

2001 1002

*[Handwritten signature]*

# ΓΕΩΡΓΙΑ ΒΡΑΞΚΟΥ - ΜΙΧΑΛΗΣ ΚΑΒΟΥΚΛΗΣ

Παρουσίαση:

Επιμύθιος: Ιωάννης Λεοντόπουλος

ΜΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΤΕΛΗΣ ΚΟΥΤΡΟΠΟΥ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

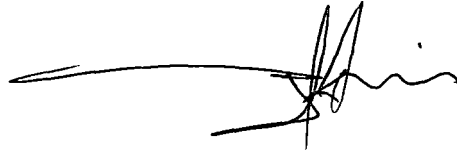
ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

ΑΝΤΩΝΙΑΣ ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΙΟΥ

ΕΚΔΟΣΕΙΣ



Ευπία

A handwritten signature in black ink, consisting of a long horizontal stroke followed by a series of loops and a final flourish.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η διατροφή των ψαριών είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για την επιτυχημένη πορεία μίας ιχθυοκαλλιεργητικής μονάδας. Στην παρούσα εργασία θα εξετάσουμε τη διαδικασία παραγωγής τεχνητής τροφής για ψάρια, δίνοντας έμφαση τόσο στις διατροφικές ανάγκες τους, όσο και στον μηχανολογικό εξοπλισμό που απαιτείται για την παραγωγή ιχθυοτροφών.

Στο πρώτο μέρος της εργασίας αναπτύσσουμε διεξοδικά τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για τη σωστή διατροφή των ψαριών.

Στο δεύτερο μέρος εξετάζουμε τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή ιχθυοτροφών.

Στο τρίτο μέρος περιγράφουμε το μηχανολογικό εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στις διάφορες φάσεις της παραγωγικής διαδικασίας.

Στο τέταρτο μέρος αναλύουμε τη σημασία της σωστής αποθήκευσης των τεχνητών τροφών.

## **ESSAY SUMMARY**

The fish feeding is one of the most important factors for the successful course of an aquaculture centre. At this project we will examine the process of producing artificial nutrition for fish, paying attention both to their nutritional needs and the mechanical equipment for the food production.

At the first part of this essay, the necessary nutritious ingredients for fishes are extensively analysed.

At the second part the material that are used for the production of the artificial nutritious are examined.

At the third part of this project we describe the mechanical equipment at the different phases of the production process.

At the fourth part, the importance of the correct storage is analysed.

**Ευχαριστούμε πολύ:**

Το «Λεξήλεκτρον» και ιδιαίτερα τη Ρένα Νομικού, που ανέλαβε την δακτυλογράφηση και τα γραφικά της εργασίας μας.

Τον καθηγητή μας, κύριο Λεονάρδο, για την βοήθειά του.

**Μιχάλης - Γεωργία**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΜΕΡΟΣ 1: ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΨΑΡΙΩΝ

<b>1</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ – ΑΜΙΝΟΞΕΑ</b>	
<b>A</b>	Χημική δομή των πρωτεϊνών	1
<b>B</b>	Παράμετροι που επηρεάζουν τις ανάγκες των ψαριών σε πρωτεΐνες	2
<b>Γ</b>	Πέψη πρωτεϊνών	4
<b>Δ</b>	Διαταραχές που οφείλονται στην περιεκτικότητα της τροφής σε πρωτεΐνες	5
<b>3</b>	<b>ΛΙΠΗ – ΛΙΠΙΔΙΑ</b>	
<b>A</b>	Τι είναι τα λίπη και τα λιπίδια – Χημική δομή	5
<b>B</b>	Πέψη των λιπών	6
<b>Γ</b>	Βιοσύνθεση λιπών	7
<b>Δ</b>	Διαταραχές στην ανάπτυξη οφειλόμενες στα λίπη	7
<b>E</b>	Οξείδωση λιπαρών οξέων	8
<b>4</b>	<b>ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ Ή ΠΟΛΥΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ</b>	
<b>A</b>	Τι είναι οι υδατάνθρακες - Ταξινόμηση	9
<b>B</b>	Αναγκαιότητα των πεπτών υδατανθράκων στη διατροφή	9
<b>Γ</b>	Πέψη υδατανθράκων	10
<b>5</b>	<b>ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ (ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ)</b>	
<b>A</b>	Απαραίτητα ιχνοστοιχεία στη διατροφή των ψαριών	11
<b>B</b>	Ασβέστιο και φώσφορος	11
<b>Γ</b>	Μαγνήσιο	12
<b>Δ</b>	Υπόλοιπα ιχνοστοιχεία	12
<b>E</b>	Προβλήματα που δημιουργούνται από έλλειψη ιχνημετάλλων	13
<b>ΣΤ</b>	Τοξικότητα που προκαλείται από μέταλλα	13
<b>6</b>	<b>ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ</b>	
<b>A</b>	Τι είναι οι βιταμίνες - Ταξινόμηση	14
<b>B</b>	Προβλήματα που δημιουργούνται λόγω έλλειψης βιταμινών	16

### ΜΕΡΟΣ 2: ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ

<b>1</b>	<b>ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>ΦΡΕΣΚΟΤΗΤΑ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ</b>	<b>20</b>

### ΜΕΡΟΣ 3: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ

<b>1</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>ΕΙΔΗ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ</b>	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>ΤΥΠΟΙ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ - ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ</b>	<b>23</b>
<b>A</b>	Ζυγαριές	25
<b>B</b>	Μύλοι – Αλεστές	25
<b>Γ</b>	Αλεστές - Κρεατομηχανές	26
<b>Δ</b>	Αναμικτήρες ξηρών προϊόντων (dry mixers)	27
<b>E</b>	Αναμικτήρες νωπών προϊόντων (wet mixers)	28

Σ

ΣΤ	Ανελκυστήρες και μεταφορικά μέσα	28
4	ΠΕΛΛΕΤΟΠΟΙΗΣΗ	34
5	ΕΞΩΘΗΣΗ (EXTRUSION)	39
6	ΘΡΥΜΜΑΤΙΣΜΟΣ (CRUMBLING) ΚΑΙ ΚΟΣΚΙ- ΝΙΣΜΑ ΤΩΝ PELLETS	41
7	ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΛΙΠΟΥΣ ΚΑΙ ΕΛΑΙΩΝ	43

#### ΜΕΡΟΣ 4: ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ

1	ΓΕΝΙΚΑ	44
2	ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ – ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΟΥ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΠΡΟΚΥΨΟΥΝ	44
3	ΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ	45
4	ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΤΩΝ ΛΙΠΩΝ	46
5	ΣΩΣΤΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ – ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΩ- ΛΕΙΩΝ	46

## ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΨΑΡΙΩΝ

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ραγδαία αύξηση και εξέλιξη των ιχθυοκαλλιεργειών κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχουν οδηγήσει στην απόκτηση όλο και περισσότερων γνώσεων σχετικά με τη βιολογία, το μεταβολισμό και τις συνήθειες των ευρύτερα καλλιεργούμενων ειδών. Έτσι βελτιώνονται συνέχεια οι συνθήκες τεχνητής εκτροφής ψαριών στις υδατοκαλλιέργειες με αποτέλεσμα τη μεγάλη αύξηση της παραγωγής.

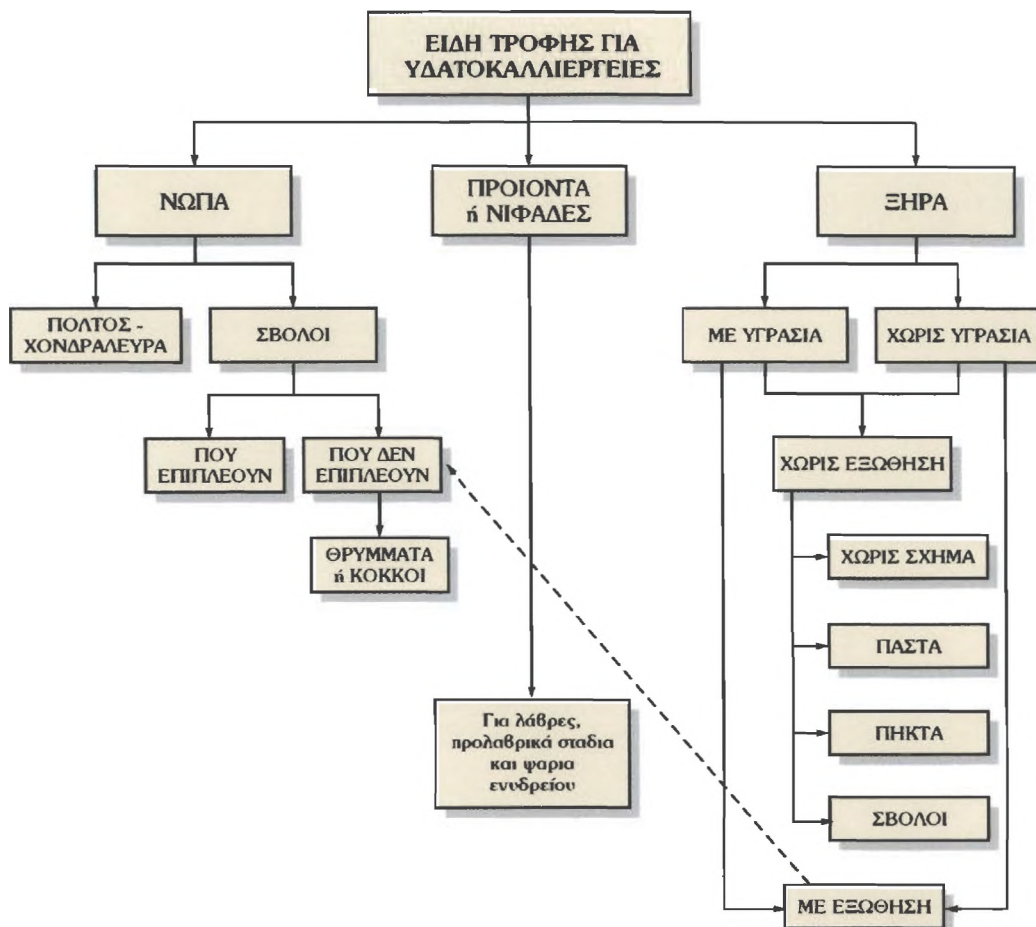
Αυτή η αύξηση της παραγωγής έχει δώσει αφορμή στη διεξαγωγή ερευνών ώστε να βελτιωθούν οι συνθήκες καλλιέργειας. Ένας από τους πλέον σημαντικούς τομείς σε κάθε απόπειρα τεχνητής εκτροφής οποιοδήποτε ζώου είναι η μελέτη των διατροφικών αναγκών του ώστε να καταρτίζεται πρόγραμμα διατροφής τέτοιο ώστε το ζώο να έχει τη μέγιστη δυνατή ανάπτυξη και την καλύτερη δυνατή υγεία.

Η ανάγκη για απόλυτα προγραμματισμένη παραγωγή, που είναι επιτακτική στις σύγχρονες υδατοκαλλιέργειες, έχει οδηγήσει στη χρήση τεχνητής τροφής για τα ενήλικα άτομα. Στα νεαρά άτομα παρέχεται ζωτανή τροφή και συγκεκριμένα φυτοπλαγκτόν (rotifers) για τα πρώτα νυμφικά στάδια και ζωοπλαγκτόν (*Artemia*) για τα νεαρά άτομα.

Η τεχνητή τροφή στα ενήλικα άτομα έχει συγκεκριμένες προδιαγραφές ως προς τη σύνθεσή της ώστε να παρέχει όλα τα, απαραίτητα για την υγεία και τη γρήγορη ανάπτυξη των ψαριών, θρεπτικά συστατικά και επιπλέον να μειώνει το κόστος παραγωγής. Εξυπακούεται επομένως ότι είναι άκρως απαραίτητος ο προγραμματισμός του σιτηρεσίου ώστε να καλύπτει όλες τις ανάγκες των ψαριών. Έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες ως προς τις διατροφικές απαιτήσεις των ψαριών.

Παρακάτω θα εξεταστούν όλα τα βιοχημικά συστατικά που χρησιμοποιούνται στις τεχνητές τροφές και είναι αναγκαία στην κάλυψη των βιολογικών αναγκών των εκτρεφόμενων ειδών.





## 2. ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ - ΑΜΙΝΟΞΕΑ

### A) Χημική δομή πρωτεϊνών

Οι πρωτεΐνες είναι σύνθετες μακρομοριακές ενώσεις που σχηματίζονται από τη συνένωση αμινοξέων  $\text{H}_2\text{N} - \text{C}(\text{HR}) - \text{COOH}$ . Αποτελούνται από ένα κεντρικό άτομο άνθρακα του οποίου οι τέσσερις δεσμοί είναι συνδεδεμένοι με μια καρβοξυλομάδα, μια αμινομάδα, ένα άτομο υδρογόνου και μια ομάδα R (αλκυλίου) η οποία ποικίλλει ανάλογα με το αμινοξύ.

Διακρίνονται σε:

1. **Απλές πρωτεΐνες:** είναι οι πρωτεΐνες οι οποίες κατά την υδρόλυση δίνουν αμινοξέα και, σπανιότερα, μικρές υδατανθρακικές ενώσεις.

2. **Συζυγείς πρωτεΐνες:** προέρχονται από τις απλές πρωτεΐνες που είναι συνδυασμένες με μη πρωτεϊνικό υλικό. Συζυγείς πρωτεΐνες είναι οι νουκλεοπρωτεΐνες, οι γλυκοπρωτεΐνες, οι φωσφοπρωτεΐνες και οι λεκιθοπρωτεΐνες

3. **Σύνθετες πρωτεΐνες:** προέρχονται από τις απλές ή από τις συζυγείς πρωτεΐνες με δράση φυσικών ή χημικών μέσων. Παράδειγμα σύνθετης πρωτεΐνης αποτελούν τα πεπτιδία.

Οι πρωτεΐνες απελευθερώνουν αμινοξέα με τη διαδικασία της πέψης ή της υδρόλυσης. Τα αμινοξέα αυτά χρησιμοποιούνται από τον οργανισμό των ψαριών για κατασκευή νέων πρωτεϊνών στις φάσεις ανάπτυξης και αναπαραγωγής, όπου το ψάρι καταναλώνει με μεγάλους ρυθμούς πρωτεϊνικό υλικό πρέπει να ανανεώνονται συνεχώς. Χρησιμοποιούνται επίσης για την αντικατάσταση των πρωτεϊνών που ήδη υπάρχουν (συντήρηση).

Στη φύση συναντούμε είκοσι διαφορετικά είδη αμινοξέων, τα οποία διαφοροποιούνται ανάλογα με την ομάδα -R που περιέχουν στο μόριο τους. Τα αμινοξέα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- τα υδρόφοβα ή μη πολικά και
- τα υδρόφιλα. Τα υδρόφιλα αμινοξέα μπορεί να είναι ιονιζόμενα ή μη ιονιζόμενα.

Απαντώνται σε συνδυασμούς δύο ή περισσότερων αμινοξέων, οι οποίοι προκύπτουν από ένωση μεταξύ τους. Η ένωση αυτή πραγματοποιείται ως εξής: το υδροξύλιο -OH της καρβοξυλομάδας ενώνεται με το υδρογόνο -H της αμινομάδας του άλλου αμινοξέος. Ο δεσμός που δημιουργείται λέγεται **πεπτιδικός**. Ανάλογα με το πλήθος των πεπτιδικών δεσμών στο μόριο του αμινοξέος διακρίνουμε τα αμινοξέα σε διπεπτιδία, τριπεπτιδία, ολιγοπεπτιδία (έως και 50 πεπτιδικοί δεσμοί) και σε πολυπεπτιδία (άνω των 50 πεπτιδικών δεσμών).

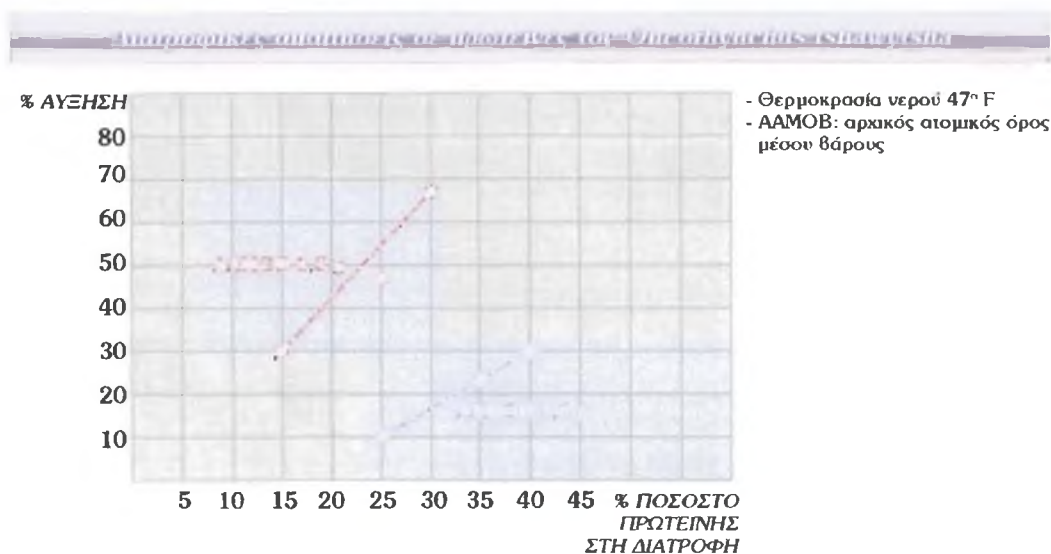
Οι πρωτεΐνες είναι αναγκαίες για τη φυσική λειτουργία του οργανισμού. Συμμετέχουν στη διατήρηση των ιστών καθώς και την κατασκευή και αναγέννηση των πρωτεϊνών που υπάρχουν σ' αυτούς.

## ***B) Παράμετροι που επηρεάζουν τις ανάγκες των ψαριών σε πρωτεΐνες***

Οι διατροφικές ανάγκες των ψαριών σε πρωτεΐνες επηρεάζονται

- από τη θερμοκρασία του νερού (κυρίως) (σχ 1.1)
- από το μέγεθος και
- την ηλικία του ψαριού.

Το νεαρό ψάρι έχει μεγάλες απαιτήσεις σε πρωτεΐνες, καθώς περνάει τη φάση ανάπτυξης του οργανισμού κατά την οποία δημιουργούνται οι ιστοί. Επίσης οι πρωτεΐνες είναι απαραίτητες σε όλες τις αναπαραγωγικές περιόδους. Όσο μεγαλώνει το ψάρι σε ηλικία και μειώνεται ο μεταβολισμός του, μειώνονται και οι ανάγκες του σε πρωτεΐνες.



(Σχήμα 1.1)

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τις απαιτήσεις του ψαριού σε πρωτεΐνες είναι οι διατροφικές του συνθήκες καθώς και η ποιότητα των πρωτεϊνών που παρέχονται. Γενικά, οι ανάγκες ενός ζώου σε πρωτεΐνες καλύπτονται πλήρως όταν διατηρείται η ισορροπία του αζώτου. Αυτό σημαίνει ότι η ποσότητα αζώτου που χρησιμοποιείται από τον οργανισμό, πρέπει να αντικαθίσταται πλήρως, δηλαδή να παρέχεται ίση ποσότητα αζώτου στον οργανισμό μέσω της τροφής και των υπόλοιπων λειτουργιών του οργανισμού.

Έχει βρεθεί ότι η περιεκτικότητα της τροφής κατά 40% σε πρωτεΐνες καλύπτει τις διατροφικές ανάγκες των περισσότερων καλλιεργουμένων ειδών. Ωστόσο πρέπει να συνυπολογίζουμε τις ανάγκες που έχει κάθε είδος σε αναλογία συγκεκριμένων αμινοξέων. Στον πίνακα 1.2 φαίνονται οι απαιτήσεις μερικών από τα ευρέως καλλιεργούμενα είδη σε κάθε ένα από τα δέκα κυριότερα αμινοξέα (αργινίνη, ιστιδίνη, ισολευκίνη, λευκίνη, λυσίνη, μεθειονίνη, φαινυλανίνη, θρεονίνη, τρυπτοφάνη και βαλίνη).

### Γ) Πέψη πρωτεϊνών

Μετά την κατάποση της τροφής οι πρωτεΐνες διασπώνται σε πρώτη φάση σε μικρότερα πεπτιδία. Η διάσπαση πραγματοποιείται είτε στον στόμαχο μέσω του ενζύμου πεψίνη, είτε στο πάγκρεας μέσω των ενζύμων θρυψίνη και χυμοθρυψίνη. Το προϊόν της διάσπασης είναι ολιγοπεπτιδία τα οποία στη συνέχεια υδρολύονται με τη βοήθεια του ενζύμου καρβοξυπεπτιδάση. Η υδρόλυση γίνεται με εξής διαδικασία: το ένζυμο καρβοξυπεπτιδάση απελευθερώνει ένα αμινοξύ από το ελεύθερο άκρο του ολιγοπεπτιδίου. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι να αποσπαστούν όλα τα αμινοξέα και να μείνει ένα ελεύθερο καρβοξύλιο. Επίσης η υδρόλυση μπορεί να γίνει με τη βοήθεια του ενζύμου αμινοπεπτιδάση το οποίο αποσπά κι αυτό ένα αμινοξύ κάθε φορά από το ολιγοπεπτιδίο, μέχρι να μείνει μία ελεύθερη αμινομάδα. Τα ελεύθερα αμινοξέα απορροφώνται διαμέσου των τοιχωμάτων του γαστρεντερικού συστήματος απ' όπου μεταφέρονται στους ιστούς μέσω της κυκλοφορία του αίματος. Τελικά συμμετέχουν στον σχηματισμό μεγάλων πρωτεϊνών και ιστών ή καταβολίζονται για την παραγωγή ενέργειας.

ΑΜΙΝΟΞΥ	ΧΕΛΙ	ΚΥΠΡΙΝΟΣ	ΓΑΤΟΨΑΡΟ	ΣΟΛΩΜΟΣ
Αργινίνη	3,9	4,3	-	6,0
Ισθδίνη	1,9	-	-	1,8
Ισολευκίνη	3,6	2,6	-	2,2
Λευκίνη	4,1	3,9	-	3,9
Λυσίνη	4,8	-	5,1	5,0
Μεθειονίνη	4,5	3,1	2,3	4,0
Φαινυλαλανίνη	-	-	-	5,1
Θρεονίνη	3,6	-	-	2,2
Τρυπτοφάνη	1,0	-	-	2,5
Βαλίνη	3,6	-	-	3,2

(Σχήμα 1.2)

### Δ) Διαταραχές που οφείλονται στην περιεκτικότητα της τροφής σε πρωτεΐνες

Κατά την εκτροφή ιχθύων μπορεί να παρουσιαστούν προβλήματα και παθήσεις οι οποίες οφείλονται αποκλειστικά στην έλλειψη των βασικών αμινοξέων. Τέτοιες περιπτώσεις παρουσιάζονται όταν:

- Η διατροφή είναι πλούσια μεν σε συνολικό ποσοστό πρωτεϊνών αλλά παρουσιάζει ελλείψεις βασικών αμινοξέων.
- Η διατροφή παρουσιάζει δυσαναλογίες στην περιεκτικότητα των αμινοξέων.
- Κατά την παρασκευή των ιχθυοτροφών οι πρωτεΐνες έχουν υποστεί επεξεργασία σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες με αποτέλεσμα να μη διασπώνται κανονικά κατά την πέψη.
- Τα ελεύθερα και τα πρωτεϊνικά αμινοξέα διηθούνται στο νερό.
- Οι πρωτεΐνες υποβάλλονται σε χημική επεξεργασία με οξέα ή βάσεις.

### **3.ΛΙΠΗ - ΛΙΠΙΔΙΑ**

#### **A) Τι είναι τα λίπη και τα λιπίδια - Χημική δομή**

Τα λίπη αποτελούν την κυριότερη μορφή αποθηκευμένης ενέργειας σε όλα τα φυτά και τα ζώα. Περιλαμβάνουν μία μεγάλη κατηγορία μη υδατοδιαλυτών βιολογικών μακρομορίων που συναντώνται στους ιστούς των φυτών και των ζώων. Διακρίνονται σε λίπη, φωσφολιπίδια, σφιγγομυελίνες, κηρούς και στερόλες.

Το μόριο των λιπαρών οξέων περιλαμβάνει μία ανθρακική αλυσίδα η οποία μπορεί να είναι είτε ευθεία είτε διακλαδισμένη. Η ανθρακική αλυσίδα στο μόριο των λιπαρών οξέων είναι συνήθως μεγάλη, έτσι για τον συμβολισμό τους, αντί για τον χημικό τύπο να χρησιμοποιούμε τον εξής συντομευμένο τύπο: γράφουμε τον αριθμό των ατόμων άνθρακα του λιπαρού οξέος και στη συνέχεια δηλώνουμε τον αριθμό των απλών δεσμών και τη θέση του πρώτου διπλού δεσμού. Το γράμμα  $\omega$  υποδηλώνει τη θέση του πρώτου διπλού δεσμού από το πρώτο μεθυλικό άκρο. Έτσι, τα λιπαρά οξέα της σειράς  $\omega 3$  είναι όλα τα λιπαρά οξέα που το τρίτο και το τέταρτο άτομο άνθρακα ενώνονται με διπλό δεσμό, ενώ το λινολεϊνικό οξύ γράφεται  $18:3\omega 3$  που σημαίνει ότι η αλυσίδα του αποτελείται από 18 άτομα C και έχει τρεις διπλούς δεσμούς με τον πρώτο στη θέση 3.

#### **B) Πέψη των λιπών**

Τα λίπη και τα λιπίδια αποτελούν σημαντική πηγή ενέργειας στην τροφή των ψαριών και, επιπλέον, συμβάλλουν στην καλύτερη

χρήση των πρωτεϊνών του σιτηρεσίου από το μεταβολισμό των ψαριών. Άλλωστε, τα λίπη και τα έλαια βοηθάνε στην παρασκευή των pellets κάνοντας το υλικό πιο ομοιόμορφο και εύπλαστο και, ακόμη, τα λιπίδια βελτιώνουν το άρωμα και την ελκυστικότητα των σιτηρεσίων.

Ένα από τα ένζυμα που σχετίζονται με την πέψη των λιπιδίων είναι η υδρολάση των τριγλυκεριδίων (λιπάση). Τα λιπίδια απορροφώνται αρχικά από το πρόσθιο τμήμα του παχέος εντέρου συμπεριλαμβανομένων και των πυλωρικών τυφλών. Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα επανεστεροποιούνται στα εντερικά βλεννογικά κύτταρα σε συνδυασμό με γλυκερόλη και μονογλυκερόλες ή με λυσοφωσfolιπίδια, σχηματίζοντας τριγλυκερίδια και φωσfolιπίδια αντίστοιχα. Οι στερόλες επίσης επανεστεροποιούνται μερικώς σε εστέρες. Τα περισσότερα λιπίδια στη συνέχεια μεταφέρονται στο συκώτι μέσω του κυκλοφορικού ή του λεμφικού συστήματος, δημιουργώντας μεγάλα συμπλέγματα πρωτεϊνών. Ορισμένα λιπίδια ωστόσο μεταφέρονται στα εντερικά επιθηλιακά κύτταρα ως σταγόνες λιπιδίων

Στη συνέχεια, τα λιπίδια μεταφέρονται στους εξωηπατικούς ιστούς ως συμπλέγματα λινοπρωτεΐνης του πλάσματος. Το σύμπλεγμα αυτό μπορεί να έχει είτε πολύ χαμηλή πυκνότητα (VLOL), είτε χαμηλή πυκνότητα (HOL).

Τα προϊόντα της πέψης των λιπιδίων και τα σχετιζόμενα χολικά άλατα απορροφώνται με παθητική διάχυση από το εντερικό επιθήλιο σε πολύ αργούς ρυθμούς.

### ***Γ) Βιοσύνθεση λιπών***

Τα ψάρια έχουν την ικανότητα να βιοσυνθέτουν λίπη και λιπίδια από κορεσμένα οξικά λιπαρά οξέα. Μελέτες με χρήση ραδιενεργού ανιχνευτή έχουν αποδείξει ότι τα ψάρια μπορούν να μετατρέπουν λιπαρά οξέα της σειράς ω7 κατ' αναλογία 16:0, ενώ λιπαρά οξέα της σειράς ω9 κατ' αναλογία 18:0.

Τα ψάρια μπορούν επίσης να αυξάνουν το μοριακό βάρος των λιπαρών οξέων των σειρών ω9, ω6 και ω3. Ωστόσο, δεν μπορούν να συνθέσουν οποιοδήποτε οξύ της σειράς ω6 και ω3 εκτός εάν τους έχει χορηγηθεί με την τροφή ένα από τα λιπαρά οξέα της σειράς ω.

### ***Δ) Διαταραχές στην ανάπτυξη οφειλόμενες στα λίπη***

Κάθε δίαιτα ελλιπής σε λιπαρά οξέα καταλήγει σε ψάρια με μειωμένο ρυθμό ανάπτυξης και μικρή ικανότητα μετατροπής της τρο-

φής. Πιο αναλυτικά, οι παθήσεις των εκτρεφόμενων ειδών οι οφειλόμενες σε έλλειψη λιπαρών οξέων, φαίνονται στον πίνακα (σχήμα 1.3)

ΕΙΔΟΣ ΨΑΡΙΟΥ	ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΕΛΛΕΙΨΗΣ ΛΙΠΑΡΟΥ ΟΞΕΩΣ
ONCORHYNCHUS MYKISS	Θνησιμότητα, σύνδρομο αδυναμίας, χαμηλά επίπεδα αιμογλοβίνης και ερυθρών κυττάρων, λιπώδης εκφυλισμός του ήπατος, χαμηλή απόδοση φωτοκίας, εκφυλισμός ουραίου περυγίου
ONCORHYNCHUS KETA	Λιπώδης εκφυλισμός ήπατος, αυξημένη θνησιμότητα.
ONCORHYNCHUS KITSUTS	Λιπώδης εκφυλισμός ήπατος, θνησιμότητα
CYPRINYS CARPIO	Λιπώδης εκφυλισμός ήπατος, αυξημένη θνησιμότητα
ONCORHYNCHUS NILOTICUS	Λιπώδης εκφυλισμός ήπατος
ANGILLA JAPONICA	Αυξημένη θνησιμότητα
PAGRUS MAGOR	Μειωμένη φωτοκία
SCOPHTHALMUS MAXIMUS	εκφυλισμός βραγχιακού επιθηλίου, μειωμένη ανάπτυξη, αυξημένη θνησιμότητα

(Σχήμα 1.3)

### **E) Οξείδωση λιπαρών οξέων**

Ένα σιτηρέσιο πλούσιο σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα είναι απαραίτητο να περιλαμβάνει και την κατάλληλη αντιοξειδωτική προστασία, διαφορετικά υπάρχει κίνδυνος να αυτοοξειδωθούν τα λιπαρά οξέα μόλις εκτεθούν σε οξυγόνο. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό και ως τάγγιση των λιπών. Κατά την κατάρτιση ενός προγράμματος διατροφής πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή για την αποφυγή αυτού του φαινομένου, διότι τα οξειδωμένα λιπαρά οξέα καθίστανται ιδιαίτερα επιβλαβή για την υγεία των ψαριών.

Επιγραμματικά αναφέρουμε ότι στο σολομό *Oncorhynchus niloticus*, η διατροφή με οξειδωμένο ιχθυέλαιο πιθανόν να προκαλέσει μερική αιμορραγία των αγγείων γύρω από το ρύγχος και στη βάση του εδρικού και του ραχιαίου περυγίου, λόρδωση, εξοφθαλμία, οίδημα υπογαστρίου, οίδημα χοληδόχου κύστης καταλήγοντας σε αυξημένη θνητότητα.

**[Σημείωση:** Ο όρος θνητότητα είναι ακριβέστερος από τον όρο θνησιμότητα που χρησιμοποιείται συνήθως, διότι οι αριθμητές του δείκτη θνητότητας ενός νοσήματος και του ειδικού δείκτη θνησιμότητας από το νόσημα αυτό μοιάζουν, αλλά οι παρονομαστές είναι τελείως διαφορετικοί. Έτσι ο δείκτης θνησιμότητας εκφράζει την πιθανότητα θανάτου

από ένα νόσημα ενός ατόμου του γενικού πληθυσμού, κατά τη διάρκεια μιας ορισμένης χρονικής περιόδου (συνήθως ενός έτους) ενώ ο δείκτης θνητότητας εκφράζει την πιθανότητα θανάτου από ένα νόσημα ενός ατόμου που έχει ήδη προσβληθεί από το νόσημα αυτό. Σαν παράδειγμα ο δείκτης θνητότητας της λύσσας είναι σχεδόν 100% ενώ η θνησιμότητα από τη λύσσα στον πληθυσμό είναι γενικά πολύ μικρή διότι η λύσσα είναι σπάνιο νόσημα.]

Τα οξειδωμένα λιπαρά οξέα προκαλούν επιπλοκές και στην υγεία του *Cyprinus carpio* (κοινός κυπρίνος), καθιστώντας φτωχή την ανάπτυξή του και προκαλώντας του ανορεξία, μυϊκή δυστροφία, μειωμένη απορρόφηση των λιπαρών οξέων και, τελικά, υψηλή θνητότητα.

Μικρή ή μη φυσιολογική αντιοξειδωτική δράση μπορούν να παρυσιάσουν σιτηρέσια τα οποία περιλαμβάνουν ιχθυέλαια, ιχθυάλευρα, ριζάλευρα και διογκωμένους ηλιόσπορους. Με την οξειδωση των λιπαρών οξέων σχηματίζονται ελεύθερες ρίζες, υπεροξειδία, αλδεΐδες και κετόνες. Αυτές οι ενώσεις αντιδρούν με τα υπόλοιπα συστατικά της τροφής, όπως βιταμίνες, πρωτεΐνες και με τα υπόλοιπα λιπαρά οξέα, περιορίζοντας την βιολογική τους αξία και τη διαθεσιμότητα τους κατά τη διάρκεια της πέψης.

#### 4. ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ Ή ΠΟΛΥΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ

##### A) Τι είναι οι υδατάνθρακες - Ταξινόμηση

Οι υδατάνθρακες αποτελούν μία από τις πιο διαδεδομένες ομάδες οργανικών μακρομορίων στη φύση. Στους υδατάνθρακες ή πολυσακχαρίτες περιλαμβάνονται τα σάκχαρα, η κυτταρίνη, το άμυλο, κ.α.

Η χημική σύσταση των υδατανθράκων είναι ένα ή περισσότερα μόρια CO<sub>2</sub> επί ένα ή περισσότερα μόρια H<sub>2</sub>O. Οι κυριότερες κατηγορίες υδατανθράκων είναι:

- **Πεντόζες:** σάκχαρα με πέντε άτομα άνθρακα. Δεν συναντώνται στη φύση σε ελεύθερη μορφή. Στις πεντόζες ανήκουν η ξυλόζη, η αραβινόζη, η ριβόζη (RNA), και η δεσοξυριβόζη (DNA).
- **Εξόζες:** σάκχαρα με έξι άτομα άνθρακα. Χωρίζονται σε αλδόζες και κετόζες, ανάλογα με το αν έχουν αλδεΐδικές ή κετονικές ομάδες. Κυριότερες εξόζες είναι η γλυκόζη, η φρουκτόζη, η γαλακτόζη και η μανόζη.
- **Δισακχαρίτες :** προϊόντα συνένωσης δύο μονοσακχαριτών. Δισακχαρίτες είναι η σουκρόζη, η μαλτόζη και η λακτόζη.
- **Ολιγοσακχαρίτες :** κυριότεροι ολιγοσακχαρίτες είναι η ραφινόζη, η σταχτυόζη και η βερμπασκόζη.



- **Πολυσακχαρίτες:** προϊόντα συνένωσης πολλών μονοσακχαριτών. Οι περισσότεροι πολυσακχαρίτες είναι αδιάλυτοι στο νερό. Οι κυριότεροι είναι: άμυλο, δεξτρίνες, κυτταρίνες, γλυκογόνο.

### ***B) Αναγκαιότητα των πεπτών υδατανθράκων στη διατροφή***

Οι πεπτοί υδρογονάνθρακες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας αν είναι σε κατάλληλη ισορροπία με τα υπόλοιπα συστατικά της τροφής. Η ικανότητα των ψαριών να χρησιμοποιούν το άμυλο εξαρτάται κυρίως από τις ποσότητες του ενζύμου α-αμυλάση που εκκρίνουν. Όλα τα είδη ψαριών εκκρίνουν α-αμυλάση, η δραστηριότητά του όμως είναι μεγαλύτερη στα φυτοφάγα ψάρια τα οποία μπορούν να εκκρίνουν αυτό το ένζυμο από όλο το πεπτικό σύστημα. Αντιθέτως, στα σαρκοφάγα ψάρια η α-αμυλάση προέρχεται κυρίως από το πάγκρεας, μειώνοντας επομένως την ικανότητά τους να απορροφούν το άμυλο.

Ορισμένοι υδατάνθρακες έχουν κρυσταλλική δομή, γεγονός που καθιστά δυσκολότερη τη διάσπασή τους από την α-αμυλάση. Αυτοί οι υδατάνθρακες υφίστανται πλήρη βρασμό (ζελατινοποίηση) έτσι ώστε να αλλοιθεί η κρυσταλλική τους δομή με αποτέλεσμα να μπορούν τελικά να χρησιμοποιηθούν ακόμη και από σαρκοφάγα ψάρια.

Η α-αμυλάση προκαλεί μία λίγο - πολύ τυχαία διάσπαση των μορίων του αμύλου, υδρολύοντας τους **α-D (1→4)** γλυκοσιδικούς δεσμούς οι οποίοι υπάρχουν στις εσωτερικές και εξωτερικές αλυσίδες του μίγματος. Η πλήρης υδρόλυση της αμυλόζης δίνει ως προϊόντα απλούς υδατάνθρακες όπως μαλτόζη, D-γλυκόζη και διάφορες δεξτρίνες. Βεβαίως, στα ψάρια είναι απαραίτητα και άλλα ένζυμα για την πλήρη υδρόλυση του αμύλου σε D-γλυκόζη. Έχει αποδειχτεί ότι ακόμα και τα σαρκοφάγα ψάρια δεν δυσκολεύονται να χωνέψουν τη μαλτόζη. Ωστόσο, τα υπόλοιπα ένζυμα που διασπούν το άμυλο όπως οι κυτταρίνες και η α - γαλακτοσιδάση δεν αφομοιώνονται ικανοποιητικά από τα ψάρια.

Η διαφορά στην ικανότητα χρησιμοποίησης των υδατανθράκων ανάμεσα σε φυτοφάγα ή σε σαρκοφάγα ψάρια οφείλεται κυρίως στην έκκριση ινσουλίνης, η οποία είναι σαφώς μεγαλύτερη στα φυτοφάγα. Η ινσουλίνη διευκολύνει και επιταχύνει τη διάσπαση και απορρόφηση των υδατανθράκων.

### ***Γ) Πέψη υδατανθράκων***

Η πέψη των υδατανθράκων πραγματοποιείται στα πυλωρικά τυφλά, στο πάγκρεας και στον εντερικό σωλήνα. Όσον αφορά στο με-

ταβολισμό των ψαριών, η πέψη και γενικά η αφομοίωση των υδατανθράκων καθορίζεται τόσο από γενετικούς όσο και από περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Σημαντικός είναι ο εγκλιματισμός των ψαριών, ο οποίος επιδρά γενικότερα στο μεταβολισμό τους. Ψάρια που δε βρίσκονται σε κατάσταση stress, κατάσταση η οποία αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα στις λειτουργίες του πεπτικού συστήματος, έχουν σαφώς μεγαλύτερη ικανότητα χρησιμοποίησης των υδατανθράκων. Πάντως έχει αποδειχτεί ότι μεγάλες ποσότητες υδατανθράκων δεν χρησιμοποιούνται από τα ψάρια, ενώ σιτηρέσια με ποσοστό υδατανθράκων κάτω από 12% δημιουργούν προβλήματα.

## **5. ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ (ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ)**

### ***A) Απαραίτητα ιχνοστοιχεία στη διατροφή των ψαριών***

Όλοι οι υδρόβιοι οργανισμοί έχουν ανάγκη από κάποια ανόργανα στοιχεία τα οποία τα εξασφαλίζουν όχι μόνο από τη διατροφή τους αλλά και από το εξωτερικό περιβάλλον μέσω των ωσμωρρυθμιστικών διαδικασιών. Τα ιχνοστοιχεία δεν καταναλώνονται από τον οργανισμό, αλλά χρησιμοποιούνται στις μεταβολικές διαδικασίες και κυρίως στη δόμηση του σκελετού, στη συντήρηση των κολλοειδών συστημάτων και στη ρύθμιση της ισορροπίας μεταξύ οξέων και βάσεων.

Τα κυριότερα ιχνοστοιχεία που είναι απαραίτητα στη διατροφή των ψαριών είναι τα εξής:

- το ασβέστιο
- ο φώσφορος
- το μαγνήσιο
- το χλώριο
- το ιώδιο
- ο σίδηρος
- το μαγγάνιο
- ο ψευδάργυρος
- το κάλιο
- το νάτριο
- το σελήνιο
- το κοβάλτιο και
- το φθόριο.

## **B) Ασβέστιο και Φώσφορος**

Το ασβέστιο και ο φώσφορος δρουν παράλληλα έτσι ώστε η ανεπαρκής ποσότητα του ενός να έχει άμεση επίπτωση στη θρεπτική αξία του άλλου.

Στο σώμα του ψαριού το μεγαλύτερο ποσοστό ασβεστίου (γύρω στο 99%) και φωσφόρου (80%) βρίσκονται στα οστά, στα δόντια και στα λέπια. Το υπόλοιπο 1% μη σκελετικού ασβεστίου είναι κατανεμημένο σε όλα τα όργανα και τους ιστούς και ρυθμίζει τη λειτουργία της καρδιάς, σχετίζεται με τη μυϊκή σύσπαση και είναι απαραίτητο για την πήξη του αίματος.

Το μεγαλύτερο μέρος του μη σκελετικού φωσφόρου βρίσκεται κυρίως συνδυασμένο με πρωτεΐνες, λιπίδια, σάκχαρα, νουκλεϊνικά οξέα και άλλα οργανικά στοιχεία. Ο φώσφορος είναι απαραίτητο στοιχείο για τη μυϊκή ανάπτυξη και παίρνει μέρος σε ορισμένες διεργασίες του μεταβολισμού, όπως τη μεταφορά της γλυκόζης, το σχηματισμό φωσφολιπιδίων και το μεταβολισμό των αμινοξέων.

Η απορρόφηση του φωσφόρου και του ασβεστίου πραγματοποιείται από το ανώτερο γαστρεντερικό σύστημα. Το απορροφούμενο ασβέστιο μετατρέπεται άμεσα σε άλατα ασβεστίου και εναποτίθεται στο σκελετό. Ο απορροφούμενος φώσφορος διαμοιράζεται σε όλους τους σημαντικότερους ιστούς (σπλάγχνα, σκελετό, μυς και δέρμα). Η απορρόφηση του φωσφόρου από τους ιστούς εντείνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας καθώς και με την παροχή τροφής που περιέχει γλυκόζη. Επίσης, η αναπλήρωση του φωσφόρου από τον οργανισμό αυξάνεται όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητά του στη χορηγούμενη τροφή, σε αντίθεση με το ασβέστιο που η αύξηση της ποσότητας του στο σιτηρέσιο δε συνεπάγεται και αύξηση των επιπέδων του στους ιστούς.

## **Γ) Μαγνήσιο**

Το μαγνήσιο είναι συστατικό των οστών και των δοντιών, είναι απαραίτητο στοιχείο του μεταβολισμού σε κυτταρικό επίπεδο και παίρνει μέρος στην ενεργοποίηση πολλών ενζύμων. Στο σώμα του ψαριού το 60% περίπου της συνολικής συγκέντρωσης  $Mg^{+2}$  συσσωρεύεται στο σκελετό ενώ το υπόλοιπο 40% διαμοιράζεται στα όργανα, στους μυϊκούς ιστούς και στα εξωκυτταρικά υγρά. Το μαγνήσιο παίζει ζωτικό ρόλο στον οργανισμό του ψαριού, τόσο ως συντελεστής των ενζύμων όσο και ως βασικό δομικό συστατικό της κυτταρικής μεμβράνης. Επαναφέρει επιπλέον στην ηρεμία τη νευρική και μυϊκή ίνα.

Τα ψάρια, σε γενικές γραμμές, μπορούν να προσλαμβάνουν μαγνήσιο από το περιβάλλον με διάχυση – αν και μελέτες σε ορισμένα ευρέως καλλιεργούμενα είδη, όπως στον *Cyprinus carpio*, έχουν καταδείξει ότι η ικανότητά τους αυτή είναι περιορισμένη. Ωστόσο οι συγκεντρώσεις μαγνησίου στο γλυκό νερό είναι συγκριτικά χαμηλές, έτσι ώστε τα μη θαλασσινά είδη ιχθύων βασίζονται σχεδόν αποκλειστικά στη διατροφή τους για να καλύψουν τις ανάγκες τους σε μαγνήσιο.

#### **Δ) Υπόλοιπα ιχνοστοιχεία**

Εκτός από το ασβέστιο, τον φωσφόρο και το μαγνήσιο, ορισμένα άλλα ιχνοστοιχεία κρίνονται απαραίτητα για τη σωστή ανάπτυξη των ψαριών. Ορισμένα από αυτά είναι ο σίδηρος, το κοβάλτιο, το φθόριο, το χλώριο, το ιώδιο, το νάτριο, κ.α. Ο ρόλος των ιχνημετάλλων στον μεταβολισμό των ψαριών δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως, ωστόσο είναι μάλλον ανάλογος με το ρόλο τους στα υπόλοιπα ζώα.

Ο σίδηρος μαζί με μια πρωτεΐνη σχηματίζει την αιμοσφαιρίνη. Ακόμη ο σίδηρος είναι απαραίτητο συστατικό ορισμένων ενζύμων που σχετίζονται με τον μεταβολισμό της πρωτεΐνης.

Το χλώριο παίρνει μέρος στη ρύθμιση της οσμωτικής πίεσης και στη διατήρηση της οξεο-βασικής ισορροπίας. Ακόμη το χλώριο είναι απαραίτητο για την παραγωγή υδροχλωρικού οξέος στο στομάχι. Το χλώριο δεν βρίσκεται μόνο του στη φύση, είναι πάντα συνδεδεμένο με το νάτριο ως χλωριούχο νάτριο (αλάτι).

Τα ψάρια στο κανονικό τους περιβάλλον δείχνουν ικανά να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις τους σε ανόργανα στοιχεία καταναλώνοντας το κρέας των θηραμάτων τους. Ωστόσο σε συνθήκες καλλιέργειας, και ειδικά η εντατική καλλιέργεια ορισμένων ειδών σε τεχνητές δεξαμενές και raceways, σε συνδυασμό με την τυποποιημένη διατροφή, καθιστά απαραίτητη την επιπλέον χορήγηση επαρκών ποσοτήτων μετάλλων μαζί με την τροφή.

#### **Ε) Προβλήματα που δημιουργούνται από την έλλειψη ιχνημετάλλων**

Στις εντατικές καλλιέργειες είναι πιθανόν να παρουσιαστούν συμπτώματα έλλειψης μετάλλων στην περίπτωση που είτε απουσιάζει κάποιο στοιχείο ή ιχνημέταλλο από τη σύσταση της τροφής, είτε υπάρχουν διατροφικές ανισορροπίες οι οποίες οδηγούν σε μείωση της διαθεσιμότητας των μετάλλων.

Η έλλειψη των βασικών ανόργανων στοιχείων μπορεί να προκαλέσει σοβαρές διαταραχές στην ανάπτυξη των περισσότερων καλλιεργούμενων ειδών. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι η έλλειψη φωσφόρου

- προκαλεί μειωμένη ανάπτυξη
- ευθύνεται για τη μικρή μετατρεψιμότητα της τροφής
- ευθύνεται για παραμόρφωση οστών και σκελετού.

Η απουσία μαγνησίου επιφέρει επίσης μειωμένη ανάπτυξη καθώς επίσης ανορεξία και νωθρότητα. Παρατηρείται ακόμα υψηλή θνησιμότητα. Η μειωμένη σωματική ανάπτυξη και η υψηλή θνησιμότητα μπορεί να είναι και συμπτώματα της έλλειψης ασβεστίου, μαγγανίου, ψευδαργύρου ή σεληνίου. Η έλλειψη σιδήρου καθώς επίσης και η παροχή ανεπαρκούς ποσότητας σιδήρου στην τροφή προκαλεί αναιμία σε ορισμένα είδη.

### ***ΣΤ) Τοξικότητα που προκαλείται από μέταλλα***

Κάποια ιχνοστοιχεία - όταν παρέχονται σε ποσότητες μεγαλύτερες από τις αναγκαίες για τις διατροφικές απαιτήσεις των ψαριών - μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα τοξικότητας. Τέτοιες ουσίες είναι κυρίως ο χαλκός, το σελήνιο και το φθόριο. Τοξικές καταστάσεις ακόμα μπορεί να προκαλέσει και η κακή ισορροπία των συστατικών της χορηγούμενης τροφής. Σε αυτή την περίπτωση παρατηρείται μόλυνση λόγω βαρέων μετάλλων όπως ο υδράργυρος, το κάδμιο, ο μόλυβδος, το μολυβδαίνιο, το αρσενικό και το βανάδιο. Ειδικά τα ιχθυάλευρα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ιχθυοτροφών είναι πολύ εύκολο να μολυνθούν από τα βαρέα μέταλλα Hg, Cd, Pb και από τα αμέταλλα Se, As,. Ωστόσο και οι υπόλοιπες πρώτες ύλες ιχθυοτροφών είναι ευπαθείς σε μολύνσεις από βαρέα μέταλλα. Παραδείγματος χάριν, τα πουλερικά μολύνονται από χαλκό, τα ορνιθάλευρα καθώς και τα υπόλοιπα άλευρα από ψευδάργυρο και το πιπέρι από μολυβδαίνιο.

## **6. BITAMINEΣ**

## A) Τι είναι οι βιταμίνες - ταξινόμηση

Οι βιταμίνες είναι οργανικές ενώσεις απαραίτητες για την αύξηση, το μεταβολισμό και την υγεία των ψαριών. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

1. **Υδατοδιαλυτές βιταμίνες:** είναι βιταμίνες ευδιάλυτες στο νερό και αποβάλλονται από τον οργανισμό με τα ούρα. Στις υδατοδιαλυτές βιταμίνες περιλαμβάνονται η ομάδα του συμπλέγματος Β και το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C).

Οι κυριότερες υδατοδιαλυτές βιταμίνες είναι:

- **η θειαμίνη ή ανευρίνη (B<sub>1</sub>):** Η θειαμίνη θεωρείται απαραίτητη για τον μεταβολισμό των υδατανθράκων, του λίπους και των πρωτεϊνών. Η θειαμίνη σχετίζεται άμεσα με την λειτουργία των νεύρων και ακόμη καθορίζει την όρεξη, τον μυϊκό τόνο και τη φυσιολογική διανοητική κατάσταση.
- **η ριβοφλαβίνη ή λακτοφλαβίνη (B<sub>2</sub>):** Η ριβοφλαβίνη παίρνει μέρος στον μεταβολισμό των υδατανθράκων, του λίπους και των πρωτεϊνών. Ενισχύει τη λειτουργία των επινεφριδίων και απαιτείται για την καλή υγεία του δέρματος
- **το παντοθενικό οξύ (B<sub>5</sub>):** Το παντοθενικό οξύ αποτελεί τμήμα του συνενζύμου Α που παίρνει μέρος στη σύνθεση και διάσπαση των λιπαρών οξέων, στη σύνθεση των αντισωμάτων και στο μεταβολισμό των υδατανθράκων, του λίπους και των πρωτεϊνών.
- **η πυριδοξίνη (B<sub>6</sub>):** Η πυριδοξίνη παίρνει μέρος στον μεταβολισμό του λίπους, των υδατανθράκων και κυρίως των αμινοξέων. Ακόμη παίρνει μέρος στη σύνθεση των αντισωμάτων. Η λήψη πυριδοξίνης πρέπει να αυξάνεται όταν γίνεται αυξημένη λήψη πρωτεΐνης.
- **η νιασίνη ή νικοτινικό οξύ ή παράγων P.P (pellagra preventive)**
- **η βιοτίνη (H):** Η βιοτίνη θεωρείται απαραίτητη για το μεταβολισμό των υδατανθράκων, του λίπους και των πρωτεϊνών
- **το φολικό οξύ:** Το φυλλικό οξύ αποτελεί απαραίτητο συστατικό μιας ομάδας ενζύμων που είναι απαραίτητα για το σχηματισμό της αίμης, το μεταβολισμό των αμινοξέων, τη σύνθεση της χολίνης και το σχηματισμό των νουκλεϊνικών οξέων.
- **η κυανοκοβαλαμίνη (B<sub>12</sub>):** Η βιταμίνη B<sub>12</sub> είναι η μόνη βιταμίνη που χρειάζεται ειδικές συνθήκες για την απορρόφησή της. Η βιταμίνη B<sub>12</sub> μετά την αποδέσμευσή της από τις τροφές συνδέεται με μια γλυκοπρωτεΐνη, (ενδογενής παράγοντας) και στη συνέχεια μετά από μια σειρά μεταβολικές διεργασίες απορροφάται από το λεπτό έντερο. Η βιταμίνη B<sub>12</sub> είναι απαραίτητη για τον σχηματισμό και την ωρίμανση των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Την καλή λειτουργία του νευρικού συστήματος, τον μεταβολισμό των πρωτεϊνών, του λίπους και των υδατανθράκων.

- **το ασκορβικό οξύ (C):** Η βιταμίνη C παίρνει μέρος στο σχηματισμό του κολλαγόνου, στο μεταβολισμό των αμινοξέων τρυπτοφάνη και τυροσίνη, στην απορρόφηση του σιδήρου, στον μεταβολισμό των λιπών, στην ισχυροποίηση των τριχοειδών αγγείων και στην ενεργοποίηση του φυλλικού οξέος. Ακόμη η βιταμίνη C αυξάνει την άμυνα του οργανισμού, προφυλάσσει από το κοινό κρυολόγημα, παίρνει μέρος στην απομάκρυνση της αμμωνίας από το σώμα και έχει ισχυρή αποτοξινωτική και αντιοξειδωτική δράση.
- **η ινοσιτόλη:** Η ινοσιτόλη παίρνει μέρος στο μεταβολισμό του λίπους και σε συνδυασμό με τη χολίνη προστατεύει τα αγγεία από την αρτηριοσκλήρωση. Ακόμη είναι πρόδρομος ουσία μιας ομάδας ουσιών που βρίσκονται στους ιστούς και στον εγκέφαλο.
- **η χολίνη:** Η χολίνη αποτελεί συστατικό της λεκιθίνης και χαρακτηρίζεται σαν λιποτροπική ουσία γιατί προφυλάσσει το συκώτι από την υπερβολική συσσώρευση λίπους. Η χολίνη μαζί με το οξικό οξύ σχηματίζει την ακετυλοχολίνη, μια ουσία που είναι απαραίτητη για τη μεταβίβαση των νευρικών ερεθισμάτων.

2. **Λιποδιαλυτές βιταμίνες:** Βρίσκονται στα λίπη των τροφών ενώ η πέψη, η μεταφορά και η απορρόφησή τους γίνεται με τα λιπαρά οξέα. Αποθηκεύονται στο ήπαρ και στους λιπώδεις ιστούς. Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες είναι δυνατόν να συσσωρευτούν σε τοξικά επίπεδα.

Στις λιποδιαλυτές βιταμίνες περιλαμβάνονται οι βιταμίνες A, D, E και K:

- **Βιταμίνη A:** Η βιταμίνη A είναι απαραίτητη για την πραγματοποίηση μιας σειράς λειτουργιών του οργανισμού όπως η όραση, η σωστή ανάπτυξη των οστών, η ανάπτυξη του σώματος, τα υγιή δόντια και ακόμη έχει ρόλο συνένζυμου. Η σημαντικότερη και πλέον απορροφήσιμη μορφή της βιταμίνης A είναι η ρετινόλη. Ακόμη συναντάμε πρόδρομες ουσίες της που είναι οι καροτίνες. Απ' αυτές η πλέον απορροφήσιμη είναι η β-καροτίνη.
- **Βιταμίνη D:** Η βιταμίνη D είναι απαραίτητη γιατί σχετίζεται με την απορρόφηση του ασβεστίου και του φωσφόρου στα οστά.. Ακόμη πρέπει να αναφερθεί ότι όταν υπάρχει ανεπάρκεια σε βιταμίνη D έχουμε και μεγάλη αποβολή αμινοξέων στα ούρα. Η βιταμίνη D βρίσκεται σε μικρές ποσότητες σε πολύ λίγες τροφές αλλά σχηματίζεται στο σώμα από την έκθεση του δέρματος στην ηλιακή ακτινοβολία. Την βιταμίνη D την συναντάμε με τη μορφή της εργοκαλσιφερόλης (βιταμίνη D<sub>2</sub>) και τη μορφή της χολοκαλσιφερόλης, (βιταμίνη D<sub>3</sub>). Η μεγαλύτερη δόση βιταμίνης D απ' την απαραίτητη προκαλεί προβλήματα τοξικότητας, η οποία όμως μπορεί να μειωθεί με ταυτόχρονη λήψη βιταμίνης A.
- **Βιταμίνη E**

- **Βιταμίνη Κ:** Η βιταμίνη Κ έχει κυρίως αντισταθμιστική δράση και θεωρείται απαραίτητη για τη σύνθεση της προθρομβίνης.

### ***B) Προβλήματα που δημιουργούνται λόγω έλλειψης βιταμινών***

Η βιοαπορρόφηση των βιταμινών είναι μικρή, γι' αυτό πρέπει η τροφή να περιέχει μεγάλες ποσότητες βιταμινών ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες των ψαριών. Η έλλειψη βιταμινών προκαλεί γενικά μειωμένη ανάπτυξη και ανορεξία.

Πιο αναλυτικά:

- η έλλειψη ριβοφλαβίνης (B<sub>2</sub>) ή νιασίνης προκαλεί αιμορραγία των πτερυγίων ή του δέρματος.
- η έλλειψη πυριδοξίνης (B<sub>6</sub>) μπορεί να επιφέρει νευρικές διαταραχές και ασταθή κολύμβηση.
- η ανεπάρκεια των βιταμινών B<sub>12</sub>, C και φολικού οξέος οδηγεί συχνά σε αναιμία και χαμηλό αιματοκρίτη.
- όσο για τις λιποδιαλυτές βιταμίνες η ανεπάρκειά τους προκαλεί διάφορους εκφυλισμούς του μυϊκού συστήματος και των διαφόρων οργάνων, ειδικά των οφθαλμών.



## ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ

### 1. ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ

Οι ιχθυοτροφές πρέπει να πληρούν κάποιες προϋποθέσεις οι οποίες καθορίζουν τελικά την ποιότητα της τροφής. Οι προϋποθέσεις αυτές σχετίζονται τόσο με τις πρώτες ύλες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την παρασκευή των ιχθυοτροφών, όσο και με τις μεθόδους επεξεργασίας τους.

Σε όλα τα είδη ζωοτροφών, η επιλογή των πρώτων υλών στηρίζεται κυρίως σε εμπειρικές παρατηρήσεις, αλλά και σε μελέτες που αφορούν στις πεπτικές ικανότητες των εκτρεφόμενων ζώων, στις απαιτήσεις τους σε θρεπτικά συστατικά και στις ενεργειακές τους ανάγκες.

Όσον αφορά στις ιχθυοτροφές, οι έρευνες δίνουν αρκετές πληροφορίες ώστε να καταρτιστούν ορθολογικά σιτηρέσια για τα ευρέως εκτρεφόμενα είδη, δηλαδή πέστροφα, κυπρίνο, σολομό, γατόψαρο, χέλι, τσιπούρα και λαβράκι. Η επιλογή των πρώτων υλών γίνεται με αυστηρότερα κριτήρια απ' αυτά που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή τροφών για αγροτικά ζώα. Τα θρεπτικά στοιχεία πρέπει να έχουν μεγάλη σταθερότητα, διότι εκτός απ' την επεξεργασία που υφίστανται και η οποία μπορεί να μειώσει τη διαθεσιμότητά τους σε όλες τις ζωοτροφές, πρέπει επιπλέον να έχουν σταθερότητα κατά την διανομή τους στο υδάτινο περιβάλλον.

Η σύσταση των τροφών και ειδικά η περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά συστατικά, καθορίζεται σε γενικές γραμμές από τις παρακάτω αρχές:

1) Τα περισσότερα ψάρια, εκτός από ορισμένα φυτοφάγα, έχουν σχεδόν μηδενική ικανότητα πέψης της κυτταρίνης. Επομένως θα πρέπει να αποφεύγονται οι πρώτες ύλες με υψηλά ποσοστά κυτταρίνης διότι εκτός από το ότι είναι δύσπεπτες, μειώνουν την ποιότητα, την συνεκτικότητα και την αντοχή των pellets.

2) Τα ψάρια έχουν υψηλές απαιτήσεις σε πρωτεΐνες. Έτσι, πρώτες ύλες με μεγάλη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες συμβάλλουν στη γρήγορη ανάπτυξη των ιχθύων. Επιπλέον, τα υψηλά ποσοστά φυσικής πρωτεΐνης συμβάλλουν στην παρασκευή pellets καλής ποιότητας, διότι πλαστικοποιούνται υπό την επίδραση θερμότητας, δίνοντας έτσι ομοιόμορφο και εύπεπτο τελικό προϊόν.

3) Πολλά ψάρια δεν έχουν ικανοποιητική ικανότητα πέψης των φυτικών υλών.

(σχ. 2.1) Τυπικό σπιρίεσο ψαριού

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΤΗΝ ΤΡΟΦΗ
Λίπη	8-13%
Πρωτεΐνες	40-50%
Υδατάνθρακες	2-35%
Λυσίνη	5% του συνόλου των πρωτεϊνών
Ασβέστιο	0,34%
Φώσφορος	0,68%
Σίδηρος	199mg/Kg
Βιταμίνη Α	6000IU/Kg
Βιταμίνη Β1	2-20mg/Kg
Βιταμίνη Β2	2-15%
Βιταμίνη Β6	2-6mg/Kg
Βιταμίνη Β12	0,02mg/Kg
Φολικό οξύ	5mg/Kg
Ινσοσιτόλη	550-900mg/Kg
Βιταμίνη C	200mg/Kg
Χολίνη	2000mg/Kg
Βιταμίνη D3	2500IU/Kg
Βιταμίνη E	200mg/Kg
Βιταμίνη K	10mg/Kg
Υγρασία(τεχνητής τροφής)	2-10%
Υγρασία(ιχθύος)	70-80%
L-Αργινίνη	2,85gr/gr τροφής
L-Κυστίνη	1,53gr/100gr τροφής
L-Θρεονίνη	1,02gr/100gr τροφής
L-Μεθειονίνη	1-4% πρωτεΐνης
L-Τρυπτοφάνη	0,6% πρωτεΐνης
L-Λυσίνη	5% πρωτεΐνης
Προσελκυστικά τροφής	10-20gr/Kr
Binder CMC	2%
Binder Wheatflour	5%
Binder Gelatin	3,7%
Binder Strach-glunch	3-13%

4) Αρκετά είδη ψαριών έχουν μειωμένη ικανότητα πέψης των υδατανθράκων

5) Κάποια είδη ιχθύων των γλυκών υδάτων, όπως τα Salmonidae, έχουν περιορισμένη ικανότητα ρύθμισης του βαθμού γλυκαιμίας, γι' αυτό θα πρέπει να αποφεύγονται οι τροφές με υψηλά ποσοστά σακχάρων.

Ιδιαίτερα σημαντική επίσης είναι η σωστή αναλογία πρωτεϊνών, λιπών, υδατανθράκων και άλλων θρεπτικών στοιχείων, σε σχέση τόσο με το είδος, όσο και με τα διάφορα στάδια ανάπτυξης κάθε είδους. Συγκεκριμένα, εξετάζεται η αναλογία των θρεπτικών συστατικών σε σχέση με την υγεία των ψαριών, την αντοχή τους σε διάφορες ασθένειες ή την ευπάθειά τους σε άλλες καθώς και τη συμπεριφορά τους σε διάφορες καταστάσεις stress.

Η παραγωγή ιχθυοτροφών υψηλής ενεργειακής αξίας και ποιότητας έχει ως σκοπό την εξασφάλιση ικανοποιητικής και ταχείας ανάπτυξης στα εκτρεφόμενα είδη. Έτσι χρησιμοποιούνται διάφορες κατηγορίες πρώτων υλών, ώστε ο συνδυασμός τους να περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά. Τα ιχθυάλευρα είναι το κυριότερο συστατικό των περισσοτέρων ιχθυοτροφών. Παλαιότερα είχε προταθεί η χρήση αλεύρων ζωικής προέλευσης, όπως ορνιθάλευρα και κρεατάλευρα. Πλέον όμως δεν χρησιμοποιούνται ζωικά άλευρα, διότι προσφέρουν αμφισβητήσιμη ποιότητα ιχθυοτροφής και πιθανολογείται ότι είναι επιβλαβή για την υγεία του τελικού καταναλωτή – ανθρώπου.

Αναλυτικότερα, οι κυριότερες κατηγορίες πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγή ιχθυοτροφών είναι:

**1. Φυτικές ίνες και πράσινα φυτά:** Τα περισσότερα ψάρια έχουν δυσκολία στην πέψη των φυτικών ινών εκτός από ορισμένα φυτοφάγα. Ωστόσο οι φυτικές ίνες είναι απαραίτητες σε μικρά ποσοστά στον οργανισμό όλων των ιχθύων διότι διευκολύνουν τη χώνεψη. Έχει θεωρηθεί επομένως απαραίτητο να περιλαμβάνονται και φυτικές ίνες στο σιτηρέσιο των ψαριών, αλλά αποφεύγονται οι φρέσκιες, οι οποίες είναι δύσκολα αφομοιώσιμες από τα περισσότερα είδη.

**2. Συσκευασμένα συστατικά με φυτική βάση:** Πρόκειται για φυτικές ίνες που αντικαταστούν τις φρέσκιες. Έτσι τα εκτρεφόμενα είδη δε δυσκολεύονται να τις διασπάσουν. Ως συσκευασμένα συστατικά στις ιχθυοτροφές χρησιμοποιούνται κυρίως το φυτό Alfalfa, αραβόσιτο και άλλες φυτικές ίνες

**3. Ενεργειακές τροφές:** Είναι απαραίτητο κατά τον προγραμματισμό διατροφής των ιχθύων να υπολογίζονται οι τροφές υψηλής ενεργειακής αξίας. Η εκτροφή ιχθύων έχει ως σκοπό την όσο το δυνατό ταχύτερη ανάπτυξη των ψαριών, ώστε να διαθέτονται στην αγορά σε αφθονία. Έτσι, οι τροφές υψηλής ενέργειας, εκτός του ότι επιταχύνουν την ανάπτυξη των εκτρεφόμενων ειδών, αναβαθμίζουν την ποιότητά τους και βελτιώνουν την συνεκτικότητα της σάρκας τους. Είναι επομέ-

νως απαραίτητη η χρήση τους σε κάθε μονάδα ιχθυοκαλλιεργειών που είναι προσανατολισμένη στην παραγωγή.

**4. Πρόσθετα πρωτεΐνης:** Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, τα ψάρια έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε πρωτεΐνες, ωστόσο δεν τις απομειώνουν ικανοποιητικά όπως αυτές διαθέτονται στα ιχθυάλευρα και στα άλλα συστατικά των ιχθυοτροφών. Αυτός είναι ο λόγος που πλέον οι ιχθυοτροφές περιέχουν πρόσθετα πρωτεΐνης έτσι ώστε να καλύπτονται πλήρως οι ανάγκες των καλλιεργουμένων ειδών. Ως επιπλέον πηγή πρωτεΐνης, ευρεία χρήση έχει το σογιάλευρο, το οποίο περιέχει τις περισσότερες από τις απαραίτητες πρωτεΐνες για την ανάπτυξη των ιχθύων, το καλαμποκάλευρο, το φυσικάλευρο καθώς και αποβουτυρωμένο γάλα σε σκόνη.

**5. Μεταλλικά πρόσθετα:** Όπως και με τις πρωτεΐνες, έτσι και στα ιχθυοστοιχεία τα ψάρια έχουν μειωμένη ικανότητα χρήσης των ιχθυοστοιχείων. Έτσι παρέχονται ως πρόσθετα συστατικά της τροφής.

**6. Πρόσθετα βιταμινών:** Υπάρχει διαφορετικό υλικό για την παροχή κάθε βιταμίνης. Γενικά αναφέρουμε τη χρήση Alfalfa, φυτικών ινών, αραβοσίτου και φυσικάλευρου.

**7. Υπόλοιπα πρόσθετα:** Οι σύγχρονες ιχθυοτροφές περιέχουν και άλλα πρόσθετα, όπως αντιβιοτικά, ορμόνες, πρόσθετα γεύσης, χρωστικές ουσίες, ενισχυτικά γεύσης και οσμής, κ.λ.π.

Όλα αυτά τα επιπλέον συστατικά καθορίζονται από διατάξεις και νομοθεσίες σχετικά με το είδος τους και τα ποσοστά χρήσης τους.

Ειδικά η χρήση αντιβιοτικών διέπεται από αυστηρή νομοθεσία διότι κάποιες αντιβιοτικές ουσίες υποβαθμίζουν την ποιότητα του ψαριού και μπορεί να αποδειχτούν τοξικές ή επικίνδυνες για τον άνθρωπο – καταναλωτή. Τα υπόλοιπα πρόσθετα, όπως ενισχυτικά γεύσης κ.α., πρέπει να υφίστανται εξίσου αυστηρό έλεγχο διότι πολλά από αυτά ενοχοποιούνται ως καρκινογόνα.

## **2. ΦΡΕΣΚΟΤΗΤΑ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ**

Η φρεσκότητα των πρώτων υλών είναι ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας για την καλή ποιότητα της τροφής. Γι' αυτό το λόγο επιβάλλονται περιορισμοί στο χρόνο διατήρησης των συστατικών της τροφής και πρέπει να ασκείται αυστηρός έλεγχος στην τήρησή τους.

Οι πρώτες ύλες που παραλαμβάνονται από μία βιομηχανία επεξεργασίας τροφών πρέπει να έχουν παραμείνει όσο το δυνατό λιγότερο στους χώρους αποθήκευσης. Πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπ' όψη η ημερομηνία συσκευασίας τους, τόσο σε σχέση με την ημερομηνία παραλαβής των πρώτων υλών όσο και σε σχέση με την ημερομηνία λήξης τους, διότι μεγάλος χρόνος διατήρησης του προϊόντος συνεπάγεται συνήθως χρήση συντηρητικών, τα οποία συχνά είναι επιζήμια για την ποιότητα του προϊόντος.

## ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ

### 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες οι υδατοκαλλιέργειες έχουν ραγδαία ανάπτυξη. Η εμπειρία των παραγωγών σε συνδυασμό με την επιστημονική κατάρτιση έχουν συντελέσει στον συνεχώς αυξανόμενο αριθμό των παραγόμενων ψαριών.

Ένας βασικότατος παράγοντας που επηρεάζει την απόδοση μίας ιχθυοκαλλιέργειας είναι η τροφή. Τα ψάρια στις καλλιέργειες τρέφονται κυρίως με συνθετική τροφή. Εξετάσαμε ήδη τη βιοχημική σύσταση των συνθετικών τροφών καθώς και κάποια χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν οι πρώτες ύλες για την παρασκευή τροφής καλής ποιότητας. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε τη διαδικασία παραγωγής συνθετικών τροφών, τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία καθώς και το ρόλο που παίζει η αποθήκευση στην καλή ποιότητα των ιχθυοτροφών.

Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι, όπως και σε όλους τους βιομηχανικούς κλάδους, η ποιότητα, η αποτελεσματικότητα και η τεχνολογία παραγωγής ιχθυοτροφών εξελίσσεται χρόνο με το χρόνο. Αυτό οφείλεται τόσο στις έρευνες που διεξάγονται όσο και στην αυξανόμενη συμμετοχή εξειδικευμένων επιστημόνων.

### 2.ΕΙΔΗ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

Στην παραγωγή ιχθυοτροφών μικρής κλίμακας (λιγότερο από 30tn/έτος), οι μηχανισμοί παραγωγής τροφής χωρίζονται σε δύο τύπους, όπου ο ένας χρησιμεύει στη παραγωγή ξηράς τροφής και ο άλλος στην παραγωγή μη ξηράς τροφής.

Η ξηρά τροφή μπορεί να γίνει είτε από ξηρά συστατικά, είτε από την ξήρανση τροφής τα συστατικά της οποίας είναι υγρά ή προέρχονται από ανάμειξη υγρών και ξηρών συστατικών. Η ξηρά τροφή δεν είναι απολύτως απαλλαγμένη από την υγρασία αναλόγως δε με το περιβάλλον περιέχει υγρασία σε ποσοστό 7-13%.

Η μη ξηρά τροφή διακρίνεται σε νωπή και υγρή, αν και δεν είναι σαφώς οριοθετημένη η διαφορά τους. Η νωπή τροφή παρασκευάζεται από συστατικά τα οποία περιέχουν υψηλά ποσοστά υγρασίας, όπως ψάρια, υπολείμματα επεξεργασμένων ψαριών, μη αποξηραμένες ζωοτροφές κ.λπ. Τελικά η νωπή τροφή περιέχει 45-70% υγρασία.

Η υγρή τροφή παρασκευάζεται από ανάμειξη νωπών, υγρών και ημίξηρων συστατικών ή από αποξηραμένα συστατικά στα οποία έχει προστεθεί υγρασία. Συνήθως η υγρασία στις τροφές κυμαίνεται κατά μέσο όρο στο 18-45%. Δεν υπάρχει σαφής διαχωρισμός μεταξύ των νωπών τροφών και των τροφών στις οποίες έχει προστεθεί υγρασία.

Ειδικά για τα ψάρια ενυδρείου έχει σχεδιασθεί μία τρίτη κατηγορία τροφών γνωστή ως "τροφή - νιφάδα". Αυτός ο τύπος τροφής χρησιμοποιείται επίσης για ιχθύδια, για ψάρια στο προλαβρικό στάδιο και για γαρίδες.

Τα προϊόντα με πρόσθετη υγρασία μπορεί να αναμειγνύονται με τα υγρά συστατικά με απλό τρόπο και σ' αυτή την περίπτωση ονομάζονται πολτός ή χονδράλευρα. Σε περίπτωση που μορφοποιούνται σε συμπαγή σχήματα, είτε σκληρά είτε σχετικώς μαλακά, ονομάζονται **pellets** (σύμπηκτα). Κάποιες φορές τα pellets μεγάλου μεγέθους που χρησιμοποιούνται ως τροφή σε αγροτικά ζώα, ονομάζονται κύβοι, ωστόσο αυτός ο όρος δε χρησιμοποιείται συνήθως στις υδατοκαλλιέργειες, όπου τα pellets έχουν μάλλον μικρό μέγεθος.

Ανάλογα με την τεχνική η οποία εφαρμόζεται κατά την παρασκευή τους, τα pellets μπορεί να επιπλέουν στο νερό ή να βυθίζονται. Ο τύπος pellets που δεν επιπλέει συνήθως χωρίζεται σε κομμάτια μικρότερου μεγέθους τα οποία ονομάζονται θρύμματα ή κόκκοι και παρέχονται ως τροφή κυρίως σε μικρά ψάρια ή γαρίδες.

Οι μη νωπές τροφές, είτε είναι υγρές, είτε περιέχουν πρόσθετη υγρασία, δύνανται να επεξεργασθούν και με τη μέθοδο της εξώθησης. Οι τροφές που έχουν υποστεί επεξεργασία με τη μέθοδο αυτή έχουν μακρόστενο σχήμα. Το σχήμα τους οφείλεται στη μήτρα, ένα μηχανήμα με πολλές στενόμακρες οπές από το οποίο βγαίνει η τροφή με πίεση.

Οι τροφές που δεν είναι επεξεργασμένες με εξώθηση μπορεί να είναι είτε μεμονωμένα συστατικά χωρίς καθορισμένο σχήμα είτε μείγματα των συστατικών αυτών· ωστόσο συχνά τους δίνεται σχήμα κέικ, σβώλου ή πάστας με τη βοήθεια μηχανής ή με το χέρι.

Οι φυσικές συγκολλητικές ουσίες στην τροφή ή οι επιπρόσθετες συγκολλητικές ουσίες καθιστούν πιο εύκολο το σχηματισμό (φορμάρισμα) της τροφής. Συχνά οι τροφές με πρόσθετη υγρασία οι οποίες έχουν επεξεργασθεί με εξώθηση, σχηματοποιούνται σε κύβους με το χέρι πριν από το τάισμα.

Τα pellets που δημιουργούνται με εξώθηση (extrusion), σε περίπτωση που περιέχουν υγρασία δύνανται να ξηραθούν με μηχανήματα ή με έκθεση στον ήλιο, για να μετατραπούν σε ξηρά pellets που βυθίζονται. Επίσης μπορεί να ενυδατωθούν πριν τη χρήση τους ώστε να περιέλθουν σε ημι - υγρή κατάσταση.

Κατά την παραγωγή τροφής, ξηράς ή όχι, μπορεί να χρειασθεί η χρήση θερμότητας, αν και αυτό δεν είναι απαραίτητο. Τα συστατικά με πρόσθετη υγρασία συχνά αποστειρώνονται πριν από τη χρήση. Οι τροφές με πρόσθετη υγρασία οι οποίες όμως δεν έχουν υποστεί εξώθηση συχνά μαγειρεύονται ή βράζονται κατά τη διάρκεια της παρασκευής τους, ώστε να αυξηθεί η σταθερότητά τους στο νερό.

Τα ξηρά pellets συχνά κατά την παρασκευή τους περνούν από μία "ψυχρή" επεξεργασία ή η παραγωγή τους γίνεται με χρήση βρασμού.

### **3. ΤΥΠΟΙ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ - ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ**

Τα διάφορα είδη των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τροφής στις υδατοκαλλιέργειες φαίνονται συνοπτικά στον πίνακα 3.1. Ακολουθεί μία συνοπτική περιγραφή του κάθε τμήματος του εξοπλισμού.

(Σχήμα 3.1.) Τύποι εξοπλισμού για την παραγωγή διαφορετικών ειδών τροφής για υδατοκαλλιέργειες

	ΞΗΡΑ ΤΡΟΦΗ				ΜΗ ΞΗΡΑ ΤΡΟΦΗ		
	Πολτοποιημένο κρέας	Pellets που επιπλέουν	Pellets που βυθίζονται	Κόκκοι	Προϊόν εξώθησης	Πηκτά και σβόλοι	Άμορφα, χωρίς σχήμα
Μύλοι/αλεστές(ξηρά προϊόντα)	+	+	+	+	+	+	-
Μύλοι(υωπά προϊόντα	-	-	-	-	+	+	+
Αναμείκτες ξηρών προϊόντων	+	+	+	+	+	+	-
Αναμείκτες υγρών προϊόντων	-	-	-	-	+	+	?
Ανελκυστήρες	?	+	?	?	?	-	-
Μηχανήματα μεταφοράς	?	+	?	?	?	-	-
Πελλετοποιητές και μήτρες	-	-	+	+	-	-	-
Κρεατομηχανές εξώθησης και μήτρες, κουζίνες εξώθησης και μήτρες	-	+	-	-	-	-	-
Ψύκτες	-	+	+	+	?	-	-
Ψεκαστήρες λίπους και ελαίων	-	?	?	?	-	-	-
Κουζίνες	-	+	-	-	?	?	?
Συσκευές μαγειρέματος με ατμό	-	+	+	+	-	-	-
Καταψύκτες	-	-	-	-	?	?	?
Θρυμματιστές	-	-	-	+	-	-	-
Κόσκανα	-	+	+	+	-	-	-
Ραπτομηχανές για τους σάκκους	?	+	?	?	-	-	-
Ζυγαριές	+	+	+	+	+	+	+

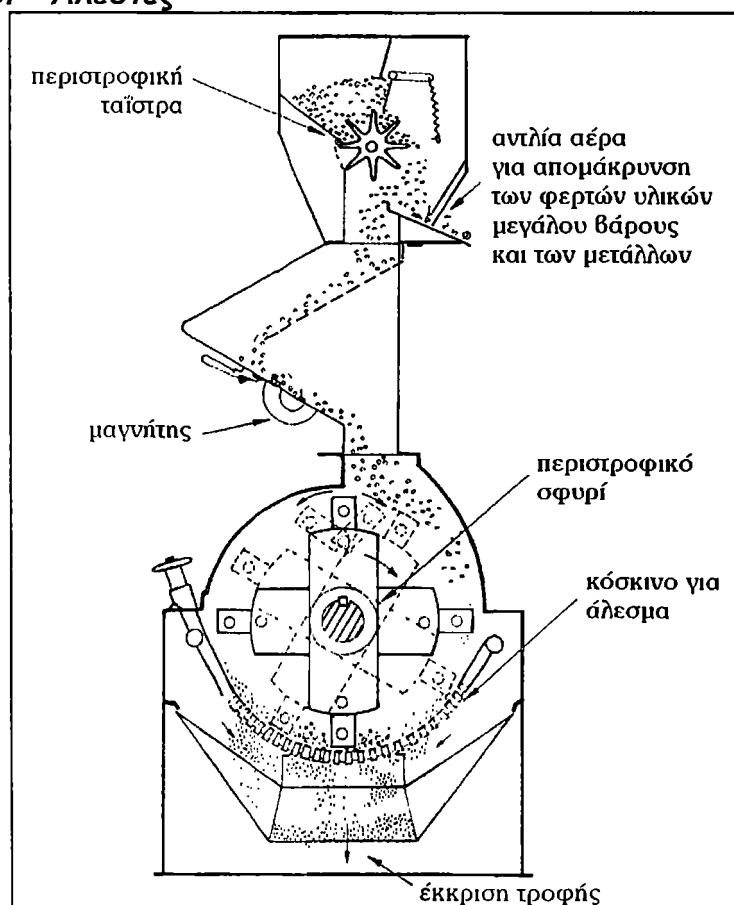


### A. Ζυγαριες

Οι ζυγαριές ακριβείας για το ζύγισμα των συστατικών της τροφής είναι απαραίτητο μέρος του εξοπλισμού όλων των εργοστασίων που ασχολούνται με την παραγωγή ιχθυοτροφών. Για μία παραγωγή σχετικά μικρής κλίμακας οι απλές ζυγαριές - πλατφόρμες είναι ικανοποιητικές. Ιδανικός τύπος ζυγαριάς είναι αυτός με ξεκάθαρες ενδείξεις (όχι ψηφιακές) διότι είναι ιδιαίτερα εύχρηστος και δύσκολα υφίσταται βλάβη. Ο παλαιότερος τύπος ζυγού με τη ράβδο - στη μία πλευρά της οποίας εφαρμόζονται διαδοχικώς βαρίδια μέχρι να εξισορροπήσει το προς μέτρηση βάρος της άλλης πλευράς - είναι σαφώς λιγότερο αξιόπιστος αλλά πολύ πιο οικονομικός.

Ιδιαίτερα ικανοποιητικές είναι οι ζυγαριές που δίνουν χωριστή ένδειξη για το απόβαρο. Σ' αυτόν τον τύπο ζυγαριάς ο δείκτης μπορεί να ρυθμισθεί στο μηδέν μετά την τοποθέτηση ενός άδειου κιβωτίου πάνω της, έτσι ώστε όταν επανατοποθετηθεί το κιβώτιο με το περιεχόμενο η ένδειξη θα αφορά στο καθαρό βάρος.

### B) Μύλοι – Αλεστές



(Σχήμα 3.2) Απεικόνιση της εγκάρσιας τομής του σφυρόμυλου

Οι μύλοι - αλεστές μειώνουν τον όγκο των συστατικών σε τέτοιο βαθμό ώστε να είναι δυνατή η ανάμειξή τους καθώς και οι υπόλοιπες διαδικασίες που προκύπτουν κατά την παραγωγή. Υπάρχουν πολλοί τύποι μύλων. Οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενοι είναι ο μύλος - τρίφτης ή πιατόμυλος και ο σφυρόμυλος.

- **Τρίφτης:** η λειτουργία του ουσιαστικά στηρίζεται στο διαμερισμό της τροφής ανάμεσα σε δύο δίσκους με ανώμαλη εσωτερική επιφάνεια. Ο ένας ή και οι δύο δίσκοι περιστρέφονται, έτσι ώστε η τροφή να κατακερματίζεται σε κόκκους με μικρό μέγεθος ώστε να είναι κατάλληλη για ιχθυοτροφές.

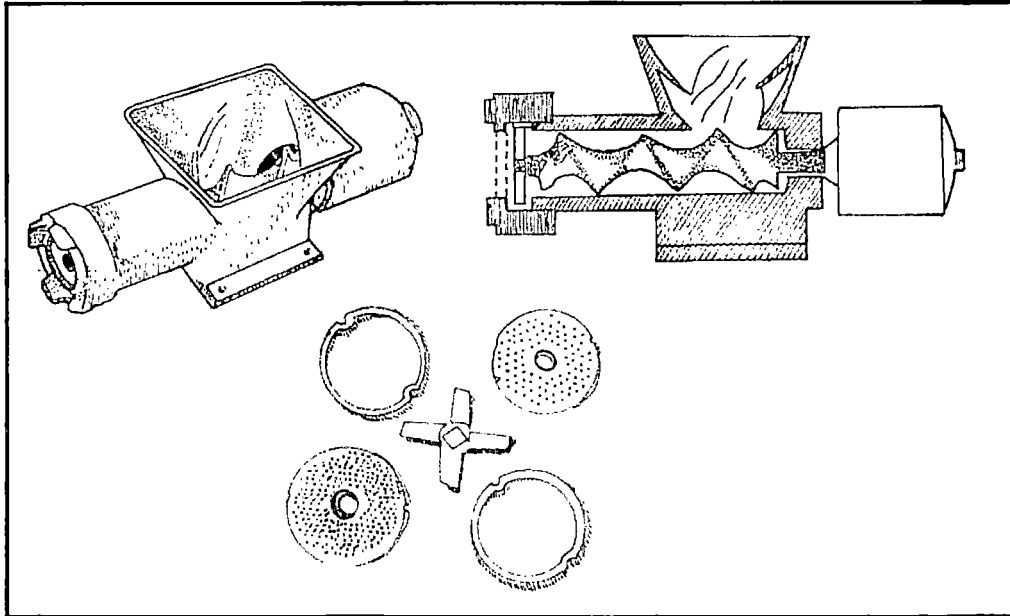
- **Σφυρόμυλος:** είναι ο τύπος μύλου που λειτουργεί με πρόσκρουση. Είναι αποτελεσματικός, εφ' όσον παράγει κόκκους σε ικανοποιητικό μέγεθος. Περιλαμβάνει ένα θάλαμο άλεσης μέσα στον οποίο υπάρχουν σειρές από σφυριά. Τα σφυριά αυτά βρίσκονται συνήθως αντικριστά και εφάπτονται σε δίσκους που είναι συνδεδεμένοι με ένα κεντρικό άξονα. Τα προς άλεση υλικά εισάγονται στο θάλαμο μέσα σε διάτρητο ατσάλινο κόσκινο και τα σφυριά κτυπούν τα υλικά θρυμματίζοντάς τα. Συχνά, για την καλύτερη ανάμειξη των υλικών, χρησιμοποιείται ανεμιστήρας ο οποίος τα μετακινεί από τον πυθμένα του κοσκίνου προς τα επάνω (σχήμα 3.2). Τα διάτρητα ατσάλινα κόσκινα μέσα στα οποία τοποθετούνται τα υλικά λέγονται μήτρες. Είναι διαθέσιμα με οπές διαφόρων μεγεθών αλλά η συνήθης διάμετρος είναι ~ 0,8mm.

Η παραγωγή (απόδοση) ενός μύλου εξαρτάται από την ιπποδύναμη του κινητήρα, από το είδος της τροφής που αλέθεται και από το μέγεθος των ματιών της μήτρας.

### **Γ. Αλεστές - κρεατομηχανές**

Κατά την παρασκευή νωπών προϊόντων ή προϊόντων με πρόσθετη υγρασία τα νωπά συστατικά πρέπει απαραίτητως να έχουν συγκεκριμένο μέγεθος κόκκου. Αυτό το μέγεθος επιτυγχάνεται με την άλεση των συστατικών από κρεατομηχανές. Αυτές οι κρεατομηχανές είναι πανομοιότυπες με τις οικιακές. Τα νωπά συστατικά κατευθύνονται προς ένα μακρόστενο μέταλλο με ελικοειδές σχήμα το οποίο κινείται με τη βοήθεια ηλεκτρικού κινητήρα. Η κίνηση αυτή του μετάλλου αναγκάζει την τροφή να κατευθύνεται προς ένα μαχαίρι το οποίο περιστρέφεται με φορά αντίθετη ως προς τον διάτρητο δίσκο (μήτρα) του αλεστή. Συχνά οι τροφές υφίστανται την ίδια διαδικασία δεύτερη φορά με μήτρα που έχει οπές μικρότερης διαμέτρου από την πρώτη.

Τελικά το προϊόν βγαίνει σε σχήμα μακαρονιού και πολύ μικρής διαμέτρου. Τα εξαρτήματα μίας τυπικής κρεατομηχανής απεικονίζονται στο σχήμα 3.3.



(Σχήμα 3.3)

Αυτοί οι τύποι αλεστών είναι διαθέσιμοι σε διάφορες χωρητικότητες, από τις μικρότερες των οικιακών κρεατομηχανών μέχρι τα επαγγελματικά μηχανήματα με απόδοση έως και πολλούς τόνους την ώρα. Πολλοί από τους μεγάλους αλεστές είναι ικανοί να λειώσουν οστά εξ ίσου καλά όσο και τη σάρκα ή ακόμη μεγάλα κομμάτια πάγου και ολόκληρα κατεψυγμένα ψάρια.

#### **Δ. Αναμικτήρες ξηρών προϊόντων (*dry mixers*)**

Το κλειδί για την παραγωγή ενός καλού προϊόντος είναι ένας αποτελεσματικός αναμικτήρας. Οποιοσδήποτε σχεδιασμός τροφής υψηλής ποιότητας στηρίζεται κατά μεγάλο ποσοστό στην κατάλληλη και ομοιόμορφη ανάμειξη των συστατικών.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι αναμικτήρων: ο κάθετος και ο οριζόντιος.

- Ο **κάθετος** (σχήμα 3.4): αποτελείται από μία ή περισσότερες κάθετες έλικες οι οποίες αναμειγνύουν τα συστατικά ενώ ταυτοχρόνως τα ωθούν προς την κορυφή του αναμικτή. Από εκεί πέφτουν με την βαρύτητα στον πυθμένα και η διαδικασία επαναλαμβάνεται.

- Ο **οριζόντιος** (σχήμα 3.5): αποτελείται από μεταλλικές κορδέλες (λάμες) σε σειρές οι οποίες ευρίσκονται πάνω σε ένα οριζόντιο μεταλλικό άξονα. Ο άξονας είναι τοποθετημένος σε μία κυλινδρική σκάφη χωρισμένη στα δύο. Οι λάμες μετακινούν τα υλικά κατά μήκος του άξονα ενώ περιστρέφονται αναμειγνύοντάς τα. Οι αναμείκτες αυ-

τού του τύπου συνήθως αποβάλλουν το υλικό - μετά την ανάμειξη - από τον πυθμένα.

Παρ' όλο που στα εργαστήρια παραγωγής ζωοτροφών είναι ευρέως διαδεδομένοι οι κάθετοι αναμικτήρες, ειδικά στην παραγωγή ιχθυοτροφών χρησιμοποιούνται κυρίως οι οριζόντιοι. Η προτίμηση αυτή οφείλεται στο ότι οι οριζόντιοι αναμείκτες είναι ιδιαίτερος αποτελεσματικοί στην ανάμειξη μικρών ποσοτήτων υγρών (όπως επιπρόσθετα λίπη) αλλά και στην ανάμειξη συστατικών που έχουν διαφορετικά μεγέθη μεταξύ τους.

Ένα άλλο είδος οριζόντιου αναμικτήρα έχει σειρές από λάμες που εκτελούν περιστροφική κίνηση, οι οποίες ευρίσκονται είτε μέσα σε μία κυλινδρική δεξαμενή είτε σε ένα οριζόντιο καλάθι. Η κίνηση γίνεται από κινητήρα ο οποίος ευρίσκεται πάνω από τη δεξαμενή ή δίπλα από το καλάθι αντιστοίχως.

Η λειτουργία του είναι παρόμοια με αυτή του κοινού οριζόντιου αναμείκτη αλλά είναι οικονομικότερος. Χρησιμοποιείται στις υδατοκαλλιέργειες των Ασιατικών χωρών. Αυτός ο τύπος αναμείκτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για υλικά που περιέχουν υγρασία.

### ***E. Αναμικτήρες νωπών υλικών (wet mixers)***

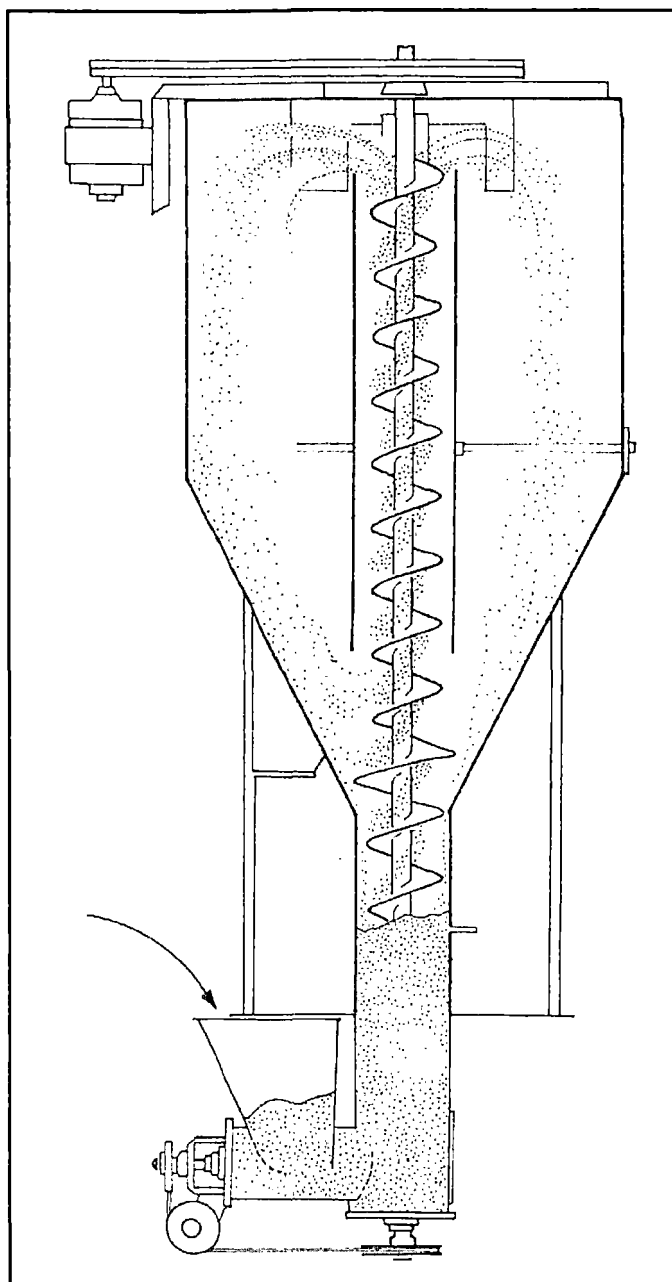
Οι κάθετοι αναμικτήρες είναι ακατάλληλοι για την ανάμειξη νωπών υλικών. Οι οριζόντιοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για τη μείξη νωπών υλικών αλλά εξ' αιτίας της πολύπλοκης δομής τους είναι δύσκολο να καθαριστούν μετά. Άλλωστε υπάρχει κίνδυνος όσον αφορά στα κολλοειδή συστατικά να κολλήσουν στις λάμες και τελικά να συσσωρευτούν στη μία άκρη του μηχανήματος.

Επομένως, ειδικά για την ανάμειξη νωπών συστατικών χρησιμοποιούνται αναμικτήρες απλοί, είτε κυκλικοί. Αυτού του τύπου οι αναμείκτες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και για την ανάμειξη νωπών συστατικών με ξηρά. Υπάρχουν διάφορα μεγέθη που μπορούν να αναμείξουν από μερικά κιλά έως και πολλούς τόνους.

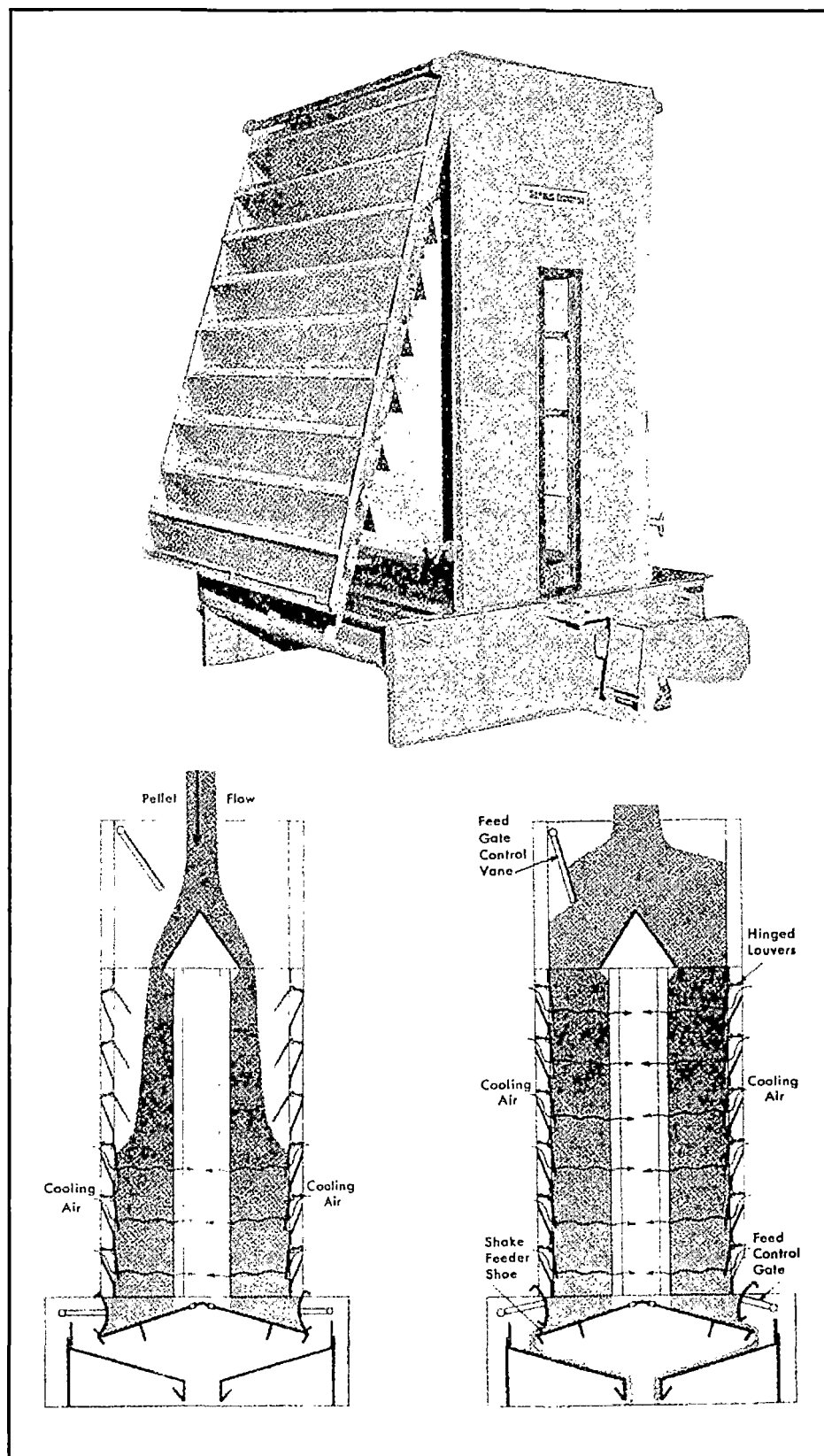
### **ΣΤ. Ανελκυστήρες και μεταφορικά μέσα**

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι, από πλευράς μηχανολογικού εξοπλισμού, για τη μεταφορά των προϊόντων από το ένα μέρος του εργοστασίου στο άλλο. Μερικά μηχανήματα είναι σχεδιασμένα για μεταφορά προϊόντων σε οριζόντιο επίπεδο, άλλα για μεταφορά σε κατακόρυφο, ενώ υπάρχουν και μηχανήματα που μεταφέρουν προϊόντα σε κεκλιμένο επίπεδο. Η επιλογή των μηχανημάτων μεταφοράς εξαρτάται από τη διάταξη των υπόλοιπων μηχανημάτων στο εργοστάσιο και απ' το πόσο σύγχρονος είναι γενικά ο εξοπλισμός.

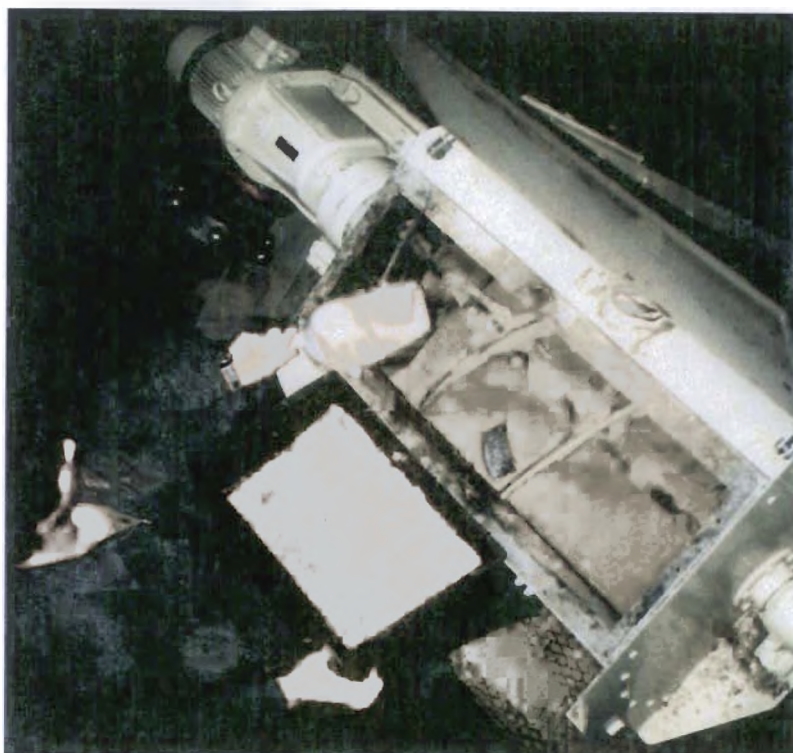
Γενικά τα εργοστάσια παραγωγής ζωοτροφών έχουν συνήθως τον πλέον σύγχρονο εξοπλισμό ώστε να μειωθεί ο αναγκαίος αριθμός εργατών και να αυξηθεί η απόδοση της παραγωγής. Ωστόσο στα εργοστάσια ιχθυοτροφών μικρής κλίμακας η μεταφορά των προϊόντων γίνεται χειροκίνητα.



(Σχήμα 3.4.1) Κάθετος αναμικτήρας



(Σχήμα 3.4.2) Κάθετος αναμικτήρας

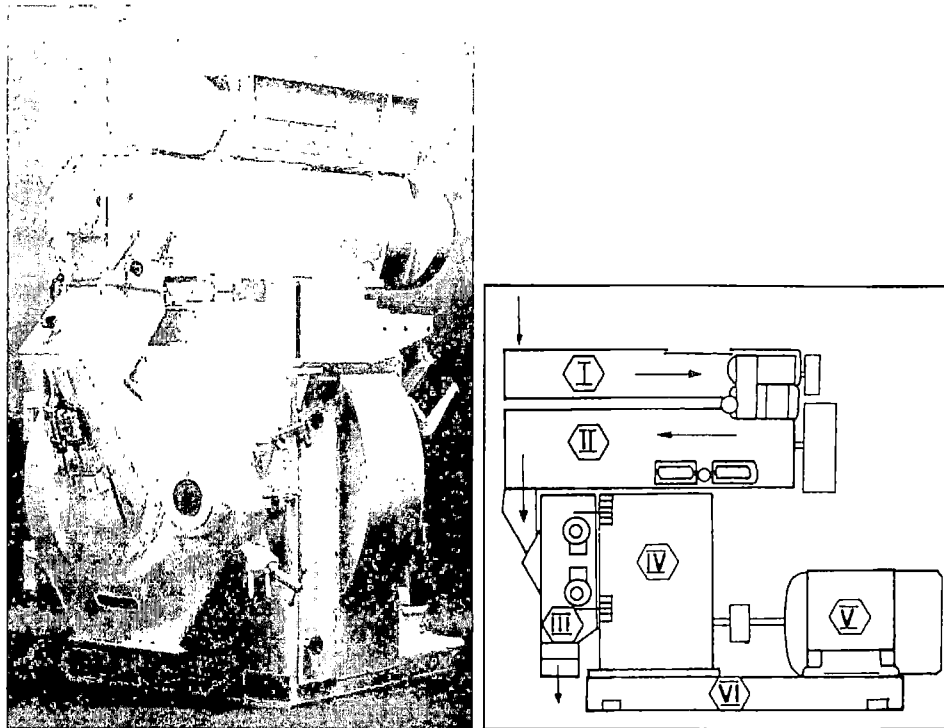


(Σχήμα 3.5) Οριζόντιος αναμικτήρας



(Σχήματα 3.6, 3.7)



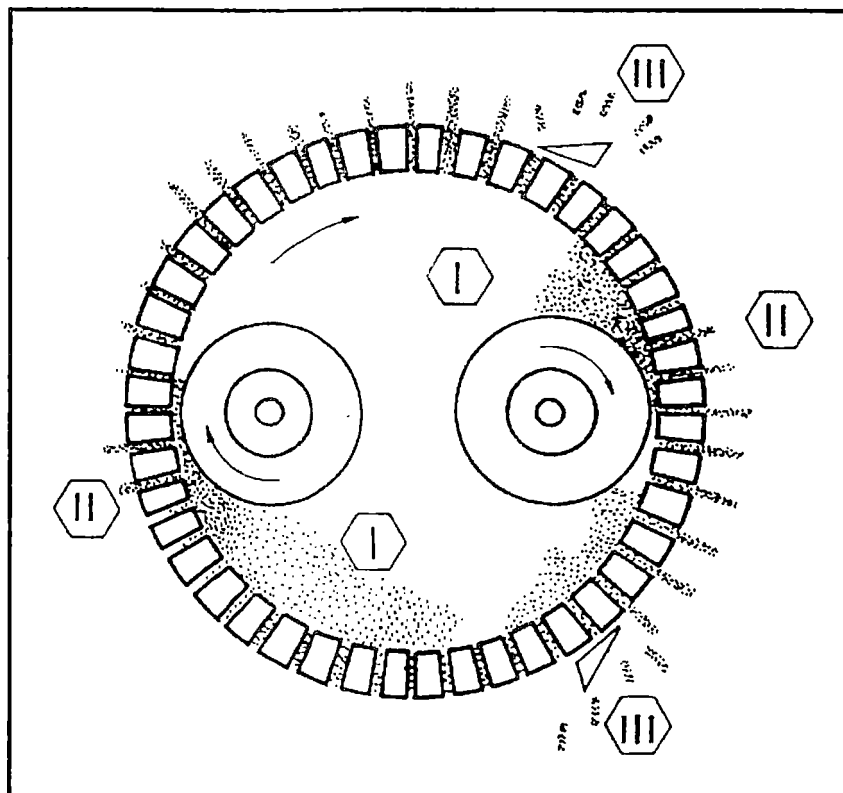


(Σχήμα 3.8)

#### 4. ΠΕΛΛΕΤΟΠΟΙΗΣΗ

Η μέθοδος της πελλετοποίησης συνίσταται στην συμπίεση υπό ατμό (υγρασία περίπου 16% και θερμοκρασία 70<sup>0</sup>-85<sup>0</sup> C) μίγματος ιχθυοτροφής δια μέσω θερμαινόμενων μεταλλικών πλακών για να σχηματιστούν τα pellets (σύμπηκτα). Τα pellets σχηματίζονται από μία άμορφη και μαλακή μάζα τροφής η οποία συμπιέζεται υπό ατμό ενώ εφαρμόζεται επάνω της η μήτρα. Οι τρύπες της μήτρας χρησιμεύουν ως καλούπι για τον σχηματισμό μακρόστενων τεμαχίων pellets τα οποία στη συνέχεια κόβονται σε κατάλληλο μέγεθος.

Η πελλετοποίηση περιλαμβάνει συνοπτικά τα παρακάτω στάδια (σχ 3.9):

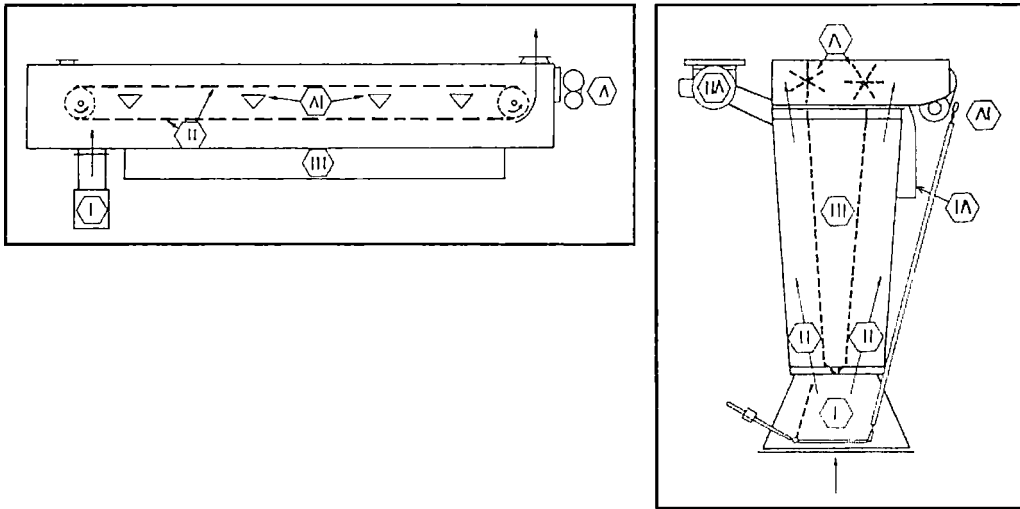


(Σχήμα 3.9) Τυπική μήτρα με κυλινδρική διάταξη για παραγωγή συμπαγών pellets

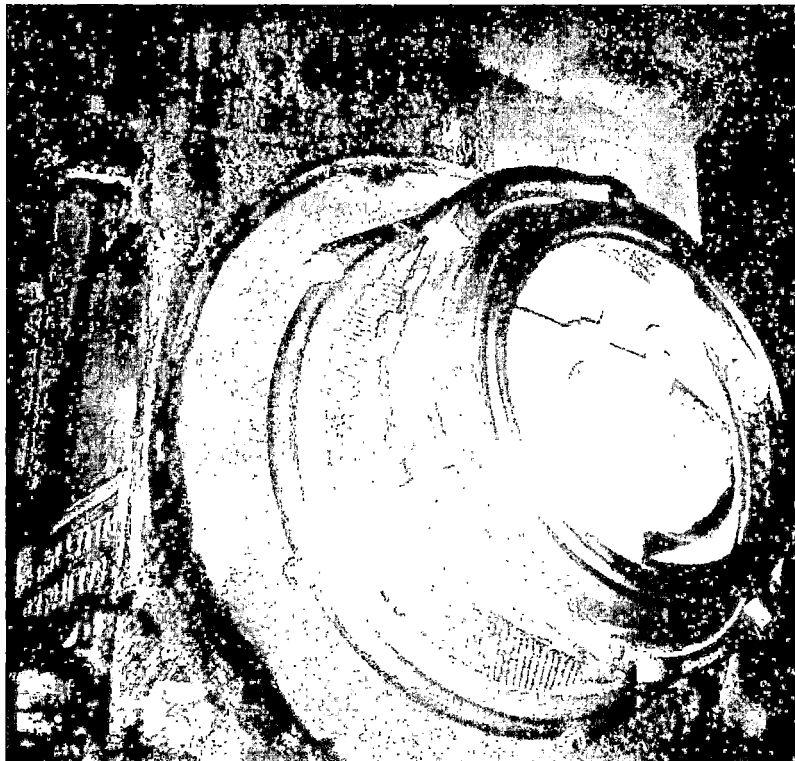
- I Υλικά που δεν έχουν πελλετοποιηθεί
- II Pellets που εξωθούνται απ' τις τρύπες της μήτρας
- III Μαχαίρια που κόβουν τα pellets

- Προσθήκη συγκολλητικών ουσιών (binders): βοηθάει στην ελάττωση της δημιουργίας σκόνης και αυξάνει την αντοχή των pellets. Οι κυριότεροι binders που χρησιμοποιούνται είναι ζελατινοποιημένο άμυλο, μπετονίτης, υποπροϊόντα λιγνίνης και αργινίνης και διάφορα άλλα υδροκολλοειδή. Η προσθήκη των binders γίνεται από μία κινητή μονάδα πάνω από τον pelleter (πελλετοποιητή).
- Ωρίμανση μίγματος (conditioning): γίνεται η προθέρμανση του προϊόντος σ' ένα μηχάνημα που λέγεται conditioner, από το οποίο η τροφή πέφτει στο κέντρο του πελλετοποιητή. Η προθέρμανση του προϊόντος επιτρέπει τη γρηγορότερη και αποτελεσματικότερη εισχώρηση του ατμού στο προϊόν ώστε να επιτευχθεί μερική ζελατινοποίηση του αμύλου. Αυτή η διαδικασία δίνει pellets που συγκολλούνται ευκολότερα με αποτέλεσμα να έχουν μεγαλύτερη σταθερότητα και υψηλότερη ποιότητα.
- Μήτρες πρέσας (dies) : ο pelleter περιλαμβάνει ρόδες και αλέτρια τα οποία πιέζουν τα υλικά ανάμεσα στις τρύπες της μήτρας. Συνήθως η μήτρα περιστρέφεται στην εξωτερική της πλευρά, ενώ κάποια σταθερά μαχαίρια κόβουν τα pellets σε ένα προκαθορισμένο μέγεθος.

(Σχήμα 3.11)



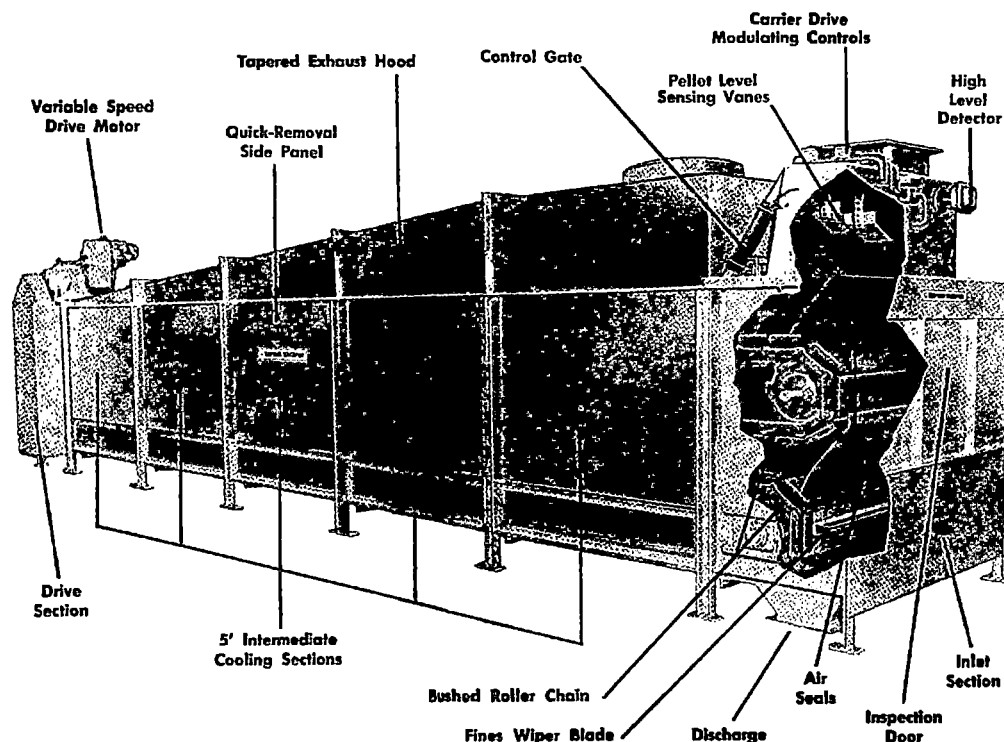
(Σχήμα 3.10)





(Σχήμα 3.12)

- Στέγνωμα των pellets (cooling drying) : συνίσταται στην ελάττωση της θερμοκρασίας της τροφής στα όρια της εξωτερικής θερμοκρασίας καθώς και της υγρασίας στο 10-12% ή λιγότερο. Η υγρασία πρέπει να απομακρύνεται για να αποφεύγονται τυχόν προβλήματα κατά την αποθήκευση. Αυτή η διαδικασία γίνεται με κάποιους ψύκτες (coolers), οι οποίοι μπορεί να είναι οριζόντιοι ή κάθετοι. Ένας κάθετος cooler φαίνεται στη φωτογραφία.



- Στον κάθετο τύπο cooler, τα pellets πέφτουν λόγω βαρύτητας στο θάλαμο του ψύκτη, όπου ένας ανεμιστήρας τους αφαιρεί θερμότητα και υγρασία, ενώ παράλληλα τους δίνει ώθηση ώστε να ξαναπέσουν και να επαναληφθεί η διαδικασία (σχ. 3.11).
- Στον οριζόντιο τύπο cooler (σχ. 3.12), τα pellets μεταφέρονται πάνω σ' ένα διάτρητο ατσάλινο δίκτυο ή σε μία κυλιόμενη λωρίδα κατά μήκος της οποίας περνά ρεύμα ψυχρού αέρα. Ο οριζόντιος cooler ενδείκνυται για την παρασκευή τροφών με υγρασία ή ξηρών pellets κολλώδους μορφής. Στους οριζόντιους cooler, η θερμότητα συχνά εφαρμόζεται υπό μορφή αέρα, ώστε να μειωθούν παράλληλα τα υψηλά επίπεδα υγρασίας των νωπών τροφών και να εξισωθούν με αυτά των ξηρών pellets.

Οι κατακόρυφοι cooler είναι οικονομικότεροι αλλά χρησιμοποιούνται συνήθως για μικρότερα μεγέθη pellets. Οι οριζόντιοι αντίθετα, αν και αρκετά ακριβότεροι, είναι ιδιαίτερα λειτουργικοί και δίνουν ικανοποιητική φυσική κατάσταση των pellets ανεξάρτητα από το μέγεθός τους. Επιπλέον έχουν μεγάλο εύρος χωρητικότητας.

## 5. ΕΞΩΘΗΣΗ (EXTRUSION)

Η μέθοδος της εξώθησης αποσκοπεί, όπως και η πελλετοποίηση, στη βελτίωση της συνεκτικότητας των pellets μέσα στο νερό.

Με την εξώθηση:

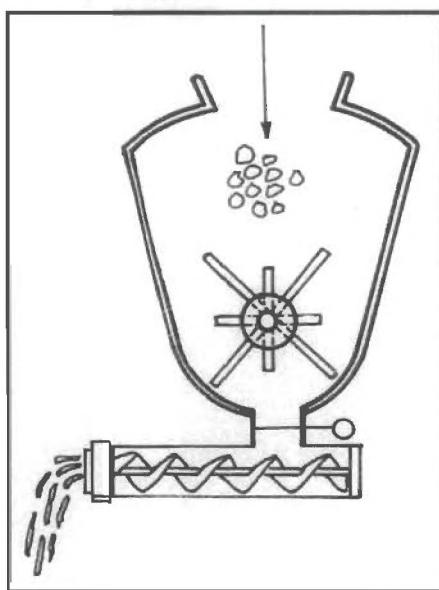
- Παρασκευάζονται pellets τα οποία αργούν να βυθιστούν στο νερό.
- Παρασκευάζονται ομοιόμορφα τελικά προϊόντα από ποικίλες και ανομοιογενείς μεταξύ τους πρώτες ύλες
- Το επεξεργασμένο μίγμα έχει υψηλή πεπτικότητα
- Ελαχιστοποιείται η παρουσία μικρών τεμαχιδίων ύλης και σκόνης

Η εξώθηση στηρίζεται στην αύξηση της υγρασίας του μείγματος από 16% σε 25 -30%. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την παρασκευή ενός προϊόντος με εξώθηση δεν διαφέρει σημαντικά από αυτόν της πελλετοποίησης και περιγράφεται παρακάτω:

α) Κρεατομηχανές: είναι μηχανήματα που εξωθούν τις μεικτές τροφές δίνοντάς τους σχήμα μακαρονιού. Ουσιαστικά είναι μηχανήματα παρόμοια με αυτά που χρησιμοποιούνται για το άλεσμα ή το ψιλοκόψιμο των νωπών συστατικών σε τροφές νωπές ή με επιπρόσθετη υγρασία. Η κρεατομηχανή αποτελείται από ένα κάθετο κωνικό στόμιο το οποίο είναι προσαρμοσμένο σ' ένα κύλινδρο. Το μίγμα των συστατικών, αφού έχει δεχτεί επιπλέον υγρασία (έως 25% - 30%) , εισάγεται στον κύλινδρο μέσω του στομίου, όπου συμπιέζεται και εκτονώνεται από ένα διάτρητο δίσκο στην άκρη του κυλίνδρου (μήτρα). Οι κρεατομηχανές κάνουν διπλή δουλειά, ετοιμάζουν τα νωπά συστατικά και εξωθούν το τελικό προϊόν (σχ 3.13).

Η μήτρα της κρεατομηχανής μπορεί να έχει σχεδιαστεί με οπές διαφόρων μεγεθών ώστε ο κατασκευαστής να έχει την επιλογή του πάχους του τελικού προϊόντος. Φυσικά μόνο ορισμένες πολύ ακριβές κρεατομηχανές μπορούν να κόψουν την τροφή σε προκαθορισμένο μήκος και πάλι όχι με μεγάλη ακρίβεια. Ούτως ή άλλως το προϊόν της εξώθησης σπάει πάντα σε μικρά κομματάκια, σε μέγεθος κατάλληλο για ιχθυοτροφή.

Στο σχήμα 3.14 φαίνεται ένας περισσότερο σύνθετος αναδευτήρας - κρεατομηχανή για νωπές τροφές ο οποίος μπορεί να βρισκεται στην ξηρά ή και πάνω σε βάρκα.



(Σχήματα 3.13, 3.14)

β) Συσκευές για μαγείρεμα προϊόντων εξώθησης: τα pellets, που εξωθούνται από τη μήτρα της κρεατομηχανής, ξηραίνονται σε θερμοκρασίες 110°C - 204°C για μικρό χρονικό διάστημα. Αυτή η διαδικασία του μαγειρέματος των εξωθούμενων προϊόντων προκαλεί πλαστικοποίηση του αμύλου σε υψηλά επίπεδα με αποτέλεσμα μια ικανοποιητική σταθερότητα της τροφής στο νερό.

Οι υψηλές θερμοκρασίες που εφαρμόζονται στο προϊόν κατά το μαγείρεμά του προκαλούν στις τροφές διόγκωση. Με τη μέθοδο extrusion παράγονται τεμάχια τροφής τα οποία έχουν την ικανότητα να επιπλέουν στο νερό (floating pellets) και να καθιζάνουν πολύ αργά. Αντίθετα, με την πελλετοποίηση παράγει συνεκτικά pellets τα οποία καθιζάνουν με μεγαλύτερη ταχύτητα (skinning pellets). Τα εξωθούμενα προϊόντα είναι υψηλής ποιότητας και ιδιαίτερα ευκολοχώνευτα. Κατά συνέπεια έχουν αυξημένο κόστος και τα μηχανήματα εξώθησης είναι ακριβά τόσο στην αγορά όσο και στη συντήρησή τους, γεγονός που τα καθιστά ασύμβατα με τον οικονομικό προγραμματισμό των εργοστασίων μικρού εύρους.

## **6. ΘΡΥΜΜΑΤΙΣΜΟΣ (CRUMBLING) ΚΑΙ ΚΟΣΚΙΝΙΣΜΑ ΤΩΝ PELLETS**

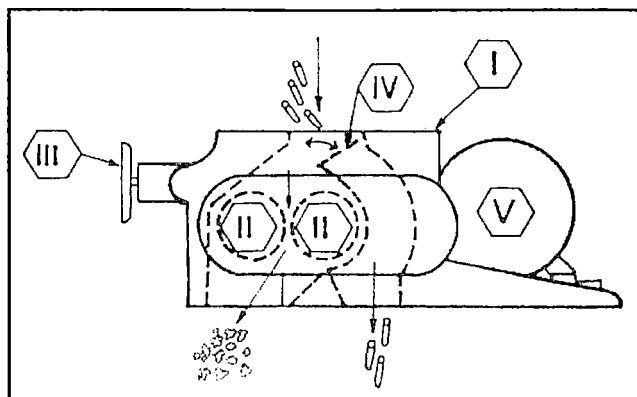
Για τη διατροφή των μικρών ιχθυδίων και λάβρων, οι ιχθυοτροφές θα πρέπει να αποτελούνται από τεμαχίδια μικρού μεγέθους (Crumbles ή granules). Αυτό επιτυγχάνεται με την θρυμματοποίηση των pellets με τη βοήθεια ειδικού σπαστήρα (crumbler)

Για καλή ποιότητα granule θα πρέπει να έχουμε pellets υψηλής ποιότητας. Συνήθως η γκράνουλα παράγεται από pellets με διάμετρο 3 - 5 mm, μέγεθος αρκετά μεγάλο ώστε η μηχανή πελλετοποίησης να έχει ικανοποιητική απόδοση, αλλά και αρκετά μικρό ώστε κατά την θρυμματοποίηση να μη δημιουργείται μεγάλη ποσότητα σκόνης. Σημαντικός παράγοντας για την καλή ποιότητα των granules είναι η ρύθμιση των κυλίνδρων του σπαστήρα σε τέτοια απόσταση ώστε να είναι ίση με τη διάμετρο των pellets που πρόκειται να σπαστούν. (σχ 3.15)

Είτε η θρυμματοποίηση κριθεί αναγκαία, είτε όχι, τα pellets περνούν οπωσδήποτε από κοσκίνισμα, ώστε το μέγεθος των pellets ή των τριμμάτων να είναι όσο το δυνατόν ομοιόμορφο. Το κόσκινο είναι ένας διαλογέας που λειτουργεί με ταλάντευση. Απομακρύνει τα μεγαλύτερα κομμάτια που δεν μπορούν να τεμαχισθούν ζημιώνοντας τη γεύση της τροφής και μειώνει τις μεγάλες ποσότητες σκόνης που δημιουργούνται κατά τον θρυμματισμό και υποβαθμίζουν την ποιότητα του νερού (σχήμα 3.16).

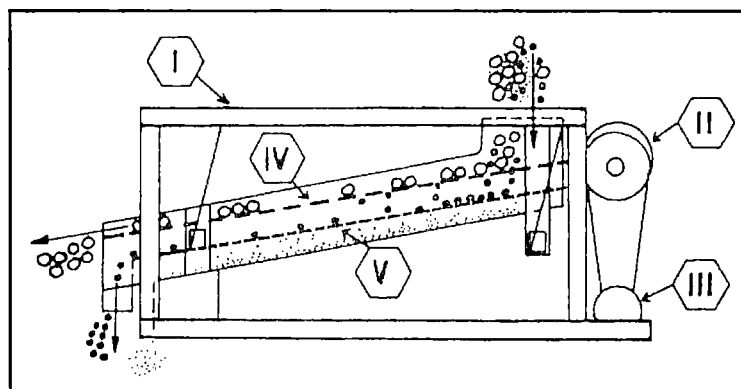


Με το κόσκινο εξασφαλίζεται προϊόν καλής ποιότητας και κατάλληλου μεγέθους.



- I. Εξωτερικό πλαίσιο
- II. Διορθωτικοί κύλινδροι
- III. Εξομάλυνση κυλίνδρων
- IV. By-pass βαλβίδα
- V. Μηχανή

Σχήμα 3.15: Θρυμματιστής (Crumbler)



- I. Πλαίσιο
- II. Οδηγός
- III. Μοτέρ
- IV. Πάνω κόσκινο
- V. Κάτω κόσκινο (με μικρές οπές)

Σχήμα 3.16: Κόσκινο (Sifter)

Στον παρακάτω πίνακα δίνεται ένα παράδειγμα μεγεθών ιχθυοτροφής σε granule και pellet που χρησιμοποιούνται στα διάφορα στάδια ανάπτυξης της πέστροφας.

ΤΥΠΟΣ ΨΑΡΙΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ / Kgr	ΤΥΠΟΣ ΤΡΟΦΗΣ	ΜΕΓΕΘΟΣ
Γόνος	3.200	Grannule	0,4 mm
Γόνος	2.000	Grannule	0,8 mm
Γόνος	800	Grannule ή pellet	1,5 mm
Γόνος	230	Grannule ή pellet	2,0 mm
Ιχθύδια	100	Pellet	2,0 mm
Ιχθύδια	50	Pellet	2,5 mm
Αναπτυσσόμενα	20	Pellet	3,5 mm
Αναπτυσσόμενα	8	Pellet	5,0 mm
Αναπτυσσόμενα	4	Pellet	6,5 mm
Γεννήτορες	-	Pellet	8,0 mm

## 7. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΛΙΠΟΥΣ ΚΑΙ ΕΛΑΙΩΝ

Μετά τη διαδικασία πελλετοποίησης ή εξώθησης προστίθενται στην τροφή λιπαρά. Αυτό γίνεται μετά την επεξεργασία των υλικών διότι οι τροφές είναι δύσκολο να πελλετοποιηθούν εάν έχουν υψηλά ποσοστά λίπους.

Για την προσθήκη των λιπαρών χρησιμοποιούνται μεγάλοι αναδευτήρες (mixer) οι οποίοι αναμειγνύουν την τροφή με τα λίπη. Αυτό γίνεται είτε αμέσως μετά την έξοδο των pellets από τη μίτρα όπου είναι ακόμα ζεστά, είτε αμέσως μετά τη διαλογή των pellets (κοσκίνισμα – ταξινόμηση) και των granules πριν την αποθήκευση και την ενσάκκιση.

## **ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ**

### **1. ΓΕΝΙΚΑ**

Στις εντατικές υδατοκαλλιέργειες ένα από τα σημαντικότερα μέρη του οικονομικού προϋπολογισμού τους αφορά στη διατροφή των καλλιεργούμενων ψαριών. Αντιπροσωπεύει το 30-40% των εξόδων μιας επιχείρησης ενώ παράλληλα από τη διατροφή καθορίζεται η παραγωγικότητα - κατά συνέπεια και τα έσοδα - μιας μονάδας.

Η παρασκευή ιχθυοτροφών υψηλής ποιότητας αντανakλά σε όλα τα στάδια επεξεργασίας των τροφών, ξεκινώντας από πρώτες ύλες που έχουν υποστεί αυστηρό ποιοτικό και υγιεινομικό έλεγχο και περιέχουν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά τα οποία είναι απαραίτητα για τη σωστή ανάπτυξη των ψαριών και καταλήγοντας στη σωστή αποθήκευση των ιχθυοτροφών.

### **2. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ - ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΟΥ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΠΡΟΚΥΨΟΥΝ**

Η σωστή αποθήκευση των ιχθυοτροφών μπορεί να ελέγξει σε μεγάλο βαθμό τις κυριότερες απώλειες των τροφών οι οποίες είναι:

- απώλειες σε ποιότητα
- απώλειες σε βάρος
- απώλειες από επιμόλυνση των τροφών.

Οι απώλειες αυτές προκαλούνται συνήθως από τη δραστηριότητα εντόμων, μικροοργανισμών και ζώων, από κακό χειρισμό καθώς και από φυσικές και χημικές αλλαγές. Τα αίτια αυτά σχετίζονται μεταξύ τους τόσο άμεσα όσο και έμμεσα. Η επίδραση της βιολογικής δραστηριότητας εντόμων, τρωκτικών και μυκήτων στις ιχθυοτροφές συνεπάγεται μείωση του αρχικού βάρους αλλά και υποβάθμιση της ποιότητας του προϊόντος. Αυτό ενέχει σοβαρό κίνδυνο για την υγεία των εκτρεφόμενων ειδών.

Η παρουσία και ανάπτυξη εντόμων στις ιχθυοτροφές εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες όπως

- η προέλευση των εντόμων
- η διαθέσιμη τροφή
- η θερμοκρασία
- η υγρασία
- ο αερισμός
- η κατάσταση της ιχθυοτροφής
- η παρουσία μικροοργανισμών και
- οι συνθήκες προστασίας των τροφών από τα τρωκτικά.

Συγκεκριμένα αναφέρουμε ότι η υγρασία στους χώρους αποθήκευσης δεν πρέπει να ξεπερνά το 16% αλλιώς επιδρά στους πόρους της τροφής καθιστώντας τους μαλακούς και ευπρόσβλητους. Αντίστοιχα η θερμοκρασία πρέπει να κυμαίνεται σε επίπεδα μικρότερα των 28<sup>0</sup> C, διότι η αυξημένη θερμοκρασία διαμορφώνει ιδανικό περιβάλλον για την ταχύτατη ανάπτυξη των εντόμων.

### **3. ΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ**

Ιδιαίτερη βαρύτητα πρέπει να δίνεται στη μόλυνση των ιχθυοτροφών από ευκαιριακούς παθογόνους μικροοργανισμούς κατά τη διάρκεια της αποθήκευσής τους. Μύκητες που μολύνουν τις τροφές κατ' αυτόν τον τρόπο αναπτύσσονται ιδιαίτερα γρήγορα σε συνθήκες 15-20% υγρασίας τροφής και 50-70% σχετικής υγρασίας περιβάλλοντος.

Οι πιο κοινοί μύκητες που προκαλούν καταστροφή των ιχθυοτροφών ανήκουν στα γένη *Aspergillus* και *Penicillium*. Οι μύκητες αυτοί αναπτύσσονται σε θερμοκρασία μέχρι 55<sup>0</sup> C και σε ελάχιστη σχετική υγρασία μέχρι 65%. Η καταστροφή των ιχθυοτροφών μεταφράζεται σε παραγωγή μυκοτοξινών, αύξηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας της τροφής και δημιουργία μούχλας.

Οι μυκοτοξίνες είναι τοξικές τόσο για τον άνθρωπο όσο και για τα ζώα. Οι αφλατοξίνες είναι μια ομάδα πολύ τοξικών και καρκινογόνων μεταβολιτών που παράγονται από τον μύκητα *Aspergillus flavus* και θεωρούνται από τις πιο σημαντικές μυκοτοξίνες που μολύνουν τις ιχθυοτροφές. Οι αφλατοξίνες ευθύνονται για αιμορραγικό σύνδρομο στα ψάρια που προσβάλλουν.

Η δημιουργία μούχλας στην τροφή προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας και της περιεχόμενης υγρασίας της. Το πρώτο είδος μύκητα που αναπτύσσεται είναι το *Aspergillus glaucus* και εμφανίζεται σε τροφή με υγρασία 14,5%. Κατόπιν αναπτύσσεται ένα δεύτερο είδος μύκητα το *Aspergillus candidus*. Στη συνέχεια αναπτύσσεται το πλέον βλαβερό είδος, το *Aspergillus glaucus*.

Η αλλοίωση της τροφής από μύκητες μακροσκοπικά γίνεται αντιληπτή από την παρουσία μικρών εξογκωμάτων, αλλαγή του φυσιολογικού χρώματος και εμφάνιση κηλίδων διαφόρων χρωμάτων. Οι χημικές αλλαγές αφορούν στην οσμή (μυρωδιά) και στην αλλοίωση της θρεπτικής αξίας.

#### **4. ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΤΩΝ ΛΙΠΩΝ**

Η κυριότερη μεταβολή που συμβαίνει στις αποθηκευμένες ιχθυοτροφές είναι η οξείδωση των λιπών (τάγγιση) τα οποία αποτελούν ιδανικό υπόστρωμα για τον πολλαπλασιασμό των εντόμων. Η οξείδωση των λιπών προκαλεί αύξηση των ελεύθερων λιπαρών οξέων με αποτέλεσμα τη δημιουργία δυσάρεστης οσμής στην τροφή.

Οι κυριότεροι παράγοντες που αυξάνουν το βαθμό οξείδωσης των λιπών στις αποθηκευμένες ιχθυοτροφές είναι:

- τα ένζυμα
- η αιματίνη
- τα υπεροξειδία, προϊόντα αυτοοξείδωσης των λιπών
- το φως
- η υψηλή θερμοκρασία
- ιχνοστοιχεία όπως σίδηρος, χαλκός, κοβάλτιο, ψευδάργυρος.

Η οξείδωση των λιπών παρεμποδίζεται με την προσθήκη ουσιών στις τροφές όπως ethoxyquin και butylated hydroxytoluene.

#### **5. ΣΩΣΤΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ - ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ**

Τα μέτρα που θα πρέπει να λαμβάνουν οι παραγωγοί κατά την αποθήκευση των ιχθυοτροφών για να ελέγξουν τυχόν απώλειες είναι:

- Πάνω σε κάθε σάκο με τροφή θα πρέπει να υπάρχει μία ετικέτα στην οποία θα αναφέρονται η ποιοτική και ποσοτική σύσταση της τροφής, το μέγεθος των κόκκων, η ημερομηνία παρασκευής, (η ημερομηνία λήξεως και οι ιδανικές συνθήκες φυλάξεως) και το είδος του ψαριού για το οποίο προορίζεται.

- Οι σάκοι με την τροφή θα πρέπει να έχουν το ίδιο βάρος. Το εξωτερικό κάλυμμα θα πρέπει να είναι στεγνό και χωρίς κηλίδες.

- Το διάστημα μεταξύ της ημερομηνίας παρασκευής της τροφής και της ημερομηνίας παραλαβής της από το ιχθυοτροφείο να είναι το δυνατόν μικρότερο.

- σωστή σε ποσότητα παραγγελία τροφής σημαίνει εξασφάλιση ορθολογικού σιτηρεσίου στα εκτρεφόμενα ψάρια καθ' όλο το διάστημα του κύκλου πάχυνσης.

Σωστή αποθήκευση τροφής συνεπάγεται τροφή υψηλής ποιότητας, επομένως και καλό προϊόν (προς διάθεση στην αγορά). Με τον τρόπον αυτό η επιχείρηση γίνεται όχι μόνο βιώσιμη αλλά και επικερδής.