <b>ΦΩΣΦΟΡΟΣ</b>         |   |
| C. caprio               | Μειωμένη ανάπτυξη, φτωχή μετατροπή της τροφής, αφαλάτωση των οστών, σκελετική δυσπλασία, μη κανονική ασβεστοποίηση των ραβδώσεων και των μαλακών ακτίνων του θωρακικού πτερυγίου, αύξηση του εντερικού λίπους   |
| I. punctatus            | Μειωμένη ανάπτυξη, φτωχή μετατροπή της τροφής, αφαλάτωση των οστών  |
| P. major                | Μειωμένη ανάπτυξη, φτωχή μετατροπή της τροφής, αφαλάτωση των οστών, αύξηση της περιεκτικότητας του λίπους στους μύες, συκώτι και σπονδύλους, μείωση του γλυκογόνου του συκωτιού, καμπυλωτοί και διογκωμένοι σπογγώδης σπόνδυλοι   |
| A. japonica             | Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη   |
| S. gairdneri            | Μειωμένη ανάπτυξη, φτωχή μετατροπή της τροφής, αφαλάτωση των οστών  |
| S. salar                | Μειωμένη ανάπτυξη, φτωχή μετατροπή της τροφής, αφαλάτωση των οστών  |
| <b>ΑΣΒΕΣΤΙΟ</b>         |   |
| I. punctatus            | Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλό ποσοστό τέφρας  |
| S. gairdneri            | Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη και φτωχή μετατροπή της τροφής  |
| A. japonica             | Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη και φτωχή μετατροπή της τροφής  |
| P. major                | Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη και φτωχή μετατροπή της τροφής  |
| <b>ΜΑΓΝΗΣΙΟ</b>         |   |
| C. caprio               | Μειωμένη ανάπτυξη, νωθρότητα, ανορεξία, σπασμοί, υψηλή θνησιμότητα, μείωση της περιεκτικότητας μαγνησίου στα όστα, καταράκτης   |
| I. punctatus            | Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, νωθρότητα, χαλάρωση των μυών, υψηλή θνησιμότητα, χαμηλή περιεκτικότητα μαγνησίου στο σώμα και στον ορό του αίματος   |
| A. japonica             | Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη   |
| S. gairdneri            | Μειωμένη ανάπτυξη, ανορεξία, καταράκτης, νωθρότητα, εναπόθεση ασβεστίου στο νεφρό, υψηλή θνησιμότητα, καμπύλωση της σπονδυλικής στήλης, εκφύλιση των μυικών ινών και των επιθηλιακών κυττάρων των πυλωρικών τυφλών, μειωμένη τέφρα των οστών, αυξημένη περιεκτικότητα μαγνησίου και ασβεστίου |

---

Στοιχείο / είδος ψαριού

Συμπτώματα ελλείψεων

---

ΣΙΔΗΡΟΣ

Υποχρωμική μικροκυτταρική αναιμία (C. carpio, P. major, A. japonica)

ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ

I. punctatus

~~Μειωμένη ανάπτυξη και όρεξη, μικρή περιεκτικότητα ασβεστίου και ψευδαργύρου στα οστά~~

C. carpio

Μειωμένη ανάπτυξη, καταράκτης, υψηλή θνησιμότητα, διάβρωση πτερυγίων και δέρματος, αυξημένη συγκέντρωση σιδήρου και χαλκού στους ιστούς του εντέρου και του ηπατοπάγκρεας

S. gairdneri

Μειωμένη ανάπτυξη, αυξημένη θνησιμότητα, καταράκτης, διάβρωση πτερυγίων, σωματική δυσπλασία

ΜΑΓΝΗΣΙΟ

Oreochromis mossambicus

~~Μειωμένη ανάπτυξη και όρεξη, απώλεια ισορροπίας, θνησιμότητα~~

C. carpio

Μειωμένη ανάπτυξη, καταράκτης, σωματική δυσπλασία

S. gairdneri

Καταράκτης, μειωμένη ανάπτυξη, σωματική δυσπλασία, μη κανονική ανάπτυξη της ουράς

ΧΑΛΚΟΣ

C. carpio

Μειωμένη ανάπτυξη, καταράκτης

ΣΕΛΗΝΙΟ

S. salar

Αυξημένη θνησιμότητα, μυϊκή δυστροφία, μείωση της δραστηριότητας του υπεροξειδίου της γλουταθιόνης

C. carpio

Μειωμένη ανάπτυξη, καταράκτης, αναιμία

I. punctatus

Μειωμένη ανάπτυξη

ΙΩΔΙΟ

Salmonids

Υπερπλασία του θυρεοειδή

λόγω της απουσίας ενός οξέο-απεκκριτικού στομάχου, του οποίου η παρουσία είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική διάλυση των οστών, που συχνά αποτελούν βασικό στοιχείο των ιχθυοτροφών, λόγω της περιεκτικότητάς τους σε ασβέστιο. Επομένως, στα είδη ψαριών που δεν έχουν στόμαχο είναι αναγκαία η παροχή διαλυτών μονοβασικών ανόργανων αλάτων ή βιοδιαθέσιμων οργανικών αλάτων στη διατροφή. Αντίθετα, στις φυτικές πρωτεΐνες βρίσκεται μια μεγάλη ποσότητα φωσφόρου με τη μορφή φυτοχημικών δεσμών. Το φυτοχημικό οξύ του φωσφόρου όχι μόνο θεωρείται μη διαθέσιμο βιολογικά, αλλά παράλληλα έχει την ικανότητα να κάνει χημικά σύμπλοκα με άλλα ιχνοστοιχεία (ψευδάργυρος, κοβάλτιο, σίδηρο, χαλκός, μολυβδένιο), με αποτέλεσμα να τα καθιστά μη διαθέσιμα στα ψάρια κατά την διάρκεια της πέψης.

Κάτω από συνθήκες καλλιέργειας η έλλειψη μετάλλων παρουσιάζεται συχνά λόγω ανεπάρκειας ασβεστίου. Για παράδειγμα η βιοδιαθεσιμότητα του ψευδάργυρου και σε μικρότερο ποσοστό του μαγνησίου, στην λευκή ιχθυοτροφή (ιχθυάλευρο που περιέχει μόνο σάρκα και οστά) έχει βρεθεί ότι είναι πολύ μικρότερη από αυτή που περιέχεται στην καφέ ιχθυοτροφή (ιχθυάλευρο ολικής αλέσεως, το οποίο περιέχει πολύ μικρότερο ποσοστό τέφρας και ασβεστίου. Για αυτόν τον λόγο αποτελέσματα πειραμάτων σε πέστροφα, κυπρίνο και σωλομό στα οποία χρησιμοποιήθηκε λευκή ιχθυοτροφή χωρίς την πρόσθετη χορήγηση ιχνοστοιχείων έδειξαν συμπτώματα έλλειψης, όπως καταστολή της ανάπτυξης, συρρίκνωση του σώματος και καταρράκτη.

#### 3.4.1 ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

Ένας σημαντικός κίνδυνος που πιθανότατα σχετίζεται με την ανισορροπία των συστατικών της τροφής, είναι η παρουσία βαρέων μετάλλων στα οποία συμπεριλαμβάνονται ο χαλκός, το σελήνιο, το κάδμιο, το μολυβδένιο, ο υδράργυρος, ο μόλυβδος, το αρσενικό, το φθόριο και το βανάδιο. Για παράδειγμα μόλυνση από χαλκό μπορεί να προκύψει από προϊόντα που ωριμάζουν σε δοχεία επιστρωμένα με χαλκό.



Συστατικά της τροφής που μπορεί να περιέχουν επικίνδυνα μέταλλα είναι: απόβλητα ορνιθοτροφείων - αρσενικό, υποπροϊόντα παραγωγής χαρτιού - μόλυβδος, ιχθυάλευρα - υδράργυρος, σελήνιο, αρσενικό, κάδμιο, μόλυβδος, μαλάκια (όστρακα, δεκάποδα) - ψευδάργυρος, κάδμιο. Τα συμπτώματα της τοξικότητας των μετάλλων φαίνονται στον **πίνακα 3.4**.

### 3.5 ΕΛΛΕΙΨΕΙΣ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΩΝ ΒΙΤΑΜΙΝΩΝ

Στον **πίνακα 3.5** καταγράφονται οι συνέπειες των διατροφικών ελλείψεων σε βιταμίνες. Σε συνθήκες εντατικής καλλιέργειας η ανεπάρκεια βασικών βιταμινών οφείλεται στους εξής παράγοντες:

#### α. Επεξεργασία και αποθήκευση της τροφής

- 1) *Ριβοφλαβίνη*: γενικά η ριβοφλαβίνη χρησιμοποιείται σε ξηρή μορφή και είναι αρκετά σταθερή στα ξηρά πολυβιταμινούχα μείγματα. Οι τροφές που περιέχουν ριβοφλαβίνη θα πρέπει να προστατεύονται από τον έντονο φωτισμό / ακτίνες UV (επιρρεπής στην οξείδωση), καθώς και από αλκαλικές συνθήκες.
- 2) *Παντοθενικό οξύ*: γενικά το παντοθενικό οξύ χρησιμοποιείται με τη μορφή ασβεστούχου d-παντοθενικού (92% δραστηριότητα) ή ασβεστούχου dl-παντοθενικού (46% δραστηριότητα), και είναι σταθερό στα πολυβιταμινούχα μείγματα, ενώ, όσον αφορά στην επεξεργασία της τροφής, οι απώλειες κατά τον σχηματισμό pellets έχει σημειωθεί ότι φτάνουν το 10%.
- 3) *Νιασίνη* : χρησιμοποιείται με την μορφή νικοτινικού οξέος ή νιασιναμίδιου, και είναι σταθερή στα διάφορα μείγματα εφόσον διατηρούνται ξηρές και ψυχρές συνθήκες. Απώλειες κατά την διάρκεια της επεξεργασίας έχουν φτάσει το 20% .

## ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4

## Συμπτώματα Τοξικότητας Μετάλλων

Σύμφωνα με τον Tacon

| Στοιχεία    | Είδη                                   | Συμπτώματα τοξικότητας   |
|-------------|--|--|
| ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ | <i>C. carpio</i>                       | Μειωμένη ανάπτυξη  |
| ΧΑΛΚΟΣ      | <i>I. punctatus</i>                    | Μειωμένη ανάπτυξη  |
| ΣΕΛΗΝΙΟ     | <i>S. gairdneri</i>                    | Μειωμένη ανάπτυξη, υψηλή θνησιμότητα, χαμηλή μετατρεψιμότητα, ασβέστωση νεφρού |
|             | <i>I. punctatus</i>                    | Μειωμένη ανάπτυξη  |
| ΚΑΔΜΙΟ      | <i>S. gairdneri</i> / <i>C. carpio</i> | Σκολίωση, υπερκινητικότητα, μείωση περιεκτικότητας ασβεστίου στα οστά          |
| ΜΟΛΥΒΔΟΣ    | <i>S. gairdneri</i>                    | Σκολίωση, λόρδωση, αναιμία, εκφύλιση του ουραίου πτερυγίου, μαύρη ουρά         |
| ΧΡΩΜΙΟ      | <i>S. gairdneri</i>                    | Μειωμένη ανάπτυξη και χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής                        |

| Βιταμίνη / Είδος ψαριού       | Συμπτώματα ελλείψεων  |
|-------------------------------|---|
| <b><u>ΡΙΒΟΦΛΑΒΙΝΗ</u></b>     |   |
| Salmonids                     | Ανορεξία, χαμηλή ανάπτυξη, αγγειώματα στον κερατοειδή χιτώνα του ματιού, διάβρωση του ρύγχους, παραμόρφωση της σπονδυλικής στήλης, αυξημένη θνησιμότητα, διάβρωση των πτερυγίων, αιμορραγίες των πτερυγίων, εμφανής μυική αδυναμία, ανοιχτός ή σκούρος χρωματισμός, φωτοφοβία, λήθαργος, αναιμία, γρήγορη σπασμωδική κίνηση |
| C. carpio                     | Ανορεξία, φτωχή ανάπτυξη, υψηλή θνησιμότητα, αιμορραγίες δέρματος και πτερυγίων, νευρική κίνηση, φωτοφοβία  |
| I. punctatus                  | Σωματική δυσπλασία, ανορεξία, φτωχή ανάπτυξη, καταράκτης  |
| P. major                      | Φτωχή ανάπτυξη  |
| A. japonica                   | Αιμορραγία πτερυγίων, ανορεξία, φτωχή ανάπτυξη, φωτοφοβία, λήθαργος   |
| <b><u>ΠΑΝΤΟΘΕΝΙΚΟ ΟΞΥ</u></b> |   |
| Salmonids                     | Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, παραμορφωμένα βραγχία, αναιμία, νωθρότητα, βράγχια καλυμμένα με βλέννα   |
| C. carpio                     | Ανορεξία, φτωχή ανάπτυξη, νωθρότητα, αναιμία, εξόφθαλμος, επιδερμικές αιμορραγίες   |
| I. punctatus                  | Ανορεξία, αναιμία, διάβρωση δέρματος, χαμηλομένες γνάθοι και κεφάλι   |
| P. major                      | Φτωχή ανάπτυξη, θνησιμότητα   |
| A. japonica                   | Φτωχή ανάπτυξη, διάβρωση επιδερμίδας, μη κανονική κολυμβητική συμπεριφορά   |
| <b><u>ΝΙΑΣΙΝΗ</u></b>         |   |
| Salmonids                     | Ανορεξία, φτωχή ανάπτυξη, λιγότερο αποδοτική μετατροπή της τροφής, σκούρος χρωματισμός, ακανόνιστη κολύμβηση, μυικοί σπασμοί κατά την διάρκεια της ανάπαυσης, στομαχικό οίδημα, ευαισθησία στον ήλιο  |
| C. carpio                     | Υψηλή θνησιμότητα, αιμορραγίες δέρματος   |
| I. punctatus                  | Αιμορραγίες και βλάβες δέρματος / πτερυγίων, αναιμία, υψηλή θνησιμότητα, εξόφθαλμος, παραμορφωμένες γνάθοι  |
| P. major                      | Φτωχή ανάπτυξη  |
| A. japonica                   | Αιμορραγίες και βλάβες του δέρματος, μειωμένη ανάπτυξη, μη κανονική κολύμβηση, σκούρος χρωματισμός  |

- 4) *Θειαμίνη* : χρησιμοποιείται με τη μορφή της μονονιτρικής θειαμίνης (91.8% δραστηριότητα) και είναι σταθερή σε μείγματα που δεν περιέχουν πρόσθετη χολίνη ή ιχνοστοιχεία. Η θειαμίνη καταστρέφεται γρήγορα σε αλκαλικές συνθήκες ή με την παρουσία θείου. Κατά την διάρκεια της επεξεργασίας και της αποθήκευσης ( 7 μήνες, σε θερμοκρασία δωματίου ), παρατηρήθηκαν απώλειες 0-10% και 11-12% αντίστοιχα.
- 5) *Πυριδοξίνη* : χρησιμοποιείται κυρίως ως υδροχλωρική πυριδοξίνη σε ξηρή μορφή και είναι σταθερή στα ξηρά πολυβιταμινούχα μείγματα που δεν περιέχουν πρόσθετα ιχνοστοιχεία. Επίσης, είναι ευαίσθητη στο έντονο φως (UV), στην υγρασία και στην υψηλή θερμοκρασία. Απώλειες κατά την επεξεργασία και την αποθήκευση είναι της τάξης του 7-10%.
- 6) *Βιοτίνη* : χρησιμοποιείται με την ξηρή μορφή της d-βιοτίνης και είναι γενικά σταθερή στα ξηρά πολυβιταμινούχα μείγματα. Απώλειες κατά την επεξεργασία και την αποθήκευση είναι της τάξης του 10%.
- 7) *Φολικό οξύ* : χρησιμοποιείται σε κρυσταλλική και ξηρή μορφή και είναι πολύ ευαίσθητο στην θερμοκρασία (43% δραστηριότητα μετά από 3 μήνες σε θερμοκρασία δωματίου). Κατά την διάρκεια της επεξεργασίας και αποθήκευσης έχουν παρατηρηθεί απώλειες μεταξύ 3-10%. Το φολικό οξύ είναι επιρρεπές στην οξείδωση κατά την αποθήκευση σε υψηλές θερμοκρασίες και κατά την έκθεσή του σε έντονο φωτισμό.
- 8) *Βιταμίνη B12* : χρησιμοποιείται με κρυσταλλική ή ξηρή μορφή και η σταθερότητά της στα μείγματα εξαρτάται από την θερμοκρασία . Σε υψηλές θερμοκρασίες και παρουσία ασθενούς οξέος παρατηρείται μείωση της δραστηριότητας της βιταμίνης B12.
- 9) *Χολίνη* : χρησιμοποιείται σε ξηρή μορφή ή με τη μορφή διαλύματος 70% χλωριούχου χολίνης (25-60% δραστηριότητα), είναι γενικά σταθερή στα

πολυβιταμινούχα μείγματα, αλλά η σταθερότητά της μειώνεται με την παρουσία άλλων βιταμινών. Είναι σχετικά σταθερή κατά την επεξεργασία και την αποθήκευση.

- 10) *Βιταμίνη C* : χρησιμοποιείται με την μορφή του L- ασκορβικού και οξειδώνεται ραγδαία με την παρουσία υγρασίας, ιχνοστοιχείων, υψηλής θερμοκρασίας, φωτός και προϊόντων οξείδωσης. Η σταθερότητά της εξαρτάται από την μορφή του προϊόντος που χρησιμοποιείται και τη μέθοδο της επεξεργασίας που ακολουθείται. Έχει επίσης παρατηρηθεί 70% απώλεια της βιταμίνης C κατά την προσθήκη επιπέδων νερού πριν την παρασκευή pellets. Κατά την επεξεργασία και αποθήκευση έχουν παρατηρηθεί μέχρι και 95% απώλειες. Αυτές οι απώλειες μπορούν να αποφευχθούν με τη χρήση άλλων μορφών της βιταμίνης αυτής όπως ascorbate 2-sulphate ή ascorbic palmitate.
- 11) *Βιταμίνη A* : χρησιμοποιείται με την μορφή οξικού, παλμιτικού ή προπιονικού εστέρα και είναι γενικά σταθερή στα πολυβιταμινούχα μείγματα. Σε υψηλές θερμοκρασίες αποθήκευσης, όμως, και στην παρουσία προϊόντων οξείδωσης, οξειδώνεται ραγδαία. Απώλειες κατά την επεξεργασία φτάνουν το 20% ενώ 6 μήνες αποθήκευσης σε θερμοκρασία δωματίου έχουν αποτέλεσμα 53% απώλειες. Η σταθερότητα της βιταμίνης A μπορεί να αυξηθεί με τη χρήση κατάλληλης αντιοξειδωτικής προστασίας.
- 12) *Βιταμίνη D* : χρησιμοποιείται ως βιταμίνη D3-cholecalciferol , και έχει υψηλή σταθερότητα.
- 13) *Βιταμίνη K* : χρησιμοποιείται με τη μορφή άλατος μεναδιόνης (K3). Η σταθερότητά της είναι αρκετά καλή όταν απουσιάζουν ιχνοστοιχεία. Τα άλατα μεναδιόνης καταστρέφονται με την παρουσία υγρασίας, θερμότητας, ιχνοστοιχείων, και αλκαλικού pH. Οι έτοιμες τροφές που περιέχουν αυτή τη βιταμίνη πρέπει να προστατεύονται από το φως ώστε να αποτρέπονται απώλειες λόγω οξείδωσης.

**ΘΕΙΑΜΙΝΗ**

**Salmonids**

Ανορεξία, χαμηλή ανάπτυξη, νευρική δυσλειτουργία, αυξημένη ευαισθησία στο φώς, βλάβες στον μεταβολισμό των υδατανθράκων

*C. carpio*

Νευρικότητα, διάβρωση πτερυγίων, ανορεξία, φτωχή ανάπτυξη, αποχρωματισμός

*I. punctatus*

Ανορεξία, φτωχή ανάπτυξη, υψηλή θνησιμότητα, σκούρος χρωματισμός

*P. major*

Ανορεξία, φτωχή ανάπτυξη

*A. japonica*

Ανορεξία, φτωχή ανάπτυξη, μη κανονική κολύμβηση, αιμορραγία πτερυγίων, σύνδρομο του τοίχου

**ΠΥΡΙΔΟΞΙΝΗ**

**Salmonids**

Νευρικές βλάβες, ανορεξία, υπερευαισθησία, αδιαφορία στο φώς, οίδημα στην περιτοναϊκή κοιλότητα, γρήγορη, σπασμοδική και ακανόνιστη κολύμβηση, αναιμία, πράσινο - μπλέ χρωματισμός του δέρματος, δύσκολη αναπνοή

*C. carpio*

Φτωχή ανάπτυξη, ανορεξία, νευρικές βλάβες

*I. punctatus*

Ανορεξία, νευρικές βλάβες, τέτανος, μπλέ - πράσινος χρωματισμός της ραχιαίας επιφάνειας, ακανόνιστη κολύμβηση

*P. major*

Φτωχή ανάπτυξη

*A. japonica*

Ανορεξία, φτωχή ανάπτυξη, νευρικές βλάβες

*S. maximus*

Μειωμένη ανάπτυξη

*Sparus auratus*

Ανορεξία, φτωχή ανάπτυξη, υψηλή θνησιμότητα, υπερευαίσθησία, χαμηλή απόδοση της μετατροπής της τροφής, ακανόνιστη κολύμβηση

*S. quinqueradatus*

Μειωμένη ανάπτυξη

*Channa punctata*

Μειωμένη ανάπτυξη, αταξία, υπερευαισθησία, μυικοί σπασμοί, ανορεξία, απώλειες λεπιών, χρωματισμός της κοιλιακής χώρας, ακανόνιστη κολύμβηση, οίδημα, τύφλωση

**BIOTINΗ**

**Salmonids**

Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, αυξημένη θνησιμότητα, φτωχή μετατροπή της τροφής, ατροφία των μυών, ωχρά βράγχια, καλυμμένα με βλέννα, εντερικές βλάβες, σπασμοί

*C. carpio*

Μειωμένη ανάπτυξη, μειωμένη δραστηριότητα

*I. punctatus*

Ανορεξία, φτωχή ανάπτυξη, αναιμία, αποχρωματισμός, υπερευαισθησία

*P. major*

Δεν παρατηρήθηκαν συμπτώματα ελλείψεων

*A. japonica*

Φτωχή ανάπτυξη, σκούρος χρωματισμός, μη κανονική κολυμβητική συμπεριφορά

ΦΟΛΙΚΟ-ΘΕΥ

## Salmonids

Νορμοχρωμική μακροκυτταρική αναιμία, φτωχή ανάπτυξη, ανορεξία, λήθαργος, σκούρος χρωματισμός, εξόφθαλμος, ωχρά βράγχια, διογκωμένη κοιλιά

C. carpio

Δεν παρατηρήθηκαν συμπτώματα (Aoe et al. 1967a)

I. punctatus

Ανορεξία, αυξημένη θνησιμότητα, λήθαργος

P. major

Δεν παρατηρήθηκαν συμπτώματα

A. japonica

Ανορεξία, φτωχή ανάπτυξη, σκούρος χρωματισμός

Μειωμένη ανάπτυξη και χαμηλός αιματοκρίτης

BITAMINH B12

## Salmonids

Μειωμένη ανάπτυξη, ανορεξία, υποχρωμική μικροκυτταρική αναιμία, σκούρος χρωματισμός, χαμηλή απόδοση μετατρεψιμότητας της τροφής

C. carpio

Δεν παρατηρήθηκαν συμπτώματα

I. punctatus

Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλός αιματοκρίτης

A. japonica

Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλός αιματοκρίτης

P. major

Μειωμένη ανάπτυξη

L. rothita

Μειωμένη ανάπτυξη

ΧΟΛΙΝΗ

## Salmonids

Φτωχή ανάπτυξη, λιπαρό συκώτι, χαμηλό ποσοστό μετατρεψιμότητας της τροφής, αιμορραγίες νεφρού και εντέρου

C. carpio

Μειωμένη ανάπτυξη, λιπαρό συκώτι

I. punctatus

Μειωμένη ανάπτυξη, διογκωμένο συκώτι, αιμορραγίες νεφρού και εντέρου

P. major

Μειωμένη ανάπτυξη, θνησιμότητα

A. japonica

Ανορεξία, μειωμένη ανάπτυξη, γκρι - άσπρο έντερο

ΙΝΟΣΙΤΟΛΗ

## Salmonids

Μειωμένη ανάπτυξη, διογκωμένη κοιλιά, σκούρος χρωματισμός

C. carpio

Μειωμένη ανάπτυξη, βλάβες / αιμορραγίες δέρματος και πτερυγίων, απώλεια σωματικής βλέννας

I. punctatus

Δεν παρατηρήθηκαν συμπτώματα

P. major

Μειωμένη ανάπτυξη (

A. japonica

Μειωμένη ανάπτυξη, γκρι - άσπρο έντερο

ΑΣΚΟΡΒΙΚΟ ΟΞΥ

Salmonids

Φτωχή ανάπτυξη, σκολίωση, λόρδωση, εσωτερικές αιμορραγίες, μικρή ικανότητα επούλωσης πληγών, αυξημένη θνησιμότητα, παραμορφωμένα βραγχιακά επικαλύματα, χαμηλός αιματοκρίτης, αιμορραγίες πτερυγίων, δυσκολία στον σχηματισμό κολλαγόνου

I. punctatus

Μειωμένη ανάπτυξη, σκολίωση, λόρδωση, αυξημένη ευαισθησία στις ασθενείες, μείωση του επιπέδου κολλαγόνου των οστών, εσωτερικές και εξωτερικές αιμορραγίες, διάβρωση πτερυγίων, ανορεξία, σκούρος χρωματισμός, σύνδρομο της σπασμένης σπονδυλικής στήλης

P. major

Μειωμένη ανάπτυξη

A. japonica

BITAMINΗ A

Salmonids

Μειωμένη ανάπτυξη, διάβρωση πτερυγίων, κεφαλής, γνάθων

Μειωμένη ανάπτυξη, εξόφθαλμος, αποχρωματισμός, εκφύλιση του αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού

C. carpio

Ανορεξία, αιμορραγίες πτερυγίων και δέρματος, εξόφθαλμος, αποχρωματισμός, παραμορφωμένα βραγχιακά επικαλύματα

I. punctatus

Αποχρωματισμός, ατροφία, οίδημα, αιμορραγία νεφρού, αυξημένη θνησιμότητα, εξόφθαλμος

BITAMINΗ D

Salmonids

Μειωμένη ανάπτυξη, ανορεξία, τέτανος, χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής, αυξημένη περιεκτικότητα λίπους σε μύες και σκώτι

I. punctatus

Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλό ποσοστό τέφρας, περιεκτικότητα φωσφόρου και ασβεστίου



Βιταμίνη / Είδος ψαριού

Συμπτώματα ελλείψεων

**ΒΙΤΑΜΙΝΗ Κ**

Salmonids

Αύξηση χρόνου πήξης του αίματος, αναιμία, αιμορραγίες στα βράγχια, μάτια, αγγειακούς ιστούς

*I. punctatus*

Αιμορραγία δέρματος

**ΒΙΤΑΜΙΝΗ Ε**

Salmonids

Μειωμένη ανάπτυξη, εξόφθαλμος, αναιμία, αυξημένη θνησιμότητα, επικαρδίτιδα, ωχρά και παραμορφωμένα βράγχια, αυξημένο ποσοστό λίπους και υγρασίας στην σάρκα, μυϊκές βλάβες, μείωση απόδοσης ωορρηξίας

*C. carpio*

Μυϊκή δυστροφία, εξόφθαλμος, θνησιμότητα

*I. punctatus*

Μειωμένη ανάπτυξη, χαμηλή μετατρεψιμότητα της τροφής, έντονη έκκριση, μυϊκή δυστροφία, αποχρωματισμός, αναιμία, ατροφικός παγκρεατικός ιστός, θνησιμότητα, εναπόθεση ceriod στα αγγεία του συκωτιού

- 14) *Βιταμίνη E* : χρησιμοποιείται με τη μορφή dl- a tocopherol acetate και είναι σταθερή στα πολυβιταμινούχα μείγματα όταν η θερμοκρασία αποθήκευσης είναι χαμηλότερη από αυτή του δωματίου. Σε άλλη περίπτωση υφίσταται οξείδωση.

#### β. Διάλυση των υδατοδιαλυτών βιταμινών (leaching)

Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες, σε αντίθεση με τις λιποδιαλυτές (A, D, E, K), μπορούν να διαλυθούν μέσω του φαινομένου leaching πριν προλάβει να τις απορροφήσει ο οργανισμός. Γενικά όσο μικρότερο είναι το μέγεθος του σωματιδίου και όσο περισσότερο χρόνο παραμένει στο νερό αφάγωτο, τόσο μεγαλύτερη είναι η απώλεια των υδατοδιαλυτών στοιχείων.

Συγκεκριμένα, έχει βρεθεί ότι η βιταμίνη C (L-ασκορβικό οξύ) είναι ιδιαίτερα ευαλλοίωτη στο νερό. Για παράδειγμα, εκτός από τις έντονες απώλειες της βιταμίνης C κατά την διάρκεια της προετοιμασίας και της αποθήκευσης (90-95% απώλεια, παρατηρήθηκε επιπλέον ένα ποσοστό 50-70% απώλειας, επί του προηγούμενου ποσοστού, λόγω διάλυσης μετά από 10 sec. παραμονής της τροφής στο νερό (1.18-2.36mm διάμετρο pellet). Στην ίδια μελέτη παρατηρήθηκαν και άλλες απώλειες εξαιτίας της διάλυσης : 5-20% από παντοθενικό οξύ, 0-27% από φολικό οξύ, 0-17% από θειαμίνη και 3-13% από πυριδοξίνη, όλες μετά από 10 sec παραμονής της τροφής στο νερό.

#### γ . Ελλείψεις οφειλόμενες στην παρουσία αντιβιταμινικών παραγόντων

- 1) Αβιδίνη : παράγοντας που εμποδίζει την δημιουργία της βιοτίνης, βρίσκεται συνήθως στο ασπράδι του αυγού.
- 2) Θειαμινάση : παράγοντας του οποίου η παρουσία εμποδίζει την δημιουργία της θειαμίνης, βρίσκεται στα μαλάκια, στα ωμά ψάρια, στο λιναρόσπορο. Οι

διατροφικές ελλείψεις σε θειαμίνη μπορούν να περιοριστούν με τη θερμική επεξεργασία του προς χρήση υλικού με σκοπό την απενεργοποίηση της θειαμινάσης, ή με την προσθήκη διβενζοϋλικής θειαμίνης.

- 3) Αντιβιταμίνες A, E, D και B12 : είναι παρούσες στη σόγια. Η απενεργοποίησή τους γίνεται με θερμική επεξεργασία.
- 4) Αντιτυριδοξίνη : βρίσκεται στον λιναρόσπορο και απενεργοποιείται με θερμική επεξεργασία.

#### δ . Ελλείψεις λόγω προσθήκης αντιβιοτικών

Η χρήση αντιβιοτικών για την θεραπεία ασθενειών μπλοκάρει την σύνθεση των βιταμινών από την μικροχλωρίδα του εντέρου των ψαριών, η οποία στα παμφάγα και φυτοφάγα είδη ψαριών ικανοποιεί μεγάλο μέρος των απαιτήσεων σε βιταμίνες.

### 3.5.1 ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΒΙΤΑΜΙΝΩΝ

Αντίθετα με τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες, τα ψάρια συσσωρεύουν λιποδιαλυτές βιταμίνες, μόνο όταν λαμβάνουν περισσότερες από αυτές που χρειάζονται για τις μεταβολικές τους απαιτήσεις. Μερικές φορές η συσσώρευση αυτή (υπερβιταμίνωση) είναι υπαίτια για την δημιουργία τοξικών συνθηκών. Τα αποτελέσματα πειραμάτων πάνω στην υπερβιταμίνωση αναγράφονται στον πίνακα 3.6 . Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε το πιο κοινό σύμπτωμα που σημειώνεται είναι η ανορεξία και κατά συνέπεια η φτωχή ανάπτυξη.

Βιταμίνες

Συμπτώματα τοξικότητας

BITAMINH A

Salmonids

Μείωση ανάπτυξης και αιματοκρίτη, σοβαρές βλάβες / νέκρωση  
εδρικού, ουραίου και θωρακικών πτερυγίων, λόρδωση, αυξημένη  
θνησιμότητα, μείωση σωματικού λίπους, ωχρό ευαίσθητο σκώτι

BITAMINH D

Salmonids

Μείωση ανάπτυξης, λήθαργος, σκούρος χρωματισμός

*I. punctatus*

BITAMINH E

General

Χαμηλή μετατρεψιμότητα τροφής, μείωση βάρους

Μειωμένη ανάπτυξη, θνησιμότητα, τοξικότητα στο σκώτι

### 3.6 ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΑ ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Στον **πίνακα 3.7** που ακολουθεί αναγράφονται περιληπτικά τα έξι σημαντικότερα και συχνοεμφανιζόμενα παθολογικά νοσήματα (σκολίωση / λόρδωση, καταράκτης, διάβρωση πτερυγίων, λιπώδης εκφύλιση του ήπατος, εξόφθαλμος και αιμορραγίες του δέρματος και των πτερυγίων) που οφείλονται σε διατροφικές ελλείψεις.

## ΠΙΝΑΚΑΣ 3.7

## Σημαντικότερα Παθολογικά Φαινόμενα

Σύμφωνα με τον Tacon

---

| Παθολογική κατάσταση      | Ανισορροπία διατροφικών συστατικών  |
|---------------------------|---|
| <u>Σκολίωση / Λόρδωση</u> |   |
| Ελλειπές συστατικό        | Τρυπτοφάνη<br>Μαγνήσιο<br>Φώσφορος<br>Βιταμίνη C  |
| Τοξικότητα συστατικού     | Μόλυβδος<br>Κάδμιο<br>Βιταμίνη A<br>Οξειδωμένο ιχθυέλαιο  |
| <u>Καταράκτης</u>         |   |
| Ελλειπές συστατικό        | Μεθειονίνη<br>Τρυπτοφάνη<br>Ψευδάργυρος<br>Μαγνήσιο<br>Χαλκός<br>Σελήνιο<br>Μαγγάνιο<br>Βιταμίνη A<br>Ριβοφλαβίνη |
| Τοξικότητα συστατικού     | Χολίνη<br>Οξειδωμένο ιχθυέλαιο  |

---

Παθολογική κατάσταση

Ανισορροπία διατροφικών συστατικών

---

Διάβρωση Πτερυγίων

Ελλειπές συστατικό

Λυσίνη  
Τρυπτοφάνη  
Ψευδάργυρος  
Ριβοφλαβίνη  
Ινοσιτόλη  
Νιασίνη  
Βιταμίνη C

Τοξικότητα συστατικού

Μόλυβδος  
Βιταμίνη A

Λιπώδης εκφύλιση του ήπατος

Ελλειπές συστατικό

Χολίνη  
Βασικά λιπαρά οξέα

Τοξικότητα συστατικού

Οξειδωμένο ιχθυέλαιο

Εξόφθαλμος

Ελλειπές συστατικό

Παντοθενικό οξύ  
Νιασίνη  
Φολικό οξύ  
Βιταμίνη A  
Βιταμίνη E

Τοξικότητα συστατικού

Οξειδωμένο ιχθυέλαιο

Αιμορραγία πτερυγίων / δέρματος

Ελλειπές συστατικό

Ριβοφλαβίνη  
Παντοθενικό οξύ  
Νιασίνη  
Θειαμίνη  
Ινοσιτόλη  
Βιταμίνη C  
Βιταμίνη A  
Βιταμίνη K

Τοξικότητα συστατικού

Οξειδωμένο ιχθυέλαιο

Sparus aurata

Sparus aurata

τσιπούρα

Gilthead sea bream

τσιπού

Gilthead sea bream

Sparus aurata Sparus aurata

πούρα

Sparus aurata

Gilthead sea bream Gilthead sea bream

Sparus aurata Sparus aurata

Gilthead sea bream Gilthead sea bream

τσιπού

Gilthead sea bream

ρα

τσιπούρα

Gilthead sea bream

Gilthead sea bream

Sparus aurata Gilthead sea bream

Sparus aurata

τσιπούρα Sparus aurata

Sparus aurata

Sparus aurata Sparus aurata

Gilthead sea bream

Gilthead sea bream

Sparus aurata

Sparus aurata Gilthead sea bream

τσιπούρα

# ΕΙΔΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΤΣΙΠΟΥΡΑ



#### 4. ΕΙΔΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΤΣΙΠΟΥΡΑ

Αν και η τσιπούρα (*Spragus aurata*) είναι ευρέως γνωστή στη Μεσόγειο σαν αξιόλογο αλιευτικό προϊόν με μεγάλη εμπορική αξία, τα στοιχεία που υπάρχουν όσον αφορά στα ειδικά χαρακτηριστικά της είναι περιορισμένα. Οι πρώτες προσπάθειες εκτροφής τσιπούρας από το στάδιο του αυγού έλαβαν χώρα στη Γαλλία και στην Ιταλία στις αρχές της δεκαετίας '70. Στην συνέχεια το ενδιαφέρον για την καλλιέργεια της τσιπούρας επισκιάστηκε από το ενδιαφέρον για το λαβράκι που ήταν λιγότερο προβληματικό. Ήταν λοιπόν φυσικό επόμενο η ανάπτυξη της τσιπούρας σαν εμπορικό είδος να επιβραδυνθεί σημαντικά.

Την επόμενη δεκαετία ('80) ανανεώθηκε το ενδιαφέρον για την τσιπούρα, καθώς η καλλιέργεια του λαβρακιού είχε πολύ καλά αποτελέσματα. Συγκεντρώθηκαν αρκετές πληροφορίες όσον αφορά στην διατροφή των λαρβών και στις περιβαλλοντικές απαιτήσεις αυτού του είδους, ώστε να δοθεί ώθηση στην μαζική του καλλιέργεια. Στον πίνακα 4.1 που ακολουθεί αναγράφονται οι Μεσογειακές χώρες που ασχολούνται με την μαζική καλλιέργεια λαρβών. Οι διάφορες διαδικασίες που ακολουθούνται στην μαζική καλλιέργεια της τσιπούρας λίγο ποικίλλουν στην Μεσόγειο και γενικά θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν παρόμοιες.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1** Παραγωγή νεαρών τσιπούρων για το 1988 και 1989 σε χιλιάδες ψάρια σύμφωνα με τον Wilson.

| Χώρες   | 1988 | 1989 |
|---------|------|------|
| Ελλάδα  | 1200 | 1500 |
| Ισραήλ  | 600  | 750  |
| Ιταλία  | 1100 | 2000 |
| Ισπανία | 3000 | 5500 |
| Τουρκία | 500  | 1000 |

## Διατροφικές απαιτήσεις

Γενικά, η τσιπούρα σαν σαρκοφάγο ψάρι απαιτεί πολύ μεγαλύτερα ποσοστά πρωτεΐνης από άλλα ζώα, η οποία αποτελεί το πιο ακριβό συστατικό της τροφής. Το ποσοστό των πρωτεϊνών που έχει καθιερωθεί για την βέλτιστη ανάπτυξη της τσιπούρας είναι 40%, αν και από διάφορες μελέτες και παρατηρήσεις επιστημόνων γίνεται εμφανές ότι υψηλότερα επίπεδα πρωτεΐνης σίγουρα απορρέουν σε πολύ καλύτερα αποτελέσματα ειδικά στα πρώτα στάδια ανάπτυξης.

Το επίπεδο ολικών λιπιδίων κυμαίνεται από 8 έως 12 % (με βασικότερη πηγή το ιχθυέλαιο). Γεγονός είναι ότι όσο αυξάνεται το ποσοστό λίπους στην τροφή, μπορεί να περιοριστεί σημαντικά το ποσοστό των πρωτεϊνών, χωρίς αυτό να επηρεάσει την ανάπτυξη, εφόσον καλύπτονται οι θερμιδικές ανάγκες του ψαριού. Η εναπόθεση λίπους στο σώμα εξαρτάται από τις φυσιολογικές λειτουργίες του ψαριού (π.χ. γεννητική ωρίμανση), και για αυτόν τον λόγο τα μεγαλύτερα σε ηλικία ψάρια παρουσιάζουν αυξημένη διάθεση εναπόθεσης λίπους.

Οι υδατανθρακες σαν πηγή ενέργειας είναι φτηνή αλλά από ό,τι φαίνεται δεν μπορούν όλα τα ψάρια να τους αξιοποιήσουν κατάλληλα. Συγκεκριμένα η τσιπούρα έχει παρουσιάσει πολύ περιορισμένη ικανότητα στην χρησιμοποίηση υψηλών επιπέδων υδατανθράκων. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι η δράση των υδατανθράκων στο μεταβολισμό και αξιοποίηση των πρωτεϊνών είναι περιοριστική, οπότε πρέπει να διατηρείται μία σωστή ισορροπία μεταξύ των δύο αυτών συστατικών.

Οι βιταμίνες αποτελούν βασικά συστατικά της τροφής της τσιπούρας, αφού η έλλειψή τους προκαλεί είτε θάνατο είτε σοβαρές δυσλειτουργίες στα ψάρια. Από την άλλη πλευρά η υπερβιταμίνωση προκαλεί σημαντικές βλάβες σε εσωτερικά όργανα όπως το συκώτι.

Τα μέταλλα συσχετίζονται άμεσα με σημαντικές φυσιολογικές λειτουργίες όπως είναι η ωσμωρύθμιση, η παραγωγή αιμογλοβίνης κ.α., και αλλαγές στην ισορροπία τους μπορεί να προκαλέσουν ακαριαίο θάνατο.

Το νερό είναι ίσως το πιο σημαντικό συστατικό σε μια δίαιτα, αφού απώλεια της τάξης του 10% μπορεί να προκαλέσει άμεσο θάνατο. Η περιεκτικότητα των ψαριών σε νερό είναι 70 - 85%.

Στον πίνακα 4.2 που ακολουθεί αναγράφονται περιληπτικά οι διατροφικές απαιτήσεις της τσιπούρας.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2** Διατροφικές απαιτήσεις της τσιπούρας σύμφωνα με άρθρο του Εθνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών

| ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ                 | ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΤΗΝ ΤΡΟΦΗ       |
|---------------------------|--------------------------|
| Λίπη                      | 8-13%                    |
| Πρωτεΐνες                 | 40-50%                   |
| Υδατάνθρακες              | 2-35%                    |
| Λυσίνη                    | 5% του συνόλου πρωτεϊνών |
| Ασβέστιο                  | 0.34%                    |
| Φώσφορος                  | 0.68%                    |
| Σίδηρος                   | 199mg/kg τροφής          |
| Βιταμίνη Α                | 6000 IU/kg               |
| Βιταμίνη Β1               | 2-20 mg/kg               |
| Βιταμίνη Β2               | 2-15 %                   |
| Βιταμίνη Β6               | 2-6 mg/kg                |
| Βιταμίνη Β12              | 0.02 mg/kg               |
| Φολικό οξύ                | 5 mg/kg                  |
| Ινοσιτόλη                 | 550-900 mg/kg            |
| Νιασίνη                   | 150 mg/kg                |
| Παντοθενικό οξύ           | 50 mg/kg                 |
| Βιταμίνη C                | 200 mg/kg                |
| Χολίνη                    | 2000 mg/kg               |
| Βιταμίνη D3               | 2500 IU/kg               |
| Βιταμίνη E                | 200 mg/kg                |
| Βιταμίνη K                | 10 mg/kg                 |
| Υγρασία (τεχνητής τροφής) | 2-10%                    |
| Υγρασία (ιχθύος)          | 70-80%                   |
| L-Αργινίνη                | 2.85g/100g πρωτεΐνης     |
| L-Κυστίνη                 | 1.53g/100g πρωτεΐνης     |
| L-Θρεονίνη                | 1.02g/100g πρωτεΐνης     |
| L-Μεθειονίνη              | 1-4% της πρωτεΐνης       |
| L-Τρυπτοφάνη              | 0.6% της πρωτεΐνης       |
| L-Λυσίνη                  | 5% της πρωτεΐνης         |
| Προσελκυστικά τροφής      | 10-20 g/kg               |
| Binder CMC                | 2%                       |
| Binder Wheatflour         | 5%                       |
| Binder Gelatin            | 3.7%                     |
| Binder Starch-gluten      | 3-13%                    |

# Βιβλιογραφία

γραφία

βιβλιογραφία

βιβλ

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

γραφία

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία βιβλιογραφία βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

βιβλιογρ

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

βιβλ

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

βιβλ

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

βι

βιβλιογραφία

βιβλιογραφία

# BIBLIOΓΡΑΦΙΑ

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Current data on Gilthead sea bream, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758).  
II. Nutrition, National Center for Marine Research.
2. Handbook of Nutrient Requirements of Finfish, Robert P. Wilson, CRC Press.
3. Μελέτη της επίδρασης διαφορετικών λιπών στη διατροφή του λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*). Διπλωματική εργασία της Άλκυστις-Χρυσάνθης Παρπούρα
4. Nutritional Fish Pathology, Aquaculture Development and Coordination Programme, Morphological signs of nutrient deficiency and toxicity in farmed fish by A.G.J. Tacon.
5. FISH FEED TECHNOLOGY, Lectures presented at the FAO/UNDP Training Course in Fish Feed Technology, held at the College of Fisheries, University of Washington, Seattle, 9 October - 15 December 1978.
6. Fish Nutrition, J.E. Halver, 2<sup>nd</sup> edition, Academic Press, 1989.