

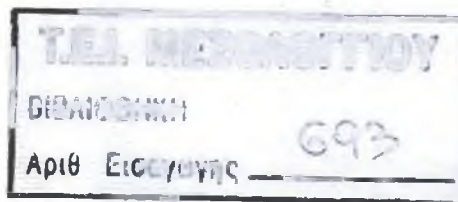
ΤΕΙ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ - ΑΛΙΕΙΑΣ

Πτυχιακή εργασία των σπουδαστών:
Μπάρα Ηλία & Τσιολίγκα Χρήστο

Θέμα

Σύγχρονη Τεχνολογία στην Παρασκευή
Ιχθυοτροφών.

Διατροφικές Απαιτήσεις των ψαριών.



Εισηγητής
Ν.Γ. Βλάχος

3

Μεσολόγγι 1999

Εγγραφέα

ο Εισπλητής



Ν. Γ. ΒΛΑΧΟΣ

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 13. 05. 1999

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

A. Διατροφή και διαιτητικές απαιτήσεις ψαριών	7
1. Ενέργεια-Παράγοντες που επηρεάζουν τις ενεργειακές ανάγκες	7
α) Θερμοκρασία	8
β) Ροή νερού	9
γ) Μέγεθος σώματος	9
δ) Άλλοι παράγοντες	9
2. Πρωτεΐνες	9
3. Υδατάνθρακες	13
4. Λιπαρές ουσίες	14
5. Βιταμίνες	17
6. Ανόργανα συστατικά	21
B. Πρώτες ύλες ιχθυοτροφών	25
1. Ζωϊκά υποπροϊόντα	25
2. Φυτικά υποπροϊόντα	28
3. Μικροβιακές πρωτεΐνες	32
4. Αποτελέσματα της κατεργασίας στην οποία υποβάλλονται ορισμένα υποπροϊόντα	33
5. Τοξίνες που μπορούν να περιέχονται σε υποπροϊόντα	34
– Εντομοκτόνα και χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες	
– Salmonella	
– Αναστολείς πεπτικών ενζύμων	
6. Άλλα πρόσθετα ιχθυοτροφών	36
– Αντιοξειδωτικά	
– Ζωϊκά λίπη	
– Συγκολλητικές ύλες	
7. Προβλήματα αποθήκευσης υποπροϊόντων και ιχθυοτροφών	37
– Έντομα	
– Μικροοργανισμοί	
– Χημικές αλλοιώσεις	
Γ. Σύγχρονη τεχνολογία στην παρασκευή ιχθυοτροφών	39
– Πελλετοποίηση	
– Πλήρης εξώθηση	

Βιβλιογραφία.....	52
--------------------------	-----------

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ιχθυοκαλλιέργειες είναι σχετικά καινούργια δραστηριότητα στον Ελληνικό χώρο. Ο δυναμικός αυτός κλάδος του πρωτογενή τομέα της ελληνικής οικονομίας ουσιαστικά έχει την αφετηρία του στις αρχές της δεκαετίας του '80 και αναπτύχθηκε με πραγματικά εκπληκτικούς ρυθμούς.

Είναι ιδιαίτερα θετικό ότι η Ελλάδα σήμερα βρίσκεται στην πρώτη θέση στην Ευρώπη στην παραγωγή λαβρακιού και τσιπούρας όπως και γόνου αυτών.

Οι σημαντικές επιτυχίες των ελληνικών επιχειρήσεων ιχθυοκαλλιέργειες προσελκύουν το ενδιαφέρον και ξένων επενδυτών.

Όπως είναι φυσικό ένα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζει από το ξεκίνημά του ο κλάδος της ιχθυοκαλλιέργειας, είναι η σωστή αποδοτική και επιστημονική διατροφή των εκτρεφόμενων ψαριών.

Πράγματι οι επιχειρήσεις του τομέα αυτού για να βρίσκονται πάντα σε επιθετική δραστηριότητα στην αγορά, πρέπει να έχουν σαν μόνιμη επιδίωξη από τη μία τη σταθερή καλή τελική ποιότητα και από την άλλη τη συνεχή βελτίωση του κόστους παραγωγής.

Για τη συνέχιση αλλά και διατήρηση της εκπληκτικής πράγματι ανάπτυξης των ιχθυοκαλλιεργειών στην Ελλάδα, είναι αναγκαία και η παράλληλη ανάπτυξη της παραγωγής ιχθυοτροφών στη χώρα μας. Η ανάπτυξη αυτή θα έχει σημαντικές ευεργετικές επιδράσεις οικονομικού χαρακτήρα στην εξέλιξη του πρωτογενούς αυτού τομέα.

Έτσι με την κατάλληλη ποιότητα της τροφής και τη νέα προηγμένη τεχνολογική επεξεργασία, εξασφαλίζονται τα καλύτερα οικονομικά αποτελέσματα για τους ιχθυοπαραγωγούς.

Επίσης η εκδήλωση ασθενειών αποτελεί ένα σημαντικό ανασταλτικό παράγοντα στις ελληνικές υδατοκαλλιέργειες. Η εμφάνισή τους είναι όλο και πιο συχνή κατά τα τελευταία χρόνια λόγω της εντατικοποίησης της παραγωγής. Η σωστή και ταχεία διάγνωση με τη χρήση διαφορετικών εργαστηριακών μεθόδων είναι το πρώτο βήμα για τη σωστή αντιμετώπισή τους.

Τέλος μία συστηματική περιγραφή των περιστατικών που εμφανίστηκαν κατά το τελευταίο χρονικό διάστημα, των υπεύθυνων παθογόνων οργανισμών και των ιστοπαθολογικών αλλοιώσεων που προκαλούνται στα ψάρια όπως επίσης η σωστή αποδοτική και επιστημονική διατροφή των εκτρεφόμενων ψαριών, η ανάπτυξη της παραγωγής ιχθυοτροφών στη χώρα μας, η νομοθεσία που διέπει την παραγωγή και διάθεση ιχθυοτροφών και η κτηνιατρική νομοθεσία, αποτελεί το θέμα της εργασίας αυτής.

Α. ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΨΑΡΙΩΝ

Η διατροφή των ψαριών ξεκίνησε εμπειρικά με νωπά αλιεύματα χαμηλού κόστους ή άλλα φτηνά προϊόντα.

Αργότερα όμως δόθηκε επιστημονική βάση και άρχισαν να μελετώνται οι διαιτητικές απαιτήσεις των ψαριών που προορίζονταν για καλλιέργεια.

Σκοπός της έρευνας είναι να βρεθούν ποια διαιτητικά στοιχεία είναι απαραίτητα να υπάρχουν στις τροφές για τη διαβίωση των ψαριών καθώς και σε ποια ποσοστά θα πρέπει να υπάρχουν έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ταχύτερη ανάπτυξή τους.

Τα κυριότερα συστατικά που πρέπει να υπάρχουν στις ιχθυοτροφές και που προσδιορίζουν την επιτυχία ενός σιτηρεσίου είναι οι πρωτεΐνες και τα αμινοξέα, τα λίπη και τα λιπαρά οξέα, οι υδατάνθρακες, οι βιταμίνες και τα ιχνοστοιχεία.

1. ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Οι ενεργειακές ανάγκες των ψαριών καλύπτονται από τις πρωτεΐνες, τα λίπη και τους υδατάνθρακες. Η ενέργεια αποθηκεύεται στη χημική δομή των πολύπλοκων αυτών μορίων και κατά την οξείδωση απελευθερώνεται ενέργεια που είναι διαθέσιμη να παράγει έργο.

Θα πρέπει όμως πρώτα να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες για συντήρηση και βασική δραστηριότητα πριν αποδοθεί ενέργεια.

Η αποδοτικότητα της πέψης των ψαριών μειώνεται καθώς αυξάνεται η ποσότητα της τροφής. Γι' αυτό το πρόβλημα βρίσκεται στην εύρεση του τροφικού επιπέδου όπου η αυξημένη αποδοτικότητα της ενεργειακής χρησιμοποίησης σε ψηλό ρυθμό διατροφής, ισοσταθμίζεται με τη χαμηλότερη αποδοτικότητα της πέψης στους ψηλότερους ρυθμούς διατροφής.

Ο βασικός μεταβολισμός στα ψάρια είναι σχετικά σταθερός κάτω από σταθερές περιβαλλοντικές συνθήκες και μπορεί να μεταβληθεί εκτός των άλλων παραγόντων κυρίως από την αλλαγή της θερμοκρασίας και το μέγεθος του ψαριού.

Η ενέργεια που δαπανάται για εθελοντική κίνηση συνήθως αυξάνει με αύξηση του επιπέδου διατροφής. Τα πεινασμένα ψάρια είναι λιγότερο ενεργητικά απ' ό,τι τα καλοταϊσμένα.

Η θερμότητα από τον μεταβολισμό της τροφής είναι ανάλογη με το επίπεδο διατροφής.

Ο μεταβολισμός της ενέργειας στα ψάρια είναι παρόμοιος με αυτόν στα θηλαστικά και τα πτηνά με δύο σημαντικές διαφορές.

α) Τα ψάρια δεν ξοδεύουν ενέργεια για να συντηρήσουν τη θερμοκρασία του σώματός τους όταν αυτή διαφέρει από αυτήν του περιβάλλοντος.

β) Η απέκκριση του αζώτου απαιτεί λιγότερη ενέργεια στα ψάρια μιας και εκκρίνουν αμμωνία σε σχέση με τα θηλαστικά που απεκκρίνουν ουρία ή τα πτηνά που απεκκρίνουν ουρικό οξύ.

Υπάρχουν μεγάλες διαφορές στην ικανότητα των διαφόρων ειδών ψαριών να πέπτουν τις διάφορες τροφές γιατί ποικίλλουν από αυστηρά φυτοφάγα είδη σε παμφάγα και σαρκοφάγα.

Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι οι ενεργειακές ανάγκες για συντήρηση και κίνηση θα πρέπει να ικανοποιηθούν ώστε να υπάρξει ενέργεια διαθέσιμη για αύξηση.

Κατά τη διάρκεια χαμηλής πρόσληψης της τροφής καταναλώνονται λίπη και πρωτεΐνες από το σώμα του ψαριού για να παραχθεί ενέργεια συντήρησης και το ψάρι χάνει βάρος.

Παράγοντες που επηρεάζουν τις ενεργειακές ανάγκες

Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που μπορούν να μεταβάλλουν τις ενεργειακές απαιτήσεις των ψαριών. Ο ρυθμός διατροφής θα πρέπει να ρυθμιστεί σύμφωνα με αυτούς τους παράγοντες και να αποφευχθεί κατάχρηση της τροφής αλλά επιπλέον να παρέχουν επαρκή ενέργεια για άριστη αύξηση.

α. Θερμοκρασία

Καθώς η περιβαλλοντική θερμοκρασία πέφτει τα ομοιόθερμα ζώα πρέπει να αυξήσουν το μεταβολικό τάχος για να αντισταθμίσουν τις επιπλέον θερμικές απώλειες και να διατηρήσουν σταθερή θερμοκρασία σώματος. Τα περισσότερα ψάρια του γλυκού νερού δεν προσπαθούν να συντηρήσουν μία θερμοκρασία σώματος που να είναι διαφορετική από αυτήν του περιβάλλοντος. Καθώς μειώνεται η θερμοκρασία του νερού μειώνεται και η θερμοκρασία σώματος καθώς και το μετα-

βολικό τάχος. Το χαμηλό μεταβολικό τάχος σε χαμηλές θερμοκρασίες επιτρέπει στα ψάρια να επιζήσουν κάτω από τον πάγο όπου η τροφή είναι ελάχιστη.

Υπάρχουν σημαντικές διαφορές των μεταβολικών προσαρμογών στις περιβαλλοντικές αλλαγές ανάμεσα στα διάφορα είδη ψαριών.

β. Ροή νερού

Η ενέργεια που χρησιμοποιείται για φυσική δραστηριότητα δεν διατίθεται για αύξηση. Τα ψάρια που αναγκάζονται να κολυμπήσουν σε δυνατό ρεύμα νερού καταναλώνουν ενέργεια που αλλιώς θα χρησιμοποιούσαν για ανάπτυξη. Βέβαια θα πρέπει να αποφεύγεται το στάσιμο νερό γιατί δημιουργεί διαστρωμάτωση και επιτρέπει την κατανάλωση των περιττωμάτων.

γ. Μέγεθος σώματος

Τα μικρά ζώα παράγουν περισσότερη θερμότητα ανά μονάδα βάρους απ' ό,τι τα μεγάλα ζώα. Τα μικρά ψάρια θα πρέπει να τρέφονται με μεγαλύτερο ποσοστό του σωματικού τους βάρους απ' ό,τι τα μεγάλα. Στα θηλαστικά, το μεταβολικό τάχος είναι ανάλογο των $3/4$ του σωματικού τους βάρους ($B^{0.75}$). Ο εκθέτης που ταιριάζει στα ψάρια είναι από $0.34-1.0$ (Winberg, 1956). Ειδικά για την πέστροφα, άτομα βάρους $1-4$ γραμ. έχουν μεταβολικό τάχος ανάλογο του $B^{1.0}$ ενώ από 4 έως 50 γραμ. έχουν μεταβολικό τάχος ανάλογο με το $B^{0.63}$ (Smith, 1971).

δ. Άλλοι παράγοντες

Πολλοί άλλοι παράγοντες επηρεάζουν τις ενεργειακές απαιτήσεις των ψαριών. Οτιδήποτε προκαλεί δυσχέρειες στη διαβίωση των ψαριών αυξάνει τη φυσική δραστηριότητα και μειώνει την αύξηση. Μερικοί από αυτούς είναι η υψηλή ιχθυοφόρτιση, το χαμηλό οξυγόνο και η κατανάλωση των απορριμμάτων.

2. ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ

Στη φύση, τα σαρκοφάγα ψάρια καταναλώνουν τροφές που περιέχουν περίπου 50% πρωτεΐνη. Έχουν όμως ένα ικανότατο σύστημα

αποβολής του καταβολιζόμενου αζώτου από τις πρωτεΐνες που χρησιμοποιούνται για ενέργεια, και έτσι τροφές με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη δεν είναι βλαβερές (Smith, 1971). Οι πρωτεΐνες είναι συχνά η πιο ακριβή πηγή ενέργειας γι' αυτό στις εμπορικές τροφές πρέπει να βρίσκονται στο ελάχιστο δυνατό ποσοστό για να υπάρχει καλή αύξηση και μετατρεψιμότητα της τροφής. Οι πρωτεΐνες έχουν μεταβολίσιμη ενέργεια στα ψάρια περίπου 4.5 kcal/γρ. που είναι υψηλότερη από αυτή στα θηλαστικά και τα πουλιά (Smith, 1971) και αυτό οφείλεται κύρια στο χαμηλό ενεργειακό κόστος αποβολής του καταβολιζόμενου αζώτου.

Για τη σύνθεση των πρωτεϊνών, που αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του ζωϊκού οργανισμού, χρησιμοποιούνται μέχρι και 20 αμινοξέα. Για το λόγο αυτό απαιτείται συνεχής εφοδιασμός του οργανισμού σ' αυτά για να καλυφθούν ανάγκες συντήρησης, ανάπτυξης και αναπαραγωγής. Ανεπαρκής εφοδιασμός του οργανισμού σε πρωτεΐνη έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση ή και την αναστολή της ανάπτυξης, ή την απώλεια βάρους η οποία οφείλεται στη μετακίνηση και χρησιμοποίηση της πρωτεΐνης ιστών μικροτέρας ζωτικής σημασίας για διατήρηση της λειτουργίας ιστών μεγαλύτερης ζωτικής σημασίας. Αν χορηγηθεί υπερβολική ποσότητα πρωτεΐνης, ένα μέρος θα χρησιμοποιηθεί για σύνθεση νέων ιστών, ενώ το υπόλοιπο θα μετατραπεί σε ενέργεια (NRC, 1983).

Η τσιπούρα και το λαβράκι, όπως άλλα ψάρια, δεν έχουν κάποιες συγκεκριμένες ανάγκες σε πρωτεΐνες αλλά χρειάζονται κάποια αναλογία απαραίτητων και μη αμινοξέων. Μελέτες, επί των αναγκών σε πρωτεΐνες, έχουν γίνει σε νεαρά, ταχέως αναπτυσσόμενα ιχθύδια εκτρεφόμενά σε εργαστηριακές δεξαμενές κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες με χρησιμοποίηση πρακτικών ή καθαρά ημισυνθετικών σιτηρεσίων. (Η ελάχιστη ποσότητα διαιτητικής πρωτεΐνης που απαιτείται για μέγιστο ρυθμό ανάπτυξης θαλασσίων ειδών ψαριών παρουσιάζεται στον **Πίνακα 1**).

Οι ανάγκες των ψαριών σε πρωτεΐνες ποικίλουν ανάλογα με το είδος και το μέγεθος του ψαριού, τη θερμοκρασία του νερού, την αλμυρότητα, την ποιότητα της πρωτεΐνης, την ενέργεια των ελευθέρων αζώτου εκχυλισματικών ουσιών, την κατανάλωση της τροφής, την πυκνότητα εκτροφής και τη διαθεσιμότητα φυσικών τροφών (NRC, 1983).

Πίνακας 1. Ανάγκες μερικών θαλασσίων ψαριών σε ολικές πρωτεΐνες.

Είδος ψαριού	Ανάγκες σε πρωτεΐνη (%)	Βιβλιογραφική πηγή
Τσιπούρα	40	Sabaut and Luquet (1973)
Κόκκινη τσιπούρα	55	Yone (1976)
Ροφός	40-50	Teng et al. (1978)
Ασιατικό λαβράκι	40-45	Boonyaratpalin (1991)
Χάνος	40	Lim et al. (1979)
Κοκκινόψαρο	35-45	Gatlin (1995)
Σολομός Ατλαντικού	45-4	NPC (1993)

Πίνακας 2. Ανάγκες μερικών θαλασσίων ψαριών σε ολικές πρωτεΐνες.

Αμινοξύ	Πρωτεΐνη	Ανάγκες σε πρωτεΐνη (%)	% του σιτηρεσίου
Αργινίνη	34	5.0	1.7
Λυσίνη	34	5.0	1.7
Μεθειονίνη+Κυστεΐνη	34	4.0	1.4
Τρυπτοφάνη	34	0.6	0.2

Οι ποσοτικές ανάγκες αρκετών ειδών ψαριών στα 10 απαραίτητα αμινοξέα (αργινίνη, ιστιδίνη, ισολευκίνη, λευκίνη, λυσίνη, μεθειονίνη, φαινυλαλανίνη, θρεονίνη, τρυπτοφάνη και βαλίνη) έχουν ήδη προσδιοριστεί. Οι ανάγκες σε αμινοξέα για τα έξι σπουδαιότερα, από εμπορικής πλευράς, ψάρια που είναι το γατόψαρο, ο κυπρίνος, το ιαπωνικό χέλι, η τιλάπια και ο σολομός (chinook και chum) έχουν γίνει αποδεκτές (NRC, 1993). Για ιχθύδια τσιπούρας έχουν προσδιοριστεί οι ανάγκες μόνο σε τέσσερα απαραίτητα αμινοξέα: αργινίνη, λυσίνη, μεθειονίνη + κυστεΐνη και τρυπτοφάνη (Πίνακας 2). Δεν υπάρχουν όμως διαθέσιμα στοιχεία για τις ανάγκες του λαβρακιού σε απαραίτητα αμινοξέα. Μπορούμε όμως να δεχθούμε ότι οι ανάγκες της τσιπούρας και του λαβρακιού στα 10 απαραίτητα αμινοξέα είναι παραπλήσιες με εκείνες άλλων ψαριών που έχουν ανά-

λογες διαιτητικές συνήθειες και οικολογικές απαιτήσεις και των οποίων οι ανάγκες έχουν μελετηθεί.

Τα μη απαραίτητα αμινοξέα μπορούν να συντεθούν σε επαρκείς ποσότητες από τα ψάρια, αλλά η παρουσία τους στο σιτηρέσιο είναι σημαντική γιατί μειώνει την ανάγκη σύνθεσής των και μερικά εξ αυτών μπορούν να αντικαταστήσουν ή να εξοικονομήσουν, εν μέρει, απαραίτητα αμινοξέα. Υπάρχουν δύο τέτοια παραδείγματα εξοικονόμησης: η μετατροπή της μεθειονίνης σε κυστεΐνη και της φαινυλαλανίνης σε τυροσίνη. Στις δύο περιπτώσεις τα μη απαραίτητα αμινοξέα μπορούν να συντεθούν από πρόδρομες ενώσεις απαραίτητων αμινοξέων (NRC, 1983, 1993). Έχει αναφερθεί ότι η κυστεΐνη μπορεί να αντικαταστήσει το 40% της μεθειονίνης ως μέρος των ολικών αναγκών σε θειούχα αμινοξέα και η τυροσίνη το 50% της φαινυλαλανίνης για την ικανοποίηση των ολικών αναγκών σε αρωματικά αμινοξέα (Gatlin, 1995).

Η αναλογία (ισορροπία) μεταξύ ενέργειας και πρωτεϊνών του σιτηρεσίου είναι απολύτως απαραίτητη γιατί ο ελλειπής εφοδιασμός του οργανισμού σε ενέργεια από τις ελεύθερες αζώτου εκχυλισματικές ουσίες θα προκαλέσει διάσπαση και χρησιμοποίηση των πρωτεϊνών για ενεργειακούς σκοπούς. Υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο περιορίζει την κατανάλωση της τροφής (άρα και των πρωτεϊνών και των λοιπών θρεπτικών συστατικών) δεδομένου ότι το λαβράκι και η τσιπούρα, όπως και άλλα είδη ψαριών, καταναλώνουν τροφή μέχρις ότου ικανοποιήσουν τις ενεργειακές τους ανάγκες (NRC, 1983). Ο Kissil (1981) ανέφερε ότι υπάρχει αντίστροφη σχέση μεταξύ ενεργειακής πυκνότητας του σιτηρεσίου και της καταναλισκόμενης τροφής από τα ιχθύδια λαβρακιού. Ο άριστος λόγος πρωτεΐνης/ενέργεια, για μέγιστο ρυθμό ανάπτυξης και μετατρεψιμότητα της τροφής από ιχθύδια λαβρακιού ήταν εκείνος του σιτηρεσίου, με 40% πρωτεΐνη και 5% έλαιο (Capelin), που είχε 105 mg πρωτεΐνης 1kcal διαθέσιμης συνολικής ενέργειας (συνολική ενέργεια - ενέργεια ινωδών ουσιών) ή 3800 kcal/kg σιτηρεσίων (Kissil et al., 1983). Για ιχθύδια του ίδιου είδους, οι Vergana και Jauncey συνέστησαν λόγο πρωτεΐνης/ενέργεια ίσο με 117 mg πεπτής πρωτεΐνης 1kcal πεπτής ενέργειας ή 4100kcal/kg σιτηρεσίου περιεκτικότητας 48% σε πεπτή πρωτεΐνη. Στο ασιατικό λαβράκι ο λόγος πρωτεΐνης/ενέργεια ήταν 128 mg πρωτεΐνης 1kcal μεταβολιστέας ενέργειας (με σιτηρέσιο περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη

42.5% και λιπίδια 10%) ή 3365 kcal/kg σιτηρεσίου (*Catacutan and Coloso, 1995*).

3. ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ

Οι υδατάνθρακες είναι η φθηνότερη και η αφθονότερη πηγή ενέργειας για όλα τα ζώα γιατί τα περισσότερα φυτικά προϊόντα είναι υδατάνθρακες. Αυτοί περιλαμβάνουν από εύπεπτα σάκχαρα μέχρι πολύπλοκα μόρια κυτταρίνης που είναι σχεδόν άπεπτα (υπάρχει διχογνωμία για την αξία των υδατανθράκων στις ιχθυοτροφές).

Φαίνεται όμως ότι οι πεπτοί υδατάνθρακες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν πηγές ενέργειας εάν είναι σε κατάλληλη ισορροπία με τα άλλα συστατικά.

Οι τιμές της μεταβολίσιμης ενέργειας των υδατανθράκων στα ψάρια κυμαίνεται από σχεδόν 0 για την κυτταρίνη στο 3.80 kcal/gr για τα εύπεπτα σάκχαρα. Το ωμό άμυλο αποδίδει 1.2 - 2.0 kcal/gr μεταβολίσιμη ενέργεια ενώ το υδρολυμένο περίπου 3.2 kcal/gr. Η υγρασία και η θερμοκρασία που υπάρχουν κατά την κατασκευή των τροφών βελτιώνουν την πεπτικότητα των αμυλούχων προϊόντων.

Τα ψάρια δεν έχουν ειδικές ανάγκες σε υδατάνθρακες. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι τα ψάρια αναπτύσσονται κανονικά και δεν παρουσιάζουν παθολογικά συμπτώματα όταν διατρέφονται με σιτηρέσια που δεν περιέχουν υδατάνθρακες. Εν τούτοις, οι υδατάνθρακες είναι από τις φθηνότερες πηγές ενέργειας στις ιχθυοτροφές και επιπλέον λειτουργούν ως συνδετική ύλη κατά την παρασκευή των συμπηκτων. Επίσης συνεισφέρουν πρόδρομες ενώσεις για σύνθεση αμινοξέων και νουκλεοξέων που αποτελούν ενδιάμεσους μεταβολίτες απαραίτητους για την ανάπτυξη. Ο βοηθητικός ρόλος των υδατανθράκων στη χρησιμοποίηση των πρωτεϊνών από τα ψάρια έχει αναφερθεί από πολλούς ερευνητές (*NRC, 1993*).

Η χρησιμοποίηση των διαιτητικών υδατανθράκων από τα ψάρια ποικίλει ανάλογα με τα είδη και τη σύνθετη μορφή των υδατανθράκων. Πολλά εκ των σαρκοφάγων ψαριών (π.χ. λαβράκι, τσιπούρα, κοκκινόψαρο, σολομός) έχουν περιορισμένη ικανότητα χρησιμοποίησης και αξιοποίησης των υδατανθράκων συγκριτικά με τις άλλες κατηγορίες ψαριών (π.χ. τηλάπια, κυπρίνος, γατόψαρο κ.λπ.) (*Lovell, 1989 - Boonyaratpalin, 1991 - NRC, 1993 - Gatlin, 1995 - Lim, 1991*). Το ασιατικό λαβράκι σε νεαρότε-

ρη ηλικία διατρεφόμενο σε σιτηρέσιο που περιείχε 27% άμυλο, είχε μειωμένο ρυθμό ανάπτυξης. Έτσι συνιστάται όπως η περιεκτικότητα ενός σιτηρεσίου για ιχθύδια ασιατικού λαβρακίου δεν πρέπει να υπερβαίνει το 20% του σιτηρεσίου (*Boonyaratpalin, 1991*). Οι *Furyichi* και *Vone (1980)* συνέκριναν τη χρησιμοποίηση διαφορετικών επιπέδων υδατανθράκων σε κυπρίνο, κόκκινη τσιπούρα και κυνηγούς (*yellow tail*). Αυτό που παρατήρησαν ήταν μειωμένη ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα της τροφής στους κυπρίνους που πήραν σιτηρέσιο που περιείχε > 40% δεξτρίνη, στις κόκκινες τσιπούρες που πήραν σιτηρέσιό με > 30% δεξτρίνη, και στους κυνηγούς που πήραν σιτηρέσια με > 20% δεξτρίνη. Περαιτέρω μελέτες έδειξαν ότι η ανοχή στη γλυκόζη των κυνηγών ήταν μικρότερη και ακολουθούσε με αύξουσα σειρά η κόκκινη τσιπούρα και ο κυπρίνος (*Furyichi και Vone, 1981*). Τα κοκκινόψαρα γενικά έχουν καλύτερη απόδοση όταν τα χορηγούμενα σιτηρέσια περιέχουν περισσότερα λιπίδια και λιγότερους υδατάνθρακες σχετικά με άλλα ισοενεργειακά σιτηρέσια. Παρ' όλα αυτά όμως τα κοκκινόψαρα δεν επηρεάστηκαν αρνητικά όταν το σιτηρέσιο είχε 35% υδατάνθρακες αν και σε μερικές περιπτώσεις ή αύξηση του ζώνος βάρους και η μετατρεψιμότητα της τροφής μειώθηκε ελαφρά (*Gatlin, 1995*). Έχει αναφερθεί ότι η χορήγηση υψηλών επιπέδων πεπτών υδατανθράκων προκαλεί αύξηση του μεγέθους του ήπατος και της περιεκτικότητας αυτού σε γλυκογόνο στο σολομό, στην κόκκινη τσιπούρα και τους κυνηγούς (*NRC, 1993*).

Η χρησιμοποίηση της γλυκόζης του σιτηρεσίου της δεξτρίνης και του ζελατινοποιημένου αμύλου γεωμήλων έχει συγκριθεί μεταξύ των ψαριών κυπρίνου και κόκκινης τσιπούρας. Η ανάπτυξη και η μετατρεψιμότητα της τροφής από τον κυπρίνο ήταν υψηλότερη όταν το σιτηρέσιο με το ζελατινοποιημένο άμυλο ακολουθείται από τα σιτηρέσια που περιείχαν δεξτρίνη και γλυκόζη. Οι κόκκινες τσιπούρες δεν έδειξαν καμμία σημαντική διαφορά στην ανάπτυξη με τα σιτηρέσια που περιείχαν διαφορετικής προέλευσης υδατάνθρακες, αλλά έδειξαν βελτιωμένη μετατρεψιμότητα της τροφής όταν διεδράφησαν με το σιτηρέσιο που περιείχε το ζελατινοποιημένο άμυλο (*Furyichi και Vone, 1982*).

4. ΛΙΠΑΡΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Τα λίπη είναι η κύρια μορφή αποθήκευσης ενέργειας στα φυτά και τα ζώα. Τα λίπη περιέχουν περισσότερη ενέργεια ανά μονάδα βάρους

απ' όλα τα άλλα βιολογικά προϊόντα (9.45 kcal/γρ. λίπους, 5.65 kcal/γρ. πρωτεΐνης, 4.0 kcal/γρ. υδατάνθρακα, *Rhillips 1972*).

Η προσθήκη λίπους σε μία τροφή αυξάνει συνήθως την συνεκτικότητα της. Γενικά, τα λίπη πέπτονται και χρησιμοποιούνται καλά από τα ψάρια και υπολογίζεται ότι περιέχουν 8.5 kcal μεταβολίσιμης ενέργειας ανά γραμμάριο. Τα λιπαρά οξέα που είναι προϊόντα της πέψης χρησιμοποιούνται επιτυχώς από τα περισσότερα ψάρια.

Οι λιπαρές ουσίες του σιτηρεσίου αποτελούν σημαντική πηγή ενέργειας και μοναδική πηγή απαραίτητων λιπαρών οξέων (EFA) που είναι απαραίτητα για κανονική ανάπτυξη των ψαριών. Πέραν αυτών των λειτουργιών είναι φορείς και βοηθούν στην απορρόφηση των λιποδιαλυτών βιταμινών (A, D, E και K). Τα λιπίδια και ειδικότερα τα φωσφορολιπίδια, είναι εξίσου σημαντικά για τη δομή των κυττάρων και τη διατήρηση της περατότητας και ελαστικότητας των μεμβρανών. Τα λιπίδια αποτελούν επίσης προδρόμους ενώσεων των στεροειδών ορμονών και των προσταγλανδινών. Τα λιπίδια βελτιώνουν το άρωμα των ψαριών και επηρεάζουν τη συνεκτικότητα και σύνθεση των λιπαρών οξέων των ψαριών.

Προγενέστερες μελέτες επί του μεταβολισμού των λιπιδίων έχουν δείξει ότι τα ψάρια αδυνατούν να συνθέσουν το λινελαϊκό (18:2, η-6) και/ή το λινολενικό οξύ εκ του μηδενός. Αυτό σημαίνει ότι το ένα ή και τα δύο λιπαρά οξέα είναι απαραίτητα να παρέχονται με την τροφή. Πέραν αυτού, μερικά είδη ψαριών αδυνατούν να μετατρέψουν ακόρεστα λιπαρά οξέα με 18 άτομα C σε λιπαρά οξέα με μεγαλύτερη ανθρακική αλυσίδα (*NRC, 1983, 1993*).

Οι ανάγκες των ψαριών σε απαραίτητα λιπαρά οξέα (EFA) ποικίλουν αρκετά μεταξύ ειδών. Μία από τις μεγαλύτερες διαφορές στις ανάγκες σε EFA μεταξύ ειδών, αφορά μεταξύ ψαριών του γλυκού και αλμυρού νερού. Οι ανάγκες των διαφόρων ψαριών σε EFA δίδονται στον Πίνακα 3. Γενικά τα ψάρια του γλυκού νερού απαιτούν 18:2 η-6 ή 18:3 η-3 και τα δύο EFA, ενώ τα ψάρια του θαλασσινού νερού απαιτούν το 20:5 η-3 και/ή το 22:6 η-3 EFA. Για τη λάρβα της κόκκινης τσιπούρας έχει αναφερθεί ότι το 22:6 η-3 είναι διαιτητικώς ανώτερο από το 20:5 η-3.

Τα λιπίδια αποτελούν σοβαρή πηγή ενέργειας του σιτηρεσίου για τα ψάρια της θαλάσσης και τα ψάρια του γλυκού-ψυχρού νερού τα οποία έχουν περιορισμένη δυνατότητα χρησιμοποίησης υδατανθράκων για

Πίνακας 3. Ανάγκες ψαριών σε απαραίτητα λιπαρά οξέα.

Είδος ψαριού	Ανάγκες σε λιπαρά οξέα	Βιβλιογραφική πηγή
Γατόψαρο	1-2% 18:3 n-3 0.5-0.75% EPA or DHA	Sato et al. (1989)
Σολομός chum	1% 18:2 n-6 and 1% 18:3 n-3	Takeuchi and Watanabe (1982)
Σολομός coho	1-2.5% 18:3 n-3	Yu and Sinnhuber (1979)
Κυπρίνος	1% 18:2 n-6 and 1% 18:3 n-3	Takeuchi and Watanabe (1977)
Τιλάπια nilotica	0.5% 18:2 n-6	Takeuchi et al. (1983)
Τιλάπια	1% 18:2 n-6 or 20:4 n-6	Kanazawa et al. (1980)
Τσιπούρα	0.5% EPA or DHA	Yone et al. (1971)
Τσιπούρα	0.9% EPA and DHA 1.9% HUFA	Kalogeropoulos et al. (1992) Ibeas et al. (1974)
Λαβράκι	1% EPA and DHA	Wanakowat et al. (1993)
Κοκκινόψαρο	0.5% EPA and DHA	Gatlin (1995)

ενεργειακούς σκοπούς. Οι λιπαρές ουσίες του σιτηρεσίου συμβάλλουν στην καλύτερη αξιοποίηση των πρωτεϊνών του σιτηρεσίου. Ο *Boon-yaratpalin (1991)* ανέφερε ότι η περιεκτικότητα των σιτηρεσίων του λαβρακιού θα μπορούσε να μειωθεί από 50 σε 45% χωρίς να επηρεαστεί ο ρυθμός ανάπτυξης όταν το επίπεδο των λιπιδίων αυξανόταν από 15 σε 18%. Σε μία πιο πρόσφατη μελέτη οι *Catacutan και Coloso (1995)* βρήκαν ότι το άριστο ποσοστό των λιπιδίων του σιτηρεσίου ήταν 9.3% για το λαβράκι όταν το ποσοστό των πρωτεϊνών ήταν 43%. Ο *Gatlin (1995)* ανέφερε ότι ένα ποσοστό ελαίου (menhaden) μεταξύ 7.4 και 11.2% σε σιτηρέσια με 40% πρωτεΐνη επιτυγχάνει το μέγιστο ρυθμό ανάπτυξης στα κοκκινόψαρα. Στα κοκκινόψαρα ο καλύτερος ρυθμός ανάπτυξης και η καλύτερη μετατρεψιμότητα της τροφής ελήφθησαν με σιτηρέσια που περιείχαν 10% έλαιο (pollack residual) (*Yone, 1975*). Η περιεκτικότητα του σιτηρεσίου σε λιπίδια κυμαίνεται μεταξύ 8 και 16%. Τα ποσοστά αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε πολλές μελέτες διατροφής της τσιπούρας. Βασιζόμενοι στα στοιχεία αυτά δεν μπορεί να δοθεί ένα συγκεκριμένο επίπεδο λιπι-

δίων στο σιτηρέσιο χωρίς να ληφθεί υπόψη ο τύπος του λιπιδίου καθώς και η περιεκτικότητα των σιτηρεσίων σε πρωτεΐνες και ενέργεια. Παρ' όλα αυτά όμως υπερβολική ποσότητα λιπιδίων στο σιτηρέσιο μπορεί:

- α) να οδηγήσει σε μη ισόρροπο σιτηρέσιο ως προς την αναλογία μεταξύ πρωτεϊνών και ενέργειας,
- β) να προκαλέσει υπερβολική εναπόθεση λίπους στο ψάρι και
- γ) να αυξήσει την ευαισθησία του σιτηρεσίου σε οξειδωτική τάγγιση.

5. ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ

Δεκαπέντε βιταμίνες, τέσσερις λιποδιαλυτές και έντεκα υδατοδιαλυτές έχουν αποδειχθεί απαραίτητες για πολλά είδη ψαριών που έχουν μελετηθεί μέχρι σήμερα. Παρ' όλα αυτά τα διαθέσιμα στοιχεία για τις ανάγκες του λαβρακιού και της τσιπούρας σε βιταμίνες είναι περιορισμένα.

Ιχθύδια του ασιατικού λαβρακιού έχουν ανάγκες σε θειαμίνη, ριβοφλαβίνη, πυριδοξάλη, παντοθενικό οξύ και βιταμίνη C (*Boonyaratpalin, 1991*). Το άριστο επίπεδο για τις βιταμίνες C και πυριδοξάλη ήταν 500-1100 mg και 5-10 mg/kg σιτηρεσίου αντίστοιχα. Οι *Baker* και *Davies* (1995) έδειξαν ότι αυξημένο ποσοστό πρωτεϊνών στο σιτηρέσιο αυξάνει τις ανάγκες της τσιπούρας σε πυριδοξάλη.

Μελέτες με κόκκινες τσιπούρες έχουν δείξει ότι έχουν ανάγκες σε όλες τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες (εκτός από βιοτίνη και φυλλικό οξύ) όπως έχει βρεθεί και για άλλα είδη ψαριών. Όμως το απαραίτητο των λιποδιαλυτών βιταμινών δεν έχει αποδειχθεί ακόμα (*NRC, 1983*). Τα άριστα επίπεδα της πυριδοξάλης και της ινοσιτόλης για τη θαλάσσια τσιπούρα είναι 5-6 mg και 550-900 mg/kg σιτηρεσίου αντίστοιχα (*NRC, 1983*).

Λόγω της ασυμφωνίας των συστάσεων για τις ανάγκες του λαβρακιού και της τσιπούρας σε βιταμίνες συνιστώνται εκείνες των ψαριών σολομού και κοκκινόψαρων. Βέβαια οι ανάγκες αυτές χρησιμοποιούνται ως οδηγός μέχρις ότου προσδιοριστούν οι ανάγκες των συγκεκριμένων ειδών ψαριών.

Υδατοδιαλυτές βιταμίνες

Θειαμίνη B1: Έχει χρώμα λευκό. Είναι σχετικά σταθερή σε ξηρή θέρμανση αλλά διασπάται γρήγορα σε ουδέτερα ή αλκαλικά διαλύμα-

τα. Συμμετέχει ως συνένζυμο στον μεταβολισμό των υδατανθράκων και λιπών. Διασπάται σε παρατεταμένη αποθήκευση των τροφών ή όταν η δίαιτα παρασκευάζεται κάτω από ελαφρά αλκαλικές συνθήκες. Στις υγρές ή παγωμένες τροφές μπορεί να διασπαστεί γρήγορα λόγω του μεγάλου ποσοστού υγρασίας.

Ριβοφλαβίνη B2: Έχει χρώμα καφέ-κίτρινο. Είναι σταθερή σε οξειδωτικά μέσα ισχυρά ανόργανα οξέα και ουδέτερα υδατικά διαλύματα. Επίσης είναι σταθερή σε ξηρή θέρμανση αλλά διασπάται από το υπεριώδες φως ή το ορατό. Η �ιβοφλαβίνη δρα στους ιστούς με τη μορφή του φλαβινο-αδενινο-δινουκλεοτιδίου (FAD), η φλαβινο-μονονουκλεοτιδίου (FMN). Οι φλαβοπρωτεΐνες συμμετέχουν σε αντιδράσεις οξειδωτικής αναγωγής στους ιστούς. Επίσης συμμετέχει και στην χρωστική ρετινόλη και έλλειψή της δημιουργεί μειωμένη όραση.

Πυριδοξίνη B6: Είναι ευαίσθητη στο υπεριώδες σε ουδέτερα ή αλκαλικά διαλύματα. Συμμετέχει σαν συνένζυμο σ' ένα αριθμό ενζυμικών αντιδράσεων, όπως στην αποκαρβοξυλίωση των αμινοξέων και τις τρανσαμινώσεις. Πολλές νευροορμόνες απαιτούν πυριδοξίνη για τη σύνθεσή τους. Επίσης συμμετέχει στο μεταβολισμό των απαραίτητων λιπαρών οξέων. Η πυριδοξίνη παίζει σημαντικό ρόλο κυρίως στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών γι' αυτό και σαρκοφάγα ψάρια έχουν μεγάλες απαιτήσεις στη βιταμίνη αυτή και τα αποθέματα στους ιστούς τους καταναλώνονται γρήγορα.

Παντοθενικό οξύ: Χρησιμοποιείται κυρίως υπό τη μορφή του άλατος του ασβεστίου που είναι στερεή. Είναι σταθερό σε οξειδωτικά ή αναγωγικά μέσα αλλά καταστρέφεται με θέρμανση και θερμό οξύ ή αλκάλι. Συμμετέχει σαν μέρος του ακέτυλο συνένζυμου A σε πολλές αντιδράσεις του ενδιάμεσου μεταβολισμού των υδατανθράκων λιπών και πρωτεϊνών.

Νικοτινικό οξύ: Είναι σταθερό σε ξηρή μορφή. Επίσης είναι σταθερό σε θέρμανση με οξύ ή αλκάλι. Συμμετέχει με τη μορφή του NAD ή NADP στη μεταφορά υδρογόνου στον ενδιάμεσο μεταβολισμό. Το NAD ή NADP συμμετέχουν στη σύνθεση φωσφορικών δεσμών υψηλής ενέργειας που δίνουν ενέργεια σε ορισμένα τμήματα της γλυκόλυσης, μεταβολισμού των πρωτεϊνών και φωτοσύνθεσης.

Βιοτίνη H: Υδατικά της διαλύματα είναι σταθερά στους 100° Κελσίου και στο φως αλλά καταστρέφονται από οξειδωτικά μέσα ή ισχυρά

οξέα και αλκάλια. Είναι συστατικό πολλών συνενζύμων που συμμετέχουν σε αντιδράσεις καρβοξυλιώσεων και αποκαρβοξυλιώσεων, όπως σύνθεση λιπαρών οξέων και οξειδώσεις υδατανθράκων.

Φολικό οξύ: Είναι σταθερό στη θέρμανση με ουδέτερα ή αλκαλικά διαλύματα αλλά διασπάται σε όξινα διαλύματα. Διασπάται όταν εκτεθεί στο ηλιακό φως ή με παρατεταμένη αποθήκευση. Είναι απαραίτητο για τον κανονικό σχηματισμό των ερυθρών αιμοσφαιρίων.

Βιταμίνη B12: Είναι σταθερή σε ήπια θέρμανση σε ουδέτερο διάλυμα αλλά καταστρέφεται γρήγορα με θέρμανση σε αραιό οξύ ή αλκάλι. Συμμετέχει μαζί με το φολικό οξύ στη δημιουργία των ερυθρών αιμοσφαιρίων.

Ασκορβικό οξύ C: Οξειδώνεται εύκολα σε δεϋδροασκορβικό οξύ, που δεν έχει σημαντική βιολογική αξία. Είναι πολύ σταθερό σε όξινα διαλύματα αλλά υδρολύεται πολύ γρήγορα σε αλκαλικά διαλύματα. Επίσης είναι πολύ ευαίσθητο στη θέρμανση και στην οξείδωση από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Ιδίως παρουσία χαλκού σιδήρου και άλλων μεταλλικών καταλυτών. Το L-ασκορβικό οξύ δρα σαν βιολογικοαναγωγικό μέσο και συμμετέχει σε πολλές υδροξυλιώσεις. Οι ελάχιστες απαιτήσεις σε βιταμίνη C μπορούν να πενταπλασιαστούν εάν τα ψάρια στρεσαρισθούν ή έχουν τραυματιστεί.

Ινοσιτόλη: Βιολογικά ενεργός είναι η myo-ινοσιτόλη, η οποία είναι δομικό συστατικό των ιστών. Συμβάλλει στον κανονικό μεταβολισμό των λιπών. Είναι πολύ σταθερή ένωση. Υπάρχει σε μεγάλες ποσότητες σε όλους τους βιολογικούς ιστούς.

Χολίνη: Είναι πολύ υγροσκοπική και σταθερή σε θέρμανση με οξύ όχι όμως με αλκάλι. Συμμετέχει στη σύνθεση των φωσφολιπιδίων και στη μεταφορά των λιπών.

Λιποδιαλυτές βιταμίνες

Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες διαφέρουν από τις υδατοδιαλυτές στο ότι συμπτώματα υπερβιταμινώσεως μπορούν να εμφανιστούν με κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων. Αυτό πρέπει να το έχει κανείς υπόψη του όταν εμπλουτίζει δίαιτες με ιχθυέλαια τα οποία περιέχουν μεγάλο ποσοστό από τις λιποδιαλυτές βιταμίνες.

Βιταμίνη A: Το β-καροτένιο είναι πορτοκαλί κρυσταλλική ένωση αρκετά σταθερή στη θέρμανση και στην οξείδωση. Η βιταμίνη A είναι

απαραίτητη για τη διατήρηση των επιθηλιακών κυττάρων και επίσης παίζει σημαντικό ρόλο στην όραση. Οι διαιτητικές απαιτήσεις των ψαριών εξαρτώνται από το περιβάλλον τους. Φαίνεται δε ότι η βιταμίνη χρειάζεται για ανάπτυξη των ψαριών στο φως όχι όμως στο σκοτάδι.

Βιταμίνη D: Η βιταμίνη D είναι ουσιαστική για τη διατήρηση της ισορροπίας ασβεστίου και φωσφορικών στον οργανισμό του ψαριού. Συμπτώματα υποβιταμίνωσης δεν έχουν αναφερθεί, έχουν όμως αναφερθεί συμπτώματα υπερβιταμίνωσης.

Βιταμίνη E: Συνίσταται από μία τάξη ενώσεων γνωστών σαν τοκοφερόλες. Η πλέον σημαντική είναι η α.τοκοφερόλη. Οι τοκοφερόλες είναι σταθερές σε οξύ και θέρμανση απουσία οξυγόνου αλλά οξειδώνεται γρήγορα παρουσία οξειδωτικών παραγόντων. Είναι ευαίσθητες στην UV ακτινοβολία. Δρουν σαν φυσικά αντιοξειδωτικά και είναι σημαντικές στην ανάπτυξη των ψαριών γιατί προστατεύουν από οξείδωση τα απαραίτητα, πολυακόρεστα λιπαρά οξέα.

Βιταμίνη K: Καταστρέφεται με οξείδωση και παραμονή σε UV ακτινοβολία. Συμμετέχει στη σύνθεση των πρωτεϊνών πήξης του αίματος.

Συμπτώματα Έλλειψης Βιταμινών

- | | |
|------------------------|--|
| <i>Βιταμίνη</i> | : Συμπτώματα σε σολομό, πέστροφα, κυπρίνο. |
| <i>Θειαμίνη</i> | : Ανορεξία, μυική ατροφία, σπασμοί, αστάθεια και απώλεια ισορροπίας, οίδημα, μικρή ανάπτυξη. |
| <i>Ριβοφλαβίνη</i> | : Θολά, αιμορραγικά μάτια-φωτοφοβία, ανώμαλος χρωματισμός της ίριδας, συσφίξεις των τοιχωμάτων της κοιλιάς, σκούρο χρώμα, αναιμία, μικρή όρεξη και ανάπτυξη. |
| <i>Πυριδοξίνη</i> | : Νευρικές διαταραχές, επιληπτοειδείς σπασμοί, υπερεθιστικότητας, αταξία, αναιμία, ανορεξία, οίδημα της περιτοναϊκής κοιλότητας, γρήγορη μεταθανάτια ακαμψία, γρήγορη αναπνοή με βήχα. |
| <i>Παντοθενικό οξύ</i> | : Κολλημένα βράγχια, ανορεξία, νέκρωση και σχηματισμός ουλών, κυτταρική ατροφία, αργές κινήσεις, μικρή ανάπτυξη. |
| <i>Ινοσίτολη</i> | : Μικρή ανάπτυξη, τεντωμένο στομάχι, επιμηκυσμένη χρονική διάρκεια κένωσης του πεπτικού σωλήνα, γδαρμένο δέρμα. |

- Βιοτίνη* : Ανορεξία, ατροφία των μυών σπασμοί, σπάσιμο των ερυθρών κυττάρων, γδάρσιμα στο δέρμα, μικρή ανάπτυξη.
- Φολικό οξύ* : Μικρή ανάπτυξη, ληθαργία, μαύρο χρώμα, αναιμία.
- Χολίνη* : Μικρή ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα τροφής, αιμορραγικά νεφρά και έντερο.
- Νικοτινικό οξύ* : Απώλεια όρεξης, πηδηχτή ή δύσκολη κίνηση, ασθένεια, οίδημα του στομάχου, σπασμοί των μυών ενώ ηρεμεί, μικρή ανάπτυξη.
- Βιταμίνη B12* : Ανορεξία, χαμηλή αιμοσφαιρίνη, σπάσιμο των ερυθρών κυττάρων, αναιμία.
- Ασκορβικό* : Παραμορφώσεις της σπονδυλικής στήλης, μειωμένος σχηματισμός κολλαγόνου, σημάδια στα μάτια, αιμορραγικό δέρμα, συκώτι, νεφρά, έντερο και μυς.
- Βιταμίνη Α* : Μικρή ανάπτυξη και όραση, κερατινοποίηση του επιθηλιακού ιστού, και ξηροφθαλμία, αιμορραγία στο εσωτερικό του ματιού και στη βάση των πτερυγίων ανώμαλοι σχηματισμοί κοκκάλων.
- Βιταμίνη D* : Όχι εμφανή φαινόμενα.
- Βιταμίνη Ε* : Εύκολο σπάσιμο των ερυθροκυττάρων, αναιμία, ξηροφθαλμία, μικρή ανάπτυξη και μετατρεψιμότητα τροφής και κεροειδείς αποθέσεις σε σπλήνα και συκώτι.
- Βιταμίνη Κ* : Μεγάλη χρονική διάρκεια για πήξιμο του αίματος, αναιμία και αιμορραγικές περιοχές στα βράγχια και μάτια και σωληνοειδείς ιστούς.

6. ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Τα ανόργανα συστατικά έχουν μεγάλη ποικιλία χρήσεων στο σώμα του ψαριού. Τα παρακάτω αναγνωρίζονται σαν βασικά για τις λειτουργίες του: Ασβέστιο, φώσφορος, μολυβδαίνιο, χλώριο, μαγνήσιο, σίδηρος, σελήνιο, ιώδιο, μαγγάνιο, χαλκός, κοβάλτιο, νάτριο και ψευδάργυρος. Σε αυτά ίσως προστίθενται το φθόριο και το χρώμιο που έχουν αποδειχθεί απαραίτητα για τα ζώα της στεριάς.

Το χαρακτηριστικό κάθε ανόργανου στοιχείου στους ιστούς σχετίζεται στενά με τον λειτουργικό ρόλο του. Σαν συστατικά των οστών και των δοντιών προσφέρουν αντοχή και σταθερότητα στις σκελετικές κατασκευές. Στην ιοντική τους μορφή στα σωματικά υγρά είναι απαραίτητα για τη συντήρηση της οξεοβασικής ισορροπίας και οσμωτικής ρύθμισης, καθώς και για δραστηριότητες ολοκλήρωσης που έχουν σχέση με τα νεύρα και το ενδοκρινικό σύστημα. Σαν συστατικά των χρωστικών του αίματος, των ενζύμων και των οργανικών συμπλόκων είναι απαραίτητα για τις βασικές μεταβολικές διαδικασίες της ανταλλαγής των αερίων και τις μεταβολές ενέργειας.

Ο Πίνακας 4 δείχνει τον κυριότερο μεταβολικό ρόλο ορισμένων ανόργανων συστατικών, τα συμπτώματα έλλειψής τους καθώς και το ποσοστό που απαιτείται στην τροφή των ψαριών για μέγιστη ανάπτυξη.

Δεν υπάρχουν στοιχεία για τις ανάγκες της τσιπούρας και του λαβρακιού σε ανόργανα στοιχεία. Ίσως όμως οι ανάγκες τους να είναι οι ίδιες με εκείνες άλλων ψαριών για δομικούς σκοπούς και διάφορες μεταβολικές λειτουργίες όπως η ρύθμιση της οσμωτικής πίεσης, η οξεοβασική ισορροπία και η άριστη λειτουργία του μυϊκού και νευρικού συστήματος. Όπως συμβαίνει και με άλλα ψάρια, ίσως απορροφούν αρκετά ανόργανα στοιχεία από το θαλασσινό νερό για την ικανοποίηση των μεταβολικών τους αναγκών. Η κόκκινη τσιπούρα μπορεί να απομειώσει αρκετά ανόργανα στοιχεία από το θαλασσινό νερό, χωρίς να έχουν ανάγκες σε θείο, αργίλιο, μαγγάνιο, χαλκό, ιώδιο, κοβάλτιο (Vone, 1976), νάτριο, κάλιο (Sakamoto and Vone, 1978a) και μαγνήσιο (Sakamoto and Vone, 1979). Η κόκκινη τσιπούρα δεν μπορεί να απορροφήσει αρκετή ποσότητα ασβεστίου από το θαλασσινό νερό για να καλύψει τις μεταβολικές της ανάγκες και έχει ανάγκη ενός ποσοστού 0.34% σε ασβέστιο του σιτηρεσίου (Sakamoto and Vone, 1973, 1976). Οι ανάγκες της τσιπούρας σε φώσφορο είναι 0.68% με άριστη σχέση $Ca: P = 1.2$ (Sakamoto and Vone, 1973). Έχει βρεθεί ότι ο σίδηρος είναι απαραίτητος για την τσιπούρα και απαιτείται σε ποσότητα 150 mg/kg σιτηρεσίου (Sakamoto and Vone, 1978b).

Τα στοιχεία για τις ανάγκες του λαβρακιού σε ανόργανα στοιχεία είναι αντιφατικά. Οι ανάγκες του ασιατικού λαβρακιού σε διαθέσιμο φώσφορο είναι 0.65% του σιτηρεσίου (Boonyaratpalin, 1991). Όμως το λαβράκι ίσως έχει ανάγκες και σε άλλα στοιχεία δεδομένου ότι η προ-

σθήκη ενός μίγματος σε ποσοστό 2% προκάλεσε ταχύτερο ρυθμό ανάπτυξης των ψαριών (*Boonyaratpalin, 1991*).

Αν και τα στοιχεία για τις ανάγκες του λαβρακιού και της τσιπούρας είναι αντιφατικά, φαίνεται ότι τελικά έχουν ανάγκη όλων ή των περισσότερων εκ των ανοργάνων στοιχείων που είναι απαραίτητα για τα άλλα είδη ψαριών. Έτσι λόγω της ανυπαρξίας στοιχείων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως οδηγός τα στοιχεία που υπάρχουν για το σολομό και άλλα ψάρια θαλάσσης με ένα λογικό ποσοστό προσέγγισης των πραγματικών αναγκών.

Πίνακας 4. Σύνοψη των πληροφοριών γύρω από τις διατροφικές απαιτήσεις σε ανόργανα συστατικά καθώς και τη δράση τους στα ψάρια (*Chow και Schell, 1972*).

Στοιχείο	Κύρια μεταβολική δράση	Συμπτώματα	Απαιτήσεις
Ασβέστιο	Σχηματισμός χόνδρων και οστών, clotting αίματος, σύσπαση μυών	Δεν προσδιορίστηκαν	5 γρ.
Φώσφορος	Σχηματισμός οστών, φωσφορικοί εστέρες υψηλής ενέργειας, άλλα οργανοφωσφορικά σύμπλοκα.	Λόρδωση, χαμηλή ανάπτυξη	7 γρ.
Μαγνήσιο	Ενζυμικοί συμπαράγοντες στον μεταβολισμό των λιπών, υδατανθράκων και πρωτεϊνών.	Απώλεια όρεξης, χαμηλή ανάπτυξη, τέτανος	500 γρ.
Νάτριο	Κυριώτερο μονοσθενές κάτιον των ενδοκυτταρικών υγρών. Σύνδεση με οξεοβασική ισορροπία και ωσμωρύθμιση.	Δεν προσδιορίστηκαν	1-3 γρ.
Κάλιο	Απαραίτητο στοιχείο των θειοαμινοξέων και του κολλαγόνου. Συνδέεται με αποτοξίνωση από στρωματικά σύμπλοκα.	Δεν προσδιορίστηκαν	3-5 γρ.
Χλώριο	Κυριώτερο μονοσθενές ανιόν των ενδοκυτταρικών υγρών, συστατικό των πεπτικών υγρών (HCl), οξεοβασική ισορροπία.	Δεν προσδιορίστηκαν	1-5 γρ.
Σίδηρος	Βασικό συστατικό της αίμης των κυτοχρωμάτων, υπεροξειδάσης κ.λπ.	Μικροκυτταρική, ομοχρωμική αναιμία	50-100 γρ.
Χαλκός	Συμπαράγων στην οξειδωση του ασκορβικού οξέος και την τυροσινάση.	Δεν προσδιορίστηκαν	1-4 γρ.
Μαγγάνιο	Συμπαράγων στην αργινάση και μερικά μεταβολικά ένζυμα. Σχηματισμός οστών και αναγέννηση ερυθροκυττάρων.	Δεν προσδιορίστηκαν	20-50 γρ.
Κοβάλτιο	Μεταλλικό συστατικό της κυανοκοβαλαμίνης (B12). Προλαμβάνει αναιμία. Συμμετέχει στον C1 & C3 μεταβολισμό.	Δεν προσδιορίστηκαν	5-10 γρ.
Ψευδάργυρος	Βασικό στο σχηματισμό και λειτουργία της ινσουλίνης, συμπαράγων της καρβονικής ανυδράσης.	Δεν προσδιορίστηκαν	30-100 γρ.
Ιώδιο	Συστατικό της θυροξίνης. Ρυθμίζει τη χρήση του οξυγόνου.	Θυρεοειδική υπερπλασία	100-300 γρ.

B. ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ (ή συστατικά ιχθυοτροφών)

Όπως και προηγούμενα αναφέρθηκε, τα ψάρια έχουν υψηλές απαιτήσεις σε πρωτεΐνες και μειωμένη ικανότητα χρησιμοποίησης των υδατανθράκων και σχεδόν μηδενική ικανότητα χρησιμοποίησης των κυτταρινών εκτός από ορισμένα φυτοφάγα.

Για τους λόγους αυτούς ο αριθμός των υποπροϊόντων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σύνθεση των τροφών τους είναι περιορισμένος και συνίσταται κυρίως σε προϊόντα με μεγάλη περιεκτικότητα πρωτεΐνης και χαμηλή υδατανθράκων και ινωδών ουσιών. Μία πρόσθετη δυσκολία στη χρησιμοποίηση φυτικών υλών είναι οι αναστολείς της ανάπτυξης που αυτά περιέχουν και στους οποίους τα ψάρια φαίνονται ιδιαίτερα ευαίσθητα. Παρ' όλα αυτά η προσθήκη φυτικών υλών είναι απαραίτητη λόγω της σταθερότητας, που μπορούν να προσδώσουν στα πέλλετς.

Γενικά χαρακτηριστικά υποπροϊόντων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε σιτηρέσια ψαριών

1. ΖΩΪΚΑ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ

Σε αντίθεση με τα περισσότερα εκτρεφόμενα κατοικίδια ζώα, η πλειοψηφία των καλλιεργούμενων ειδών ψαριών σε εντατικά συστήματα είναι σαρκοφάγα ή παμφάγα και επομένως έχουν υψηλές διαιτητικές απαιτήσεις σε πρωτεΐνη. Μέχρι πριν λίγα χρόνια, το κυριότερο συστατικό των εμπορικών ιχθυοτροφών ήταν το ιχθυάλευρο. Για παράδειγμα, σε εμπορικές τροφές σάλμονοειδών, το ιχθυάλευρο ποικίλει από 25-65% με μέσο όρο 30-40% (Tacon & Jackson, 1985), ενώ σε τροφές για νεοεκκόλαφθέντα ψάρια τα επίπεδα είναι ψηλότερα.

Υπό αυτήν την έννοια, χρησιμοποιώντας τροφές υψηλής ποιότητας με σταθερή χημική σύσταση, δεν είναι παράξενο ότι το κόστος της διατροφής αποτελεί το 40-60% των συνολικών λειτουργικών εξόδων στις υδατοκαλλιεργητικές μονάδες (FAO, 1983). Γι' αυτό το λόγο τέθηκε το ζήτημα της αντικατάστασης του ιχθυάλευρου από άλλες πηγές πρωτεΐνης, ισάξιας θρεπτικής αξίας.

Ζωϊκά υποπροϊόντα υψηλού περιεχομένου πρωτεΐνης, συνήθως χρησιμοποιούνται για να αυξήσουν το περιεχόμενο της δίαιτας σε πρω-

τεΐνη και στην περίπτωση των ψαριών είναι και οι κύριες πηγές πρωτεΐνης. Η γενική σύνθεση των αμινοξέων τους (πίνακας 6) είναι διαφορετική από αυτή των φυτικών υποπροϊόντων. Συνήθως είναι πλούσια σε λυσίνη ενώ πρώτο οριακό αμινοξύ τους είναι η μεθειονίνη και κυστεΐνη. Επίσης περιέχουν μεγάλη ποσότητα ισολευκίνης. Το περιεχόμενό τους σε πρωτεΐνες κυμαίνεται από 32-82% και το λίπος τους από 0-15%. Η μεγάλη περιεκτικότητά τους σε λίπος είναι μειονέκτημα καθώς το λίπος μπορεί να οξειδωθεί με την αποθήκευση με αποτέλεσμα τη μείωση της δεκτικότητάς τους από τα ζώα, αλλά και την καταστροφή άλλων περιεχόμενων συστατικών όπως των βιταμινών Α και Β. Το περιεχόμενό τους σε τέφρα, ασβέστιο και φώσφορο είναι γενικά υψηλό. Ενώ τα φυτικά προϊόντα περιέχουν λιγότερο από 1% από οποιοδήποτε από αυτά τα στοιχεία και κυρίως κυμαίνονται γύρω στο 0,25%, τα ζωϊκά υποπροϊόντα έχουν 5-11% Ca και 3-5% φώσφορο. Γενικά όσο περισσότερη πρωτεΐνη έχουν τόσο το Ca και ο φώσφορος είναι χαμηλότερα.

Αναλυτικότερα στοιχεία για το ιχθυάλευρο και για τα σημαντικότερα ζωϊκά υποπροϊόντα αναφέρουμε παρακάτω.

Ιχθυάλευρο: Παράγονται μετά από ψήσιμο των ψαριών, πίεση για να φύγει το νερό και το λάδι και μετά ξήρανση. Μπορεί να περιέχουν ένα μόνο είδος ψαριού όπως π.χ. το ρεγγάλευρο, αλλά και μείγμα διάφορων ψαριών. Πρώτο οριακό αμινοξύ των ιχθυάλεурων είναι η Met. Η πρωτεΐνη τους θεωρείται υψηλής βιολογικής αξίας και χρησιμοποιείται συνήθως σαν πρότυπο σε πειράματα διατροφής για σύγκριση με άλλα υποπροϊόντα.

Οστεοκρεατάλευρο: Είναι υποπροϊόν των σφαγείων των θηλαστικών. Το ποσοστό της πρωτεΐνης του είναι κοντά στο 50%, ενώ έχει λίπος 8-11%, τέφρα γύρω στο 25% και υψηλά ποσοστά Ca και φωσφόρου. Το σχετικά υψηλό ποσοστό του σε λίπος προστατεύει τη λυσίνη από καταστροφή κατά την ξήρανση.

Πτηνάλευρο και Πτεράλευρο: Είναι υποπροϊόντα των πτηνοσφαγείων. Τα πτηνάλευρα περιέχουν γύρω στο 70% πρωτεΐνη, 10-20% λίπη και 10% τέφρα. Το πτεράλευρο παρασκευάζεται συνήθως με ψήσιμο των φτερών παρουσία υδροξειδίου του ασβεστίου ώστε να αυξηθεί η πεπτικότητα της πρωτεΐνης τους. Σε αντίθεση με τα άλλα ζωϊκά υποπροϊόντα έχει υψηλή περιεκτικότητα σε Met. Πειράματα με πέστροφα έδειξαν ότι συνδυασμός πτηνάλευρου και πτεράλευρου δίνει σιτηρέσια με απόδοση ίση με αυτή του ιχθυάλεουρου.

Αιματάλευρο: Παράγεται από το αίμα των ζώων με ξήρανση. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι ξήρανσης αλλά ο πλέον κατάλληλος είναι με σπρέυ. Αιματάλευρα που παράγονται με αυτή την κατεργασία έχουν πεπτικότητα πρωτεΐνης στην περιοχή του 90% ενώ πιο δραστικοί τρόποι ξήρανσης μπορούν να περιορίσουν την πεπτικότητά του και σε 20%.

Στον πίνακα 5, δίνεται η τυπική σύσταση ορισμένων ζωικών υποπροϊόντων, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν συστατικά τροφών.

Στον πίνακα 6, δίνεται η σύσταση ορισμένων από αυτά σε αμινοξέα.

Πίνακας 5. Τυπική σύσταση ορισμένων ζωικών υποπροϊόντων.

ΕΛ.Ν.

Υποπροϊόν	Υγρασία	Πρωτεΐνες	Λίπη	Εκχ	Ινώδες	Τέφρα	Ca	Ολ.Φωσ.	Διαθ.Φωσ.	ΟΛ.Ε.
Οστεοκρε- ατάλευρο	7	55	9	4	-	25	8	3,5	3,5	4136
Ιχθυάλευρο	8	72	9	-	-	11	3	2	2	4941
Πτεράλευρο	10	83,5	2,5	-	1,5	2,5	0,2	0,75	0,75	5054
Πτηνάλευρο	10	60	14	-	2,5	13,5	3,8	2,2	2,2	4825
Αιματάλευρο	10	85	1	-	-	4	0,3	0,25	0,25	4938

Πίνακας 6. Σύσταση πρωτεΐνης ορισμένων ζωικών υποπροϊόντων σε αμινοξέα (% πρωτεΐνης).

Υποπροϊόν Αμινοξύ	Οστεοκρεατ.	Ιχθυάλευρο	Πτεράλευρο	Πτηνάλευρο	Αιματάλευρο
Arg	6,76	5,10	6,80	6,2	4,33
His	1,62	1,92	0,78	1,25	6,35
Ile	2,87	4,58	5,03	3,77	1,07
Leu	5,67	7,17	8,28	6,8	13,02
Lys	5,05	7,03	2,24	3,72	9,47
Met + Cys	2,18	3,39	4,99	3,5	2,07
Phe + Tyr	5,24	6,49	7,72	3,72	10,09
Thr	3,05	4,01	4,62	3,3	4,4
Try	0,4	1,07	0,48	0,75	1,22
Val	4,27	5,28	8,56	4,77	9,29

2. ΦΥΤΙΚΑ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ

Τα υποπροϊόντα φυτικής προέλευσης χρησιμοποιήθηκαν από παλιά σαν πηγή υδατανθράκων, προσφέροντας επιπλέον καλή συνεκτικότητα στην τροφή, λόγω των περιεχομένων σε αυτά φυτικών ινών και του αμύλου.

Τέτοια υποπροϊόντα είναι οι βίτες, υποπροϊόντα της αλευροβιομηχανίας, το καλαμποκάλευρο (γλουτένη καλαμποκιού) καθώς και το σιτάλευρο ολικής άλεσης, ο βαμβακόσπορος, τα γογγύλια, σπέρματα ηλίανθου, κουκιά, ινδική μουστάρδα, λούπινο.

Τα τελευταία χρόνια άρχισαν να χρησιμοποιούνται ορισμένα φυτικά υποπροϊόντα σαν πηγή πρωτεΐνης, λόγω της χαμηλής τιμής τους και της εύκολης διαθεσιμότητάς τους.

Τα υποπροϊόντα αυτά μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με το ποσοστό πρωτεΐνης που περιέχουν. Σε χαμηλού και υψηλού περιεχομένου. Χαμηλού περιεχομένου είναι τα υποπροϊόντα με πρωτεΐνες < 20%. Η τάξη αυτή περιλαμβάνει συνήθως τα άλευρα από ολόκληρο το σπόρο των δημητριακών καθώς και υποπροϊόντα της αλευροποιΐας. Μία τυπική σύσταση αυτής της τάξης των προϊόντων είναι πρωτεΐνες 12%, υδατάνθρακες 67%, ινώδεις 4% Ca 0,06% και φώσφορος 0,34%. Τα δύο τρίτα των προϊόντων αυτών συνίστανται από άμυλο. Η περιεκτικότητά τους σε ασβέστιο είναι πάρα πολύ χαμηλή έτσι ώστε να παραλείπεται συνήθως στους υπολογισμούς. Αντίθετα η περιεκτικότητά τους σε φώσφορο είναι μεγαλύτερη. Τα υποπροϊόντα χρησιμοποιούνται πιο συχνά στις ιχθυοτροφές είναι αυτά της αλευροποιΐας (βίτες). Η προσθήκη τους γίνεται κυρίως για τη μηχανική σταθερότητα των πελλετς.

Η δεύτερη τάξη των φυτικών προϊόντων έχει περιεκτικότητα πρωτεϊνών 20% και συνήθως χωρίζεται σε δύο υποομάδες. Αυτές με πρωτεΐνη 20-30% που είναι κυρίως υποπροϊόντα υγρής αλέσεως και ζύμωσης ή αποστάξεων (π.χ. για μπύρα) και στα προϊόντα με πρωτεΐνη > 30%, που είναι κυρίως τα υπολείμματα εκχύλισης λαδιού από σπόρους. Η πρώτη ομάδα έχει γενικά μεγάλη περιεκτικότητα σε ινώδεις ύλες και χαμηλότερη βιολογική αξία πρωτεΐνης απ' ό,τι η δεύτερη ομάδα, περιέχει δε συνήθως προϊόντα του καλαμποκιού και του κριθαριού.

Οι πρωτεΐνες των υποπροϊόντων εκχύλισης του λαδιού είναι γενικά υψηλότερης βιολογικής αξίας. Το πρώτο οριακό αμινοξύ τους είναι γενι-

κά η λυσίνη. Το περιεχόμενό τους σε ινώδεις ύλες είναι χαμηλότερο. Επίσης έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε Ca. Το περιεχόμενό τους σε φώσφορο είναι κάπως υψηλότερο από αυτό της προηγούμενης ομάδος.

Αναλυτικότερα στοιχεία για τα σημαντικότερα φυτικά υποπροϊόντα αναφέρουμε παρακάτω:

Βίτες: Οι βίτες είναι τα υπολείμματα της αλέσεως του σιταριού για παρασκευή αλεύρου. Η περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνη κυμαίνεται σε 15-17%, λίπος 3-4% και ινώδεις ύλες 8.5-9.5%. Η προσθήκη τους στα pellets γίνεται κυρίως για τη σταθερότητα που μπορούν να τους προσδώσουν.

Σόγια (πίττα): Είναι προϊόν της εκχύλισης των σπόρων της σόγιας για παρασκευή του σογιέλαιου. Η πρωτεΐνη της είναι από τις πλέον ισορροπημένες σε αμινοξέα, ανάμεσα σε αυτές των φυτικών υποπροϊόντων με μόνο οριακό αμινοξύ την μεθειονίνη (πίνακες 7,8). Για το λόγο αυτό έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα σε ζωοτροφές. Η απόδοσή της όμως σε τροφές ψαριών είναι σημαντικά χαμηλότερη από την αναμενόμενη λόγω της σύστασης της πρωτεΐνης της σε αμινοξέα. Σημαντική βελτίωση των θρεπτικών της ιδιοτήτων επιτυγχάνεται με θέρμανση. Σε πειράματα με πέστροφα σιτηρέσια που περιείχαν σόγια που είχε υποστεί κανονική θερμική κατεργασία, και πρόσθετη ποσότητα του οριακού της αμινοξέος, της μεθειονίνης, έδωσαν ανάπτυξη ψαριών κατά 35% περίπου χαμηλότερη από αυτή σιτηρεσίων, που περιείχαν ιχθυάλευρο. Προσθήκη όμως Leu, Val, Thr, Met & Lys σε ποσοστά τέτοια ώστε η τελική πρωτεΐνη της τροφής να έχει τη σύσταση των αυγών της πέστροφας, έδωσε ανάπτυξη κατά 10% μόνο χαμηλότερη από αυτή του ιχθυάλευρου.

Γλουτένη αραβοσίτου: Παρασκευάζεται από το καλαμπόκι μετά την απομάκρυνση του μεγαλύτερου ποσοστού του αμύλου και του σπέρματος και του φλοιού, με τη μέθοδο της υγρής αλέσεως. Έχει υψηλό ποσοστό πρωτεϊνών και χαμηλό ποσοστό αμύλου συγκρινόμενη με άλλα φυτικά υποπροϊόντα. Η σύσταση όμως των πρωτεϊνών της δεν είναι ισορροπημένη σε αμινοξέα. Χαρακτηρίζεται από μεγάλο ποσοστό Leu & Phe, ενώ τα αμινοξέα Arg & Lys είναι οριακά (πίνακες 7 και 8). Πειρά-

ματα, που έγιναν με πέστροφα έδειξαν πως προσθήκη επτά βασικών αμινοξέων στη γλουτένη των Lys, Arg, Try, His, Ile, Val & Thr σε ποσοστά που να φέρουν τη σύσταση της πρωτεΐνης της στα επίπεδα των αμινοξέων του αυγού της πέστροφας, δίνει ανάπτυξη ψαριών όμοια με αυτή του ιχθυάλευρου. Το αμινοξύ όμως που κυρίως καθορίζει την ανάπτυξη των ψαριών είναι η Lys, και κατά δεύτερο λόγο η Arg.

Βαμβακόπιττα: Είναι το υποπροϊόν της εκχύλισης του βαμβακέλαιου από τον βαμβακόσπορο. Έχει υψηλό ποσοστό πρωτεϊνών και σχετικά χαμηλό ποσοστό υδατανθράκων. Η χρήση του όμως σε ζωοτροφές για μονογαστρικά ζώα περιορίζεται από την περιεκτικότητά του σε ελεύθερη γκοσουπόλη. Η βαμβακόπιττα χαρακτηρίζεται ως χαμηλής περιεκτικότητας σε γκοσουπόλη αν περιέχει ελεύθερη γκοσουπόλη 0,04%. Το ποσοστό της περιεχόμενης ελεύθερης γκοσουπόλης εξαρτάται από τις συνθήκες κατεργασίας των σπόρων για την παραγωγή του καλαμποκέλαιου. Συνήθως χρησιμοποιείται θέρμανση και πίεση για να δεσμευτεί το μεγαλύτερο ποσοστό της πάνω στο προϊόν.

Φύτρο σπέρματος χαρουπιού: Είναι το προϊόν που παράγεται από το σπέρμα του σπόρου του χαρουπιού μετά τον αποχωρισμό των κόμμεων του ινώδους περιβλήματος του σπόρου. Η παραγωγή του στην Ελλάδα είναι της τάξης των 2000 τόννων το χρόνο. Έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και χαμηλή σε άμυλο. Πρώτο οριακό του αμινοξύ είναι η Met (2,79%) ενώ έχει υψηλή περιεκτικότητα σε Arg (11,55%). Πειράματα με πέστροφα έδειξαν πως η βιολογική αξία της πρωτεΐνης του είναι χαμηλότερη από αυτή της σόγιας πιθανώς λόγω του ποσοστού των ταννινών, που περιέχει.

Στον πίνακα 7, δίνεται η τυπική σύσταση ορισμένων φυτικών υποπροϊόντων, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν συστατικά τρoφών.

Στον πίνακα 8, δίνεται η σύσταση ορισμένων από αυτά σε αμινοξέα.

Πίνακας 7. Τυπική σύσταση ορισμένων φυτικών υποπροϊόντων.

Σύσταση (%)

Υποπροϊόν	Υγρασία	Πρωτεΐνες	Λίπη	Εκχ	Ινώδες	Τέφρα	Ca	Ολ.Φωσ.	Διαθ.Φωσ.	Ολ.Ε. Kcal/Kg
Βίτες	12	16	4,5	54,5	9	4	0,15	0,9	0,3	3934
Κτην. Γλουτ.	10	20	2,5	53,5	9	5	0,45	0,8	0,27	3935
Αποξ. υπολ. ζυθοπ.	10	26	6	39	15	4	0,3	0,5	0,17	4254
Πίττα λινε- λαίου	10	33	1,5	40,5	9	6	0,4	0,8	0,27	4050
Βαμβακόπιττα	10	41	1,5	29,5	12	6	0,15	1	0,33	4178
Σόγια (πίττα)	10	44	1	32	7	6	0,25	0,6	0,2	4200
Γλουτένη αραβ.	10	60	2,5	24,5	1,5	1,5	0,01	0,4	0,13	4719
Ηλιόπιττα	10	42	2	25	14	7	0,3	1	0,33	4179
Φύτρο Σπερμ. Χαρουπιών	10	50	5	24,5	3,5	7				4463

Πίνακας 8. Σύσταση πρωτεΐνης ορισμένων υποπροϊόντων σε αμινοξέα

(% πρωτεΐνης)

Υποπροϊόν Αμινοξύ	Βίτες	Κτην. Γλουτ.	Σόγια	Γλουτένη αραβοσίτου	Απαιτήσεις σολωμού
Arg	7,06	3,4	7,23	3,07	6
His	2,56	3,0	2,52	1,88	1,75
Ile	3,44	3,3	4,93	4,42	2,25
Leu	6,13	9,9	7,70	17,37	4,0
Lys	4,19	3,6	6,20	1,58	5
Met + Cys	3,44	4,25	2,86	4,18	3,75
Phe + Tyr	6,63	6,6	8,68	11,77	5,25
Thr	3,25	3,70	3,91	3,52	2,25
Try	1,31	0,75	1,34	0,5	0,4-0,6
Val	4,75	5	5,09	4,88	3,25

3. ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΕΣ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ (Single Cell Protein)

Μικροβιακές πρωτεΐνες ονομάζονται το σύνολο των φυκών, μυκήτων και βακτηρίων που παράγονται από ζύμωση κάποιου υποστρώματος και χρησιμεύουν για ζωοτροφές. Σε σύγκριση με τις συμβατικές τροφές, φυτικές ή ζωϊκής προέλευσης, αυτοί οι μικροοργανισμοί έχουν τα παρακάτω προτερήματα σαν παραγωγοί πρωτεΐνης:

- α. Η παραγωγή τους βασίζεται σε ανθρακούχα υποστρώματα που είναι διαθέσιμα σε μεγάλες ποσότητες (π.χ. άνθρακας, πετροχημικά, φυσικό αέριο) ή σε αγροτικά ή κυτταρινούχα υποπροϊόντα που σε άλλη περίπτωση θα προκαλούσαν ρύπανση.
- β. Στην πλειοψηφία τους έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες (40-70% του ξηρού βάρους ολική πρωτεΐνη).
- γ. Έχουν πολύ σύντομο χρόνο αναγέννησης. Σε βέλτιστες συνθήκες καλλιέργειας, τα βακτήρια διπλασιάζουν την βιομάζα τους μέσα σε 0,5-2 ώρες, οι ζύμες σε 1-3 ώρες και τα φύκη σε 2-6 ώρες.
- δ. Μπορούν να καλλιεργηθούν σε περιορισμένο χώρο και να παράγονται συνεχώς ανεξάρτητα από το κλίμα.
- ε. Μέχρι κάποιο βαθμό, η τροφική τους σύσταση μπορεί να ελεγχθεί με γενετικούς χειρισμούς.

Το μεγαλύτερο ερευνητικό ενδιαφέρον μέχρι τώρα έχει στραφεί στις ζύμες και ιδιαίτερα στην αλκανική πετροχημική ζύμη.

Αν και αναφέρθηκαν ενθαρρυντικά αποτελέσματα από τους *Tiewes et al.* (1979), με τη σύνθεση τροφής από αλκανική ζύμη που αντικαθιστούσε ιχθυάλευρο σε τροφές πέστροφας, στις περισσότερες μελέτες όπου χρησιμοποιήθηκε αλκανική ζύμη σαν μοναδική ή κύρια πηγή πρωτεΐνης, αποτέλεσμα υπήρξε ο μειωμένος ρυθμός αύξησης και η χαμηλή χρησιμοποίηση της τροφής σε σχέση με το ιχθυάλευρο (*Matty & Smith, 1978, Attack & Matty, 1979, Attack et al., 1979, Nose, 1974, 1975, Beck et al., 1979, Cowey et al., 1971*).

Στην πράξη όμως, η αλκανική ζύμη έχει ενσωματωθεί με επιτυχία σε σιτηρέσια σαλμονοειδών αντικαθιστώντας το ιχθυάλευρο σε ποσοστά 25-50% χωρίς μείωση του ρυθμού αύξησης ή της θρεπτικής αξίας της τροφής (*Cropp et al., 1976, Tiewes et al., 1979, Beck et al., 1979, Mahnken et al., 1980, Spinell et al., 1979*). Επίσης σύνδυασμός του *Torulopsis utilis* και του *Endomycopsis fibuliger* έδωσε επιτυχή αντικατάσταση της πρωτεΐνης του ιχθυάλευρου κατά 50%

όπως και ο *Pekilomyces varioti* σε τροφές για σολομό (Bergstroem, 1979).

Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρθηκαν και με μικροβιακή πρωτεΐνη βακτηρίων, ιδιαίτερα του *Methylophilus methylotrophus* καλλιεργούμενου σε υπόστρωμα μεθανόλης. Από τις μελέτες δείχτηκε ότι τα μεθανολικά βακτήρια μπορούν να αντικαταστήσουν, μέχρι και 75%, την πρωτεΐνη του ιχθυάλευρου σε τροφές σαλμονοειδών (Kaushik & Luquet, 1980, Bergstroem, 1979, Tiems et al., 1979) και μέχρι 50% την πρωτεΐνη του ιχθυάλευρου σε τροφές τιλάπιας (Viola & Zohar, 1984).

Η βακτηριακή μικροβιακή πρωτεΐνη στην πέστροφα έχει χαμηλότερη θρεπτική αξία από την αλκανική ζύμη (Matty & Smith, 1978, Attack & Matty, 1979) σε αντίθεση με τον κυπρίνο όπου ισχύει το αντίθετο (Attack et al., 1979).

Τα μονοκύτταρα φύκη, εκτός από τη χρήση τους σαν τροφές των προνυμφών ψαριών και καρκινοειδών (Appelbaum, 1979, Watanabe et al., 1983), έχουν χρησιμοποιηθεί σε αποξηραμένη μορφή (Stanley & Jones, 1976) και σε τροφές ψαριών. Γενικά, τα αποξηραμένα φύκη βρέθηκαν ότι έχουν χαμηλότερη θρεπτική αξία από το ιχθυάλευρο, τις ζύμες και τα βακτήρια (*Spirulina maxima*, Matty & Smith, 1978, Attack & Matty, 1979, Attack et al., 1979). Όμως οι έρευνες των Appler και Jaunsey (1983) στην τιλάπια *Oreochromis niloticus* και των Hopher et al. (1979), Meske και Pfeffer (1978) με τον κυπρίνο έδειξαν ότι ορισμένα φύκη μπορούν να αντικαταστήσουν μερικά το ιχθυάλευρο (~ 20%) σε τροφές ψαριών (*Cladophora glomerata*, *Scenedesmus obliquus*, *Chlorella* spp., *Oocystis* spp., *Euglena* spp.).

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΟΠΟΙΑ ΥΠΟΒΑΛΛΟΝΤΑΙ ΟΡΙΣΜΕΝΑ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ

Οι κατεργασίες στις οποίες έχουν υποβληθεί τα υποπροϊόντα πριν φτάσουν στην τελική τους μορφή, συνήθως επηρεάζουν και τη διατροφική αξία τους.

Τα υποπροϊόντα των ζυμώσεων ή της απόσταξης συνήθως χρειάζονται θέρμανση για να μειωθεί η υγρασία τους. Επειδή αυτό κοστίζει μερικές φορές δεν είναι πολύ ξηρά. Υγρασίες 12% είναι επιβλαβείς κατά την αποθήκευσή τους.

Η θέρμανση χρησιμοποιείται και για τα υποπροϊόντα της εκχύλισης λαδιού, αλλά με διαφορετικό σκοπό. Γενικά υπάρχουν τρεις μέθοδοι εκχύλισης λαδιού. Στην παλιότερη που ονομάζεται και μηχανική εκχύλιση οι σπασμένοι σπόροι ψήνονται με ατμό και η ζεστή υγρή μάζα απλώνεται σε στοίβες μέσα σε χοντρό ύφασμα όπου και συμπιέζεται. Μ' αυτό τον τρόπο μπορεί να μείνει έως και 5% λάδι. Η δεύτερη μέθοδος είναι επίσης μηχανική. Ο σπόρος αφού κοπεί και ξεραθεί, ζεσταίνεται και συμπιέζεται. Η θέρμανση και σ' αυτή την περίπτωση είναι σημαντική. Στην τρίτη μέθοδο ο σπόρος εκχυλίζεται μ' ένα πτητικό διαλύτη και στη συνέχεια το υπόλειμμα θερμαίνεται για την απομάκρυνση του διαλύτη. Το λάδι που παραμένει, μ' αυτό τον τρόπο είναι περίπου 1%. Η μάζα του υποπροϊόντος που μένει μπορεί να χρειάζεται παραπέρα θέρμανση για να αυξηθεί η πεπτικότητά του. Η απαιτούμενη ένταση και η διάρκεια της θέρμανσης πρέπει να προσδιορίζεται πειραματικά για κάθε υποπροϊόν, γιατί εάν υπερβεί κάποιο όριο μειώνει τη βιολογική αξία της πρωτεΐνης. Το πρώτο δε αμινοξύ που επηρεάζεται και παρουσιάζει μειωμένη διαθεσιμότητα είναι η λυσίνη. Επίσης η θέρμανση μπορεί να προκαλέσει και μετουσίωση των πρωτεϊνών και συνεπώς μείωση της πεπτικότητάς τους.

Η πεπτικότητα των υδατανθράκων συνήθως βελτιώνεται με θέρμανση.

5. ΤΟΞΙΝΕΣ ΠΟΥ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΠΕΡΙΕΧΟΝΤΑΙ ΣΕ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ

Τοξικά προϊόντα που μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη των ψαριών είναι μυκοτοξίνες, αναστολείς ανάπτυξης σε φυτικά υποπροϊόντα, βακτήρια και υπολείμματα εντομοκτόνων και φυτοφαρμάκων.

• Εντομοκτόνα και χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες

Οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες επηρεάζουν το ποσοστό των εκκολαπτόμενων αυγών και την επιβίωση των νεαρών ψαριών.

Το *toxaphene* αποδείχθηκε πως παρεμποδίζει τον μεταβολισμό της βιταμίνης C και δημιουργεί σκελετικά προβλήματα. Η διελδρίνη επηρεάζει τον μεταβολισμό των αμινοξέων και των πρωτεϊνών. Αυξημένη δε δραστηριότητα του θυρεοειδούς παρατηρήθηκε με DDT.

Από ορισμένα αμερικάνικα εργαστήρια προτάθηκε τα ιχθυέλαια όταν χρησιμοποιούνται σε ποσοστό 3-5% της τροφής να μην περιέχουν περισσότερο από 2 ppm και τα ιχθυάλευρα 0,1 ppm από οργανοχλωριωμένες ενώσεις και πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB).

- **Salmonella**

Προέρχεται κυρίως από ζωικά υποπροϊόντα όταν συνθήκες ξήρανσης ή και διατήρησης δεν είναι καλές.

- **Αναστολείς πεπτικών ενζύμων**

Σχεδόν όλα τα φυτικά υποπροϊόντα περιέχουν τους αναστολείς αυτούς που μπορούν όμως να μειωθούν με κατάλληλες κατεργασίες. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για τα ψάρια, που βρέθηκε πως είναι πολύ περισσότερο ευαίσθητα απ' ό,τι τα θηλαστικά σε ορισμένους από αυτούς.

Η κύρια τάξη των αναστολέων είναι οι **αναστολείς της θρυψίνης** που βρίσκονται σχεδόν σε όλα τα φυτικά υποπροϊόντα, είναι πρωτεϊνικά μόρια και το ποσοστό τους μειώνεται με θερμική κατεργασία. Άλλη τάξη είναι οι **αιμαγλουτινίνες** (λεκτίνες), που προκαλούν συγκόλληση των ερυθρών αιμοσφαιρίων *in vitro*. Φαίνεται πως οι ενώσεις αυτές μπορούν να αποκολλούν λιπάσες και αμυλάσες που είναι προσδεμένες στην επιφάνεια του εντέρου και μ' αυτόν τον τρόπο να μειώνουν τη δραστηριότητά τους. Περιέχονται και τα δύο στο σογιάλευρο, που δεν έχει κατεργαστεί αρκετά με θέρμανση. Οι **ταννίνες** επίσης, που περιέχονται σε ορισμένα φυτικά προϊόντα, π.χ. από χαρούπι, προκαλούν μειωμένη πεπτικότητα των πρωτεϊνών. Η βαμβακόπιττα περιέχει **γκοσυπόλη και λιπαρά οξέα με δακτύλιο κυκλοπροπενίου που προκαλούν διατροφικές δυσκολίες**. Η πίττα του **λινελαίου** περιέχει ενώσεις που παρεμποδίζουν τον μεταβολισμό της **πυριδοξίνης και γλυκοζίτες που δημιουργούν κυάνιο**. Τα περισσότερα φυτικά υποπροϊόντα περιέχουν και **φυτικό οξύ** που μειώνει τη διαθεσιμότητα τόσο των πρωτεϊνών όσο και των ανόργανων συστατικών. Γι' αυτό το λόγο και πολλά από τα περιεχόμενα σ' αυτά ανόργανα στοιχεία δεν είναι διαθέσιμα στον οργανισμό του ψαριού.

6. ΑΛΛΑ ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ

• Αντιοξειδωτικά

Οι ιχθυοτροφές περιέχουν υψηλά ποσά πολυακόρεστων λιπαρών οξέων που μπορούν να οξειδωθούν εύκολα. Με την οξείδωσή τους μπορούν να καταστραφούν και οι βιταμίνες A, K & E, καροτενοειδή και αμινοξέα με συνέπεια τη μείωση της βιολογικής αξίας της τροφής. Από τις χημικές ενώσεις, που έχουν χρησιμοποιηθεί έως τώρα τρεις έχουν βρεθεί ως οι πιο δραστικές και οικονομικές για χρησιμοποίηση σε ζωοτροφές.

α) Εθοξυκίνη (1,2 διυδρο-6 εθοξυ-2,2,4-τριμέθυλο κινολίνη)

β) ΒΗΑ (βουτυλιωμένο υδροξυ-ανισόλιο)

γ) ΒΗΤ (βουτυλιωμένο υδροξυ-τολουόλιο)

Τα επίπεδα προσθήκης τους στο τελικό προϊόν δεν πρέπει να είναι ανώτερα από: Εθοξυκίνη 150 ppm και ΒΗΤ ή ΒΗΑ 200 ppm.

• Ζωϊκά λίπη

Μπορούν να προστεθούν στην τροφή για να αυξήσουν το περιεχόμενο της σε ενέργεια, ιδιαίτερη μέριμνα όμως πρέπει να λαμβάνεται στην περίπτωση των ιχθυοτροφών το συνολικά περιεχόμενο λίπος στα πέλλετες να είναι ισορροπημένο από άποψη λιπαρών οξέων ώστε να μην υπάρξουν διαιτητικά προβλήματα. Πειράματα με πέστροφα, η οποία είναι ψάρι κρύων νερών, έδειξαν πως ζωϊκά λίπη με σ.τ. 38°C έχουν πεπτικότητα μεγαλύτερη από 70% άσχετα του μεγέθους των ψαριών, ενώ για μεγαλύτερα σ.τ. η πεπτικότητα μειώνεται σημαντικά (π.χ. για σ.τ. 53°C η πεπτικότητα είναι μόνο 20%).

Τα ζωϊκά λίπη μπορούν να προστεθούν υπό μορφή σπρέυ στην επιφάνεια του πέλλετες αφού πρώτα υγροποιηθούν με θέρμανση σε θερμοκρασία μεγαλύτερη του σημείου τήξεώς του. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να μειωθεί και η σκόνη σε τροφές που είναι πολύ ψιλοκομμένες.

• Συγκολλητικές ύλες

Οι κόκκοι των υποπροϊόντων και των πρόσθετων πρέπει να συγκρατούνται με αρκετά ισχυρές δυνάμεις μέσα στα πέλλετες ώστε αυτά να μην διαλύονται εύκολα όταν πέφτουν στο νερό. Σαν συγκολλητικές ύλες χρησιμοποιούνται κυρίως παράγωγα των σακχάρων, όπως μελά-

σα, δεξτρίνες καθώς και άμυλο ή υποπροϊόντα με μεγάλη περιεκτικότητα αμύλου όπως οι βίτες. Σημασία στην τελευταία περίπτωση έχει η κατεργασία του μείγματος προτού αυτό πελετοποιηθεί με ατμό, ο οποίος ζελατινοποιεί το άμυλο και με αυτόν τον τρόπο αυξάνει τη συνεκτικότητα των πέλλετς. Σαν συγκολλητική ύλη έχει επίσης χρησιμοποιηθεί και ο μπεντονίτης.

7. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ

Τα προβλήματα που μπορούν να εμφανιστούν κατά την αποθήκευση οφείλονται σε προσβολή από έντομα, μικροοργανισμούς καθώς και χημικές αλλοιώσεις των τροφών.

• Έντομα

Τα περισσότερα προβλήματα προέρχονται από σκαθάρια και λεπιδόπτερα. Οι παράγοντες που ευνοούν την ανάπτυξή τους είναι κυρίως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία στον αέρα και η υγρασία της τροφής:

Επίσης οι φυσικές ιδιότητες της τροφής έχουν σημασία. Πιο εύκολα προσβάλλονται τροφές ή υποπροϊόντα με μεγάλη υγρασία, > 16%, μικρού μεγέθους κόκκων και όχι πολύ συμπαγών κόκκων. Η καλύτερη θερμοκρασία για την ανάπτυξη των εντόμων είναι 28°C και η σχετική υγρασία 70%. Η ανάπτυξη των εντόμων μερικές φορές προκαλεί υπερθέρμανση των τροφών με συνέπεια την περαιτέρω ανάπτυξη μικροοργανισμών. Η προσβολή των τροφών από έντομα μπορεί εκτός από την απώλεια της τροφής σε βάρος, να προκαλέσει και απώλεια της θρεπτικής της αξίας και αλλοίωση της γεύσης της. Τα έντομα εκκρίνουν λιπάσες που προκαλούν υδρόλυση των λιπών σε λιπαρά οξέα, τα οποία στη συνέχεια λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, που επικρατούν μπορούν να οξειδωθούν ευκολότερα, αλλοιώνοντας έτσι τη γεύση των τροφών. Ορισμένα από τα έντομα μπορεί να είναι φορείς και παθογόνων οργανισμών όπως της σαλμονέλλας.

Ο μόνος τρόπος για να μειωθεί η πιθανότητα προσβολής από έντομα είναι η διατήρηση της υγρασίας των υποπροϊόντων και των τροφών σε

χαμηλά επίπεδα, η διατήρηση επίσης της σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας και της θερμοκρασίας σε χαμηλές τιμές με καλό αερισμό.

• Μικροοργανισμοί

Οι κατεργασίες στις οποίες υπόκεινται τα περισσότερα υποπροϊόντα καταστρέφουν τους μικροοργανισμούς, που πιθανώς να ευρίσκονται πάνω σ' αυτά. Ορισμένα όμως σπόρια μυκήτων μπορεί να είναι ανθεκτικά στις κατεργασίες αυτές και αναπτύσσονται όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές. Επίσης μπορεί να συμβεί και δευτερογενής μόλυνση. Η ανάπτυξη τους ευνοείται από υγρασία υποπροϊόντος 15-20%, σχετικές υγρασίες της ατμόσφαιρας 70-90%. Κάτω από ευνοϊκές συνθήκες οι μύκητες μπορούν να ανεβάσουν τη θερμοκρασία των τροφών σε 55°C και την υγρασία τους σε 20%. Όταν συμβεί αυτό μπορεί να υπάρξει και δευτερογενής μόλυνση από βακτήρια. Οι πλέον κοινοί μύκητες είναι των ειδών *Aspergillus* & *Penicillium*. Τα κύρια αποτελέσματα της ανάπτυξης μυκήτων στις τροφές, εκτός από την αύξηση της θερμοκρασίας και υγρασίας του προϊόντος, που ευνοεί την περαιτέρω ανάπτυξή τους και τις χημικές αλλοιώσεις της τροφής, είναι η παραγωγή μυκοτοξινών και γεύσεως μούχλας. Η πλέον τοξική από τις μυκοτοξίνες η αφλατοξίνη παράγεται από τον *Aspergillus flavus* και είναι γνωστή για τις καρκινογενείς της ιδιότητες. Τα ψάρια φαίνεται να είναι πολύ πιο ευαίσθητα στην τοξίνη αυτή απ' ό,τι τα θηλαστικά καθώς το LD₅₀ για την πέστρופα είναι 0,5 mg/kg βάρους ενώ π.χ. για τον ποντικό είναι 9 mg/kg και για το πρόβατο 2 mg/kg. Περιορισμός της ανάπτυξης των εντόμων περιορίζει και την ανάπτυξη μυκήτων. Άλλος τρόπος είναι η χρήση χημικών συντηρητικών όπως του προπιονικού οξέος.

• Χημικές αλλοιώσεις

Οι χημικές αλλοιώσεις, που συμβαίνουν στην τροφή οφείλονται κυρίως στις οξειδώσεις των λιπών. Η οξείδωση αυτή μπορεί να καταστρέψει ορισμένες βιταμίνες και να μειώσει τη διαθεσιμότητα αμινοξέων. Παράγοντες που ευνοούν την οξείδωση των λιπαρών οξέων είναι η παρουσία ενζύμων, όπως της λιποξειδάσης, υπεριώδους ακτινοβολίας, υψηλών θερμοκρασιών και κατάλυση από ιχνοστοιχεία όπως σίδηρο, χαλκό, κοβάλτιο και ψευδάργυρο.

Μπορεί να παρεμποδιστεί με τη χρήση αντιοξειδωτικών.

Γ. Η ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ: PELLETS-EXTRUDER-EXPANDER

Η πολύ γρήγορη ανάπτυξη της συστηματικής ιχθυοκαλλιέργειας στη Μεσόγειο την τελευταία δεκαετία χωρίς την παράλληλη ανάπτυξη των σχετικών αγορών έχει οδηγήσει τις περισσότερες από τις ιχθυοτροφικές μονάδες σε μία κατάσταση έντονου ανταγωνισμού όπου οι τιμές πώλησης των ψαριών έχουν ισχυρά πτωτική τάση.

Το κόστος της τροφής είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες στη λειτουργία της ιχθυοτροφικής μονάδας. Η κατάλληλη διαχείριση του διατροφικού συστήματος των ψαριών και η επιλογή της κατάλληλης τροφής συντελούν σε σημαντικό βαθμό στην προσέγγιση του μέγιστου οικονομικού αποτελέσματος. Επί πλέον υπέρβαση στις διατροφικές ανάγκες για μακρό χρονικό διάστημα έχει δυσάρεστες συνέπειες, όπως π.χ. την μόλυνση του περιβάλλοντος.

Σήμερα στα σύγχρονα συστήματα διατροφής, περιλαμβάνονται μόνο ξηρές τροφές με περιεχόμενο υγρασίας 8-12%, σταθερής σύνθεσης και μορφοποιημένες σε σχήμα και μέγεθος, ώστε να καλύπτουν πλήρως τις απαιτήσεις του είδους και του σταδίου ανάπτυξης των ψαριών από τα οποία πρόκειται να καταναλωθούν. Π.χ. ψάρια που λαμβάνουν την τροφή τους στην επιφάνεια (επιπλέουσες τροφές) στο νερό (αιωρούμενες στο νερό τροφές) στον πυθμένα (βυθιζόμενες τροφές). Επίσης η σύνθεση των θρεπτικών συστατικών θα πρέπει να είναι ανάλογη ώστε να καλύπτει τις ειδικές ανάγκες των ψαριών και να προσελκύουν αυτά.

Υπάρχουν ορισμένοι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ψαριών στη διατροφή. Για να είναι αποδοτική μια ιχθυοτροφή θα πρέπει πέρα από τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων της να είναι ελκυστικά αποδεκτή από τα ψάρια, έχοντας τα κατάλληλα στοιχεία στα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Εμφάνιση: Μέγεθος, σχήμα, χρώμα.

Η τροφή που δίνεται στα ψάρια θα πρέπει να μοιάζει με την πραγματική τους τροφή. Αυτό εξαρτάται από το τι τα ψάρια συνηθίζουν να τρώνε.

Οσμή: Πρέπει να έχει μακράς διάρκειας χημική ελκυστικότητα.

Τα ψάρια μπορούν να χρησιμοποιούν τη γεύση και την οσμή για να αναγνωρίζουν την τροφή τους από απόσταση.

Υφή: Η σκληρότητα/απαλότητα, ξηρότητα/υγρότητα, ταχύτητα/ομαλότητα επιφάνειας, παίζουν σημαντικό ρόλο στην ευληπτότητα της τροφής.

Γεύση: Οι υπάρχοντες γευστικοί κάλυκες στο στόμα ελέγχουν την αρεστή γεύση της τροφής.

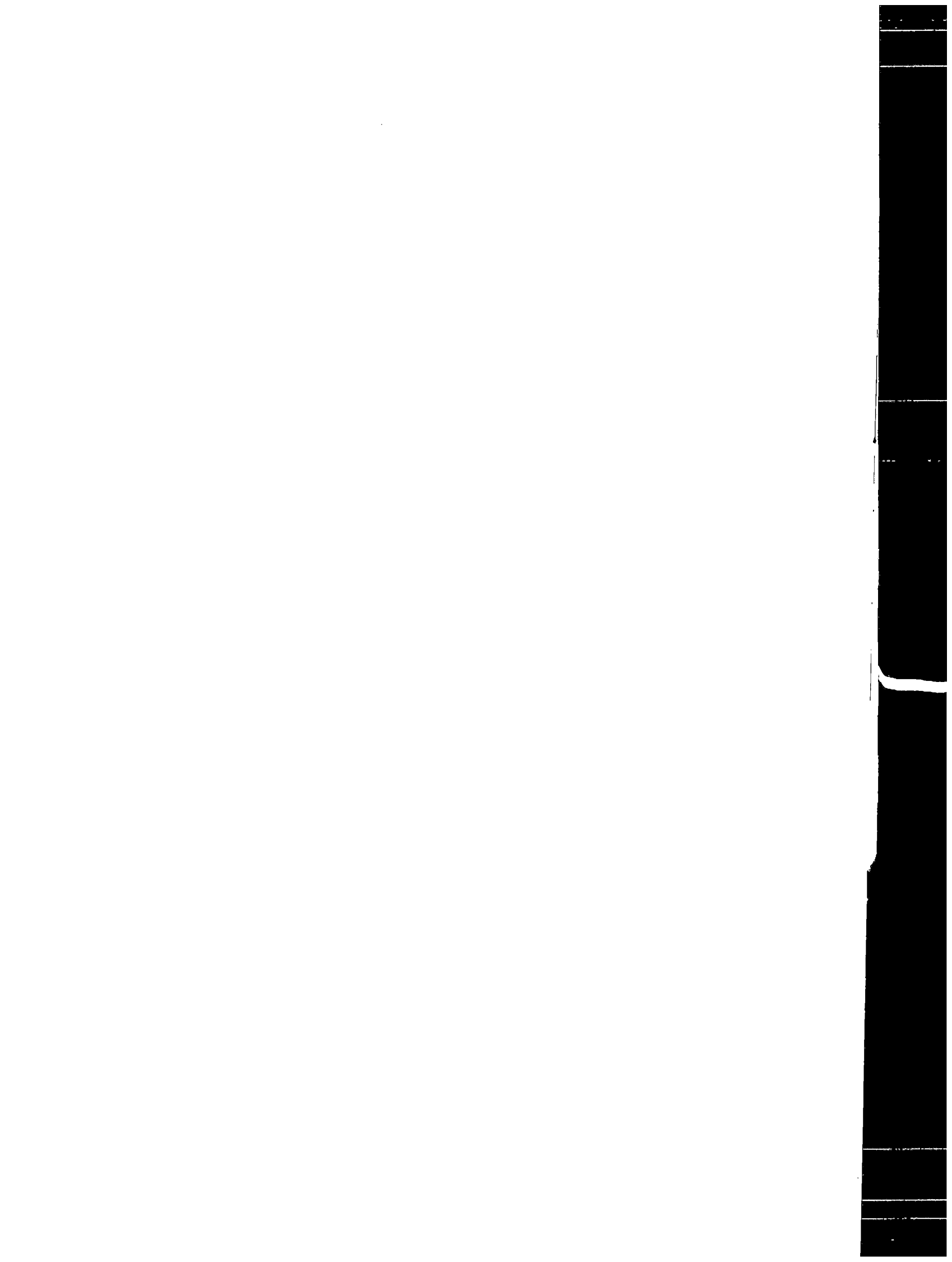
Ο προσδιορισμός του σημαντικότερου χαρακτηριστικού της ιχθυοτροφής εξαρτάται από το εάν στο συγκεκριμένο είδος ψαριού, επικρατούν παράγοντες ορατοί (σχήμα, χρώμα κ.λπ.) ή παράγοντες χημικοί (γεύση, οσμή κ.λπ.).

Γενικά πάντως, το ψάρι πρέπει πρώτα να πλησιάσει (προσανατολισμός απόστασης) την τροφή καθοδηγούμενο από έναν ελκυστικό παράγοντα. Όταν προσεγγίζει (προσανατολισμός προσέγγισης) την τροφή, ένας παράγοντας ακινητοποίησης γίνεται αιτία ώστε το ψάρι να σταματήσει την μετακίνησή του και υποκινούμενο να συλλάβει αυτή (δάγκωμα και γεύση). Η κατάποση της τροφής και η συνέχιση της πρόσληψης αυτής εξαρτάται από τους διεγερτικούς της όρεξης παράγοντες. Αντίστοιχα ισχυροί αρνητικοί παράγοντες (αποτρεπτικοί, κατασταλτικοί, αποκρουστικοί) μπορεί επίσης να υπάρχουν.

Ένας ή περισσότεροι παράγοντες ελέγχουν την ελκυστικότητα της τροφής, έχουν αναγνωριστεί σε αρκετά είδη ψαριών κι αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψη, γιατί η αντίδραση αυτού στην παρουσία της τροφής πρέπει να είναι άμεση και αποφασιστική. Η γνώση από τον ιχθυοκαλλιεργητή της έννοιας της όρεξης (πείνας) και του κορεσμού είναι πολύ σημαντική γιατί μπορεί να προσδιορίσει το σύστημα διατροφής (συχνότητα παροχής, ποσότητα και χρόνο των γευμάτων) ώστε να μεγιστοποιείται η κατανάλωση και η αποδοτικότητα της χρησιμοποιούμενης ιχθυοτροφής.

Το υδάτινο περιβάλλον μέσα στο οποίο λαμβάνονται από τα ψάρια οι τροφές, δίνει μια ιδιαιτερότητα σ' αυτές και απαιτεί να είναι σταθερές μέσα σ' αυτό μέχρι να παραλειφθούν από τα ψάρια, ώστε αφ' ενός να μην έχουμε απώλειες και αφετέρου να μην επιβαρύνουν το νερό και επηρεάζουν αρνητικά την υγιεινή κατάσταση των εκτρεφόμενων ψαριών.

Η επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού παρασκευής - επεξεργασίας των ιχθυοτροφών και η διάταξή του είναι ένα σημαντικό μέρος



της απόφασης για οποιαδήποτε Εταιρεία ή επιχείρηση αυτοεξυπηρέτησης που σχεδιάζει να ασχοληθεί με την παραγωγή ιχθυοτροφών.

Γενικά ο εξοπλισμός που απαιτείται στα περισσότερα στάδια είναι παραπλήσιος εκείνου που απαιτείται σ' ένα σύγχρονο εργοστάσιο ζωοτροφών, με κάποιες όμως εξαιρετικά μεγάλης σημασίας διαφορές που πρέπει να προσεχθούν όσον αφορά το σχεδιασμό και τα ειδικά χαρακτηριστικά των επί μέρους μηχανημάτων.

Οι κύριες λειτουργίες επεξεργασίας είναι:

- Αποθήκευση
- Δοσομέτρηση - ζύγιση
- Λεπτή άλεση (*MICRONIZE*)
- Ανάμειξη
- Πελλετοποίηση ή εξώθηση
- Τρίψιμο
- Κοσκίνισμα/Κοκκομετρία
- Προσθήκη Λίπους/Ελαίου
- Συσκευασία
- Αποθήκευση

Τα σημαντικότερα στάδια επεξεργασίας τα οποία προσδίδουν και την ιδιαιτερότητα στις εγκαταστάσεις παραγωγής ιχθυοτροφών είναι η λεπτή (*MICRONIZE*) και ομοιόμορφη (μέγεθος κόκκων) άλεση, ο βαθμός της θερμικής επεξεργασίας (πελλετοποίηση ή εξώθηση) για τη μορφοποίηση και βελτίωση της πεπτικότητας, καθώς επίσης η δυνατότητα ενσωμάτωσης υψηλού ποσοστού ειδικής σύνθεσης λίπους/ελαίου.

Τα τελευταία χρόνια αρκετές αξιόλογες και αποτελεσματικές μέθοδοι επεξεργασίας συστατικών και υλών στη Βιομηχανία Ιχθυοτροφών έχουν αναπτυχθεί που στηρίζονται στη διαχείριση της θερμότητας και της πίεσης. Διαφέρουν μεταξύ τους όσον αφορά το επίπεδο εφαρμογής και το χρόνο δράσης αυτών στο προϊόν. Οι τεχνικές αυτές έχουν καταστήσει δυνατή έτσι τη βελτίωση των θρεπτικών χαρακτηριστικών και της θρεπτικής αξίας των τυπικών συστατικών της τροφής (άμυλο, υδατάνθρακες), τα οποία άλλως είχαν περιορισμένη αξία για τα ζώα γενικά και τα ψάρια ειδικότερα.

Κεντρικά μηχανήματα όλων αυτών είναι η πρέσσα στην πελλετοποίηση και ο *EXTRUDER* στη συνολική εξώθηση οπότε ανάλογα χαρα-

κτηρίζεται και η ακολουθούμενη μέθοδος ως πελλετοποίηση η συνολική εξώθηση (*EXTRUSION*).

Πελλετοποίηση

Το άλευρο (ιχθυοτροφή) μέσα σ' έναν οριζόντιο ταχυανάμικτη (*CONDITIONER*) αναμιγνύεται με ατμό για περίοδο 20 δευτερόλεπτα και αποκτά θερμοκρασία 70-75° C και υγρασία 15-17%. Το μίγμα είναι προετοιμασμένο να περάσει στην πρέσσα για πελλετοποίηση η οποία πραγματοποιείται με πίεση διαμέσου ανάλογου μεγέθους οπών της μήτρας. Η διαδικασία αυτή ανεβάζει τη θερμοκρασία κατά περίπου 10° C για 2-3 δευτερόλεπτα ακόμη.

Κατά την έξοδο των *Pellets* από τη μήτρα υπάρχει διάταξη κοπής αυτών στο επιθυμητό μήκος. Στη συνέχεια τα *Pellets* ψύχονται και αποκτούν την ανάλογη σκληρότητα, στον συντομότερο δυνατό χρόνο.

Αυτή είναι η βασική λειτουργία της τεχνολογίας παρασκευής κόκκων με την πελλετοποίηση κατά την οποία επιδιώκεται η μορφοποίηση των ιχθυοτροφών και η βελτίωση της μετατρεψιμότητας και της σταθερότητάς των μέσα στο νερό.

Πρόσφατες έρευνες έχουν αποδείξει ότι με την παραδοσιακή μέθοδο επεξεργασίας παράγονται εξ' ίσου υψηλής ποιότητας ιχθυοτροφές, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται προσεκτικά επιλεγμένες συγκολλητικές ουσίες. Το αρνητικό της μεθόδου είναι ότι δεν μπορεί ν' αξιοποιήσει σοβαρή συμμετοχή αυτούσιων (ακατέργαστων) φυτικών υλών (αμυλούχων, κυτταρινούχων) και περιορίζεται σε ζωϊκής προέλευσης μόνο εξευγενισμένες ύλες, που συνήθως διαμορφώνουν υψηλό κόστος σύνθεσης. Αυτές όμως από τη φύση τους είναι εύπεπτες και δεν απαιτούν ιδιαίτερη θερμική επεξεργασία.

Άλλοι τρόποι και τεχνικές πιο αποτελεσματικής εφαρμογής της θερμότητας που συμπληρώνουν τη βασική αυτή μέθοδο επεξεργασίας είναι η προσθήκη μεταξύ του *CONDITIONER* και της πρέσσας:

1. Ενός ωριμαντή (*RIPENER BIN*) όπου η ιχθυοτροφή παραμένει κάτω από τη δράση του ατμού και της θερμοκρασίας για 15-20 λεπτά της ώρας (μακράς διάρκειας ωρίμανση).
2. Μιας δεύτερης πρέσσας (διπλή πελλετοποίηση).
3. Τέλος ενός συστήματος προσυμπύκνωσης-μερικής εξώθησης (*PRE-COMPRESSION-EXPANSION SYSTEM*), στο οποίο έχουμε επίδραση

θερμοκρασίας (έως 110°C) και πίεσης (έως 80 BAR) συγχρόνως για διάστημα 30-45 δευτερόλεπτα.

Από τον *EXPANDER* διέρχεται συνολικά η ιχθυοτροφή και υφίσταται την επεξεργασία και στη συνέχεια οδηγείται για πελλετοποίηση στην πρέσσα. Η επεξεργασία μερικής εξώθησης όπως και οι άλλες μέθοδοι σε μικρότερο βαθμό έχουν σημαντική επίδραση στο σπάσιμο των κυτταρικών μεμβρανών και τη ζελατινοποίηση του αμύλου. Η διαβάθμιση της επίδρασης αυτής μπορεί να φθάσει μέχρι το πλήρες σπάσιμο των άπεπτων κυτταρικών μεμβρανών και την πλήρη διάσπαση των αμυλοκόκκων, οπότε με την ολοκλήρωση έχουμε την πλήρη εξώθηση (*EXTRUSION*). Ο συνδυασμός αυτών των μεθόδων θερμικής επεξεργασίας με την πελλετοποίηση επιτρέπει τη διεύρυνση του καταλόγου των υλών που χρησιμοποιούνται στη σύνθεση των ιχθυοτροφών.

EXTRUSION (πλήρης εξώθηση)

Η *EXTRUSION* είναι μια τεχνολογία γνωστή από το 1797, όταν πρώτος ο Άγγλος *JOSEPH BRAMAH* χρησιμοποίησε μία χειροκίνητη εμβολοφόρο πρέσσα για να κατασκευάζει σωλήνες μολύβδου χωρίς ραφή. Έναν αιώνα αργότερα το 1869 οι *FELLOWS* και *BATES* στην Αγγλία ανέπτυξαν τον πρώτο κοχλιωτό *EXTRUDER*. Το κόστος όμως αυτών μέχρι πρότινος ήταν απαγορευτικό για να χρησιμοποιηθούν στη Βιομηχανία ζωοτροφών.

Τη δεκαετία του '60, αναπτύχθηκαν στις ΗΠΑ οι λεγόμενοι *LCE (LOW COST EXTRUDERS)* των οποίων η εξέλιξη στο τέλος της δεκαετίας του '70 και η επίλυση βασικών προβλημάτων που παρουσίαζαν στην αρχή, έδωσε τη δυνατότητα εφαρμογής των στην παρασκευή ζωοτροφών.

Η εξώθηση είναι μία τεχνολογία η οποία συνίσταται στον εξαναγκασμό της διέλευσης μιας προθερμανθείσας πάστας τροφής, δια μέσου μιας μήτρας η οποία την μορφοποιεί. Το κύριο εξάρτημα του *EXTRUDER* είναι ένας ή δύο κοχλίες, οι οποίοι περιστρέφονται με υψηλή σχετικά ταχύτητα, μέσα σ' ένα κυλινδρικό βαρέλι κατάλληλης διαμέτρου ώστε να εφαρμόζει ο κοχλίας.

Η αρχή λειτουργίας του είναι η επεξεργασία μαγειρέματος σε υψηλή θερμοκρασία και πίεση για περιορισμένο χρόνο.

Το πλήρες μείγμα της ιχθυοτροφής με την προσθήκη ατμού μέσα στον κύλινδρο υφίσταται την επίδραση της προοδευτικά αυξανόμενης

θερμοκρασίας (έως 180 °C) και πίεσης (έως 140 BAR) για 40-60 δευτερόλεπτα. Η *EXTRUSION* απαιτεί υψηλότερα επίπεδα υγρασίας, θερμοκρασίας και πίεσης απ' ό,τι οι λοιπές μέθοδοι θερμικής επεξεργασίας. Συνήθως το μείγμα (άλευρο) το οποίο πρέπει να είναι πολύ λεπτοαλεσμένο έχει ωριμάσει με ατμό ή νερό και έχει μετατραπεί σε μάζα (πάστα) πριν εισέλθει στον *EXTRUDER*. Η πάστα αυτή η οποία περιέχει 18-25% υγρασία ανάλογα με τη σύνθεσή της εκθλίβεται δια μέσου των οπών της μήτρας στο τέλος του κυλίνδρου πίεσης. Μέρος του υπερθερμαθέντος νερού που περιέχεται στην πάστα αμέσως μετά την οπή εξαερίζεται, καθώς η πίεση επανέρχεται πίσω στα επίπεδα της ατμοσφαιρικής και προκαλεί την εξώθηση. Ο βαθμός της εξώθησης που είναι συνάρτηση της πίεσης και τη θερμοκρασίας δημιουργεί προϊόν με μικρό ειδικό βάρος (0,28-0,38 TNS/M³) και περιέχει υψηλό ποσοστό υγρασίας το οποίο θα πρέπει σιγά-σιγά να αφαιρεθεί.

Στην περίπτωση της συνολικής *EXTRUSION* του προϊόντος συνήθως οι ευαίσθητες στη θερμότητα βιταμίνες, προστίθενται μετά την επεξεργασία και ξήρανση μαζί με το λίπος/έλαιο. Μερικές δε Εταιρείες παρασκευής ιχθυοτροφών επεξεργάζονται μεμονωμένα τις φυτικές ύλες και στη συνέχεια τις ενσωματώνουν στο μείγμα και τις πελλετοποιούν.

Οι φυσικές συγκολλητικές ουσίες κάτω απ' αυτές τις συνθήκες ενεργοποιούνται και συντελούν στη συγκόλληση και μορφοποίηση του προϊόντος, οι άπεπτες κυτταρικές μεμβράνες οι οποίες περιβάλλουν τα φυτικά κύτταρα και τους αμυλόκοκκους σπάνε και απελευθερώνουν το θρεπτικό περιεχόμενό τους, το οποίο όπως το άμυλο διασπάται σε απλά σάκχαρα και γίνεται πιο εύπεπτο. Επίσης η θερμική επεξεργασία αδρανοποιεί ή καταστρέφει διάφορους ενδογενείς αντιθρεπτικούς παράγοντες που είναι συνδεδεμένοι με τις φυτικές πρωτεΐνες και κάποιους εξωγενείς παράγοντες που επιμολύνουν τα ζωϊκά υποπροϊόντα (Σαλμονέλα).

Εντούτοις ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται κατά τη διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας ώστε να διασφαλιστούν οι κατάλληλες και σταθερές συνθήκες (υγρασία, πίεση, θερμοκρασία) οι οποίες δεν θα επιδράσουν αρνητικά στην ιχθυοτροφή, καταστρέφοντας τις πρωτεΐνες και μειώνοντας τη διαθεσιμότητά τους είτε με τη μετουσίωσή τους, είτε με τη δημιουργία συμπλόκων μ' άλλα συστατικά όπως τα σάκχαρα.

Επίσης θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η καταστροφική επίδραση που μπορεί να έχει η θερμοκρασία σε ορισμένα προσθετικά (βιταμίνες).

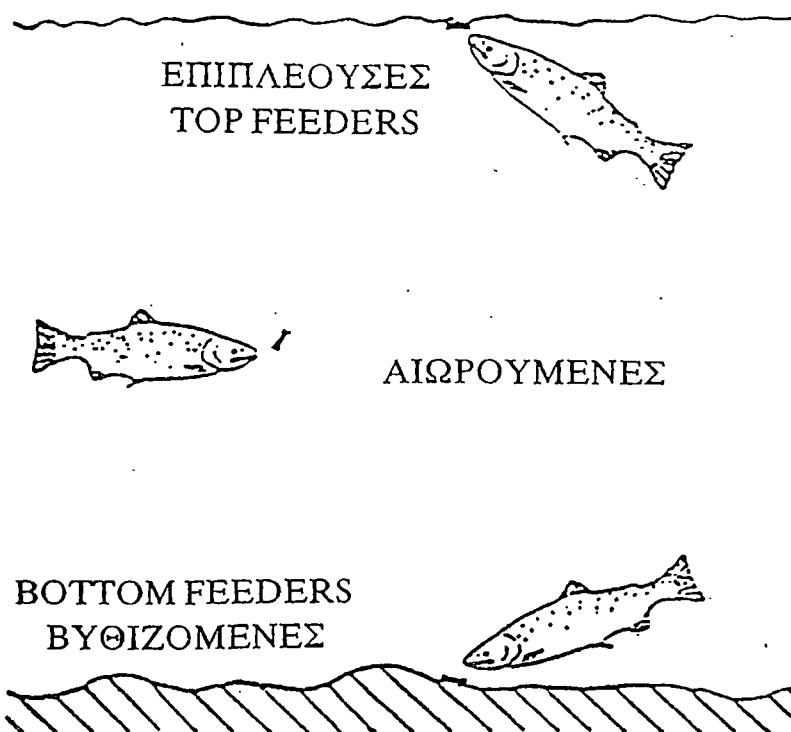
Υπάρχουν αρκετές και σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων μεθόδων επεξεργασίας και μορφοποίησης των ιχθυοτροφών, όσον αφορά την εφαρμοζόμενη τεχνολογία, το κόστος και φυσικά το επιτυγχανόμενο αποτέλεσμα.

Οι σημαντικότεροι παράγοντες οι οποίοι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και ν' αξιολογούνται κατά την επιλογή της μιας ή της άλλης μεθόδου είναι:

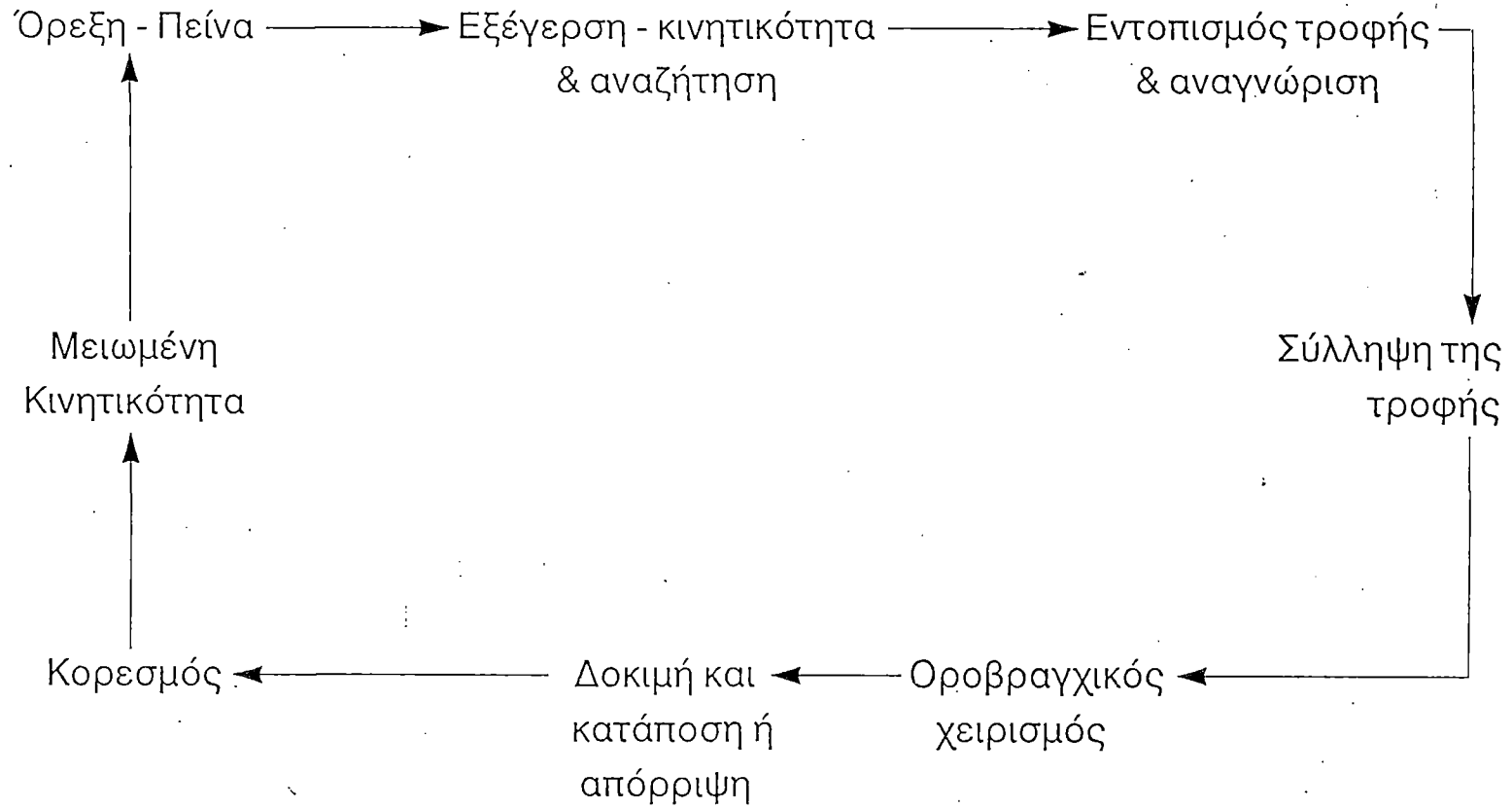
- Είδη ψαριών που θα διατραφούν.
- Είδη πρώτων υλών που θα επεξεργασθούν.
- Κόστος τελικό.

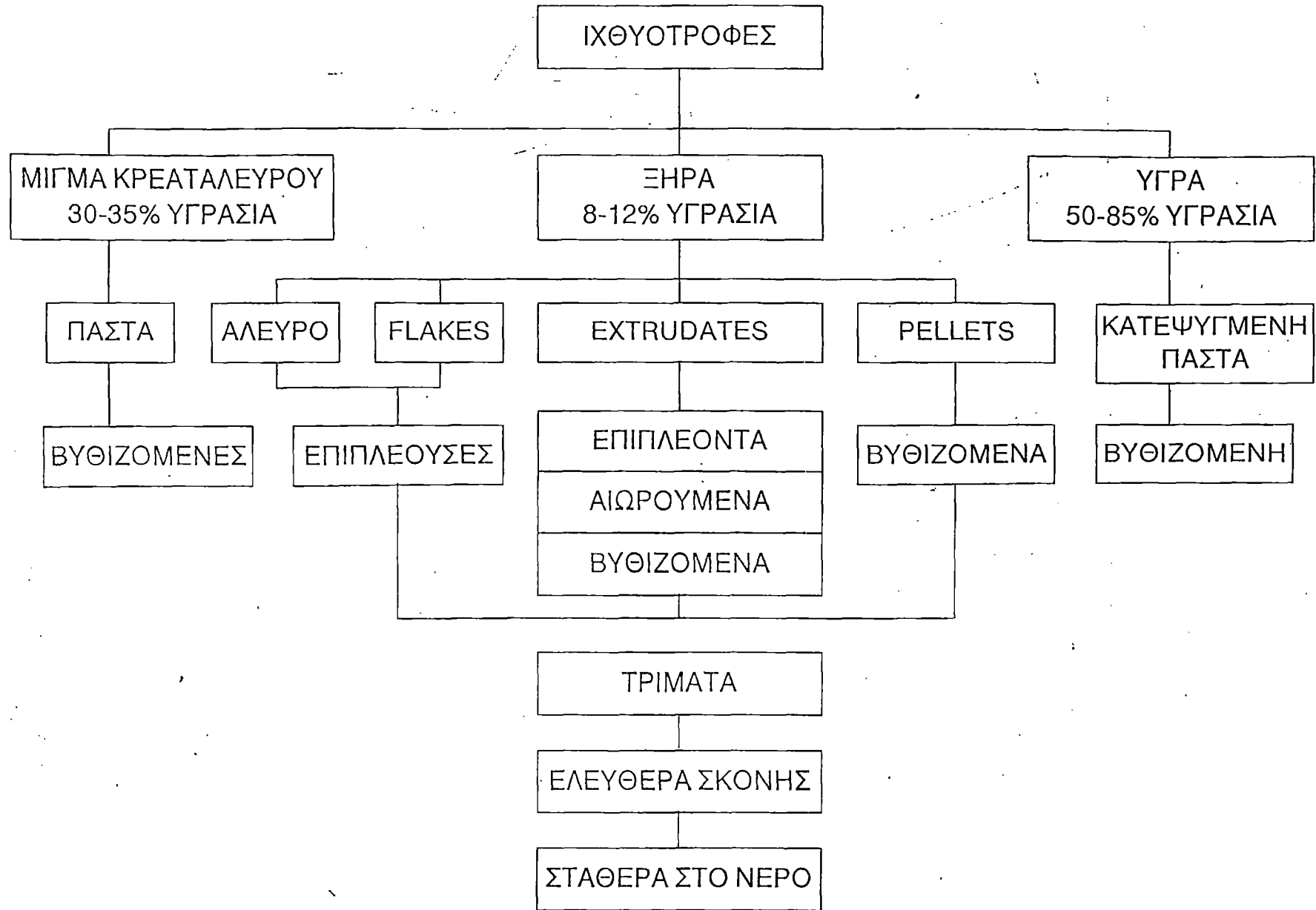
Πάντως η οικονομικότητα των νέων σχετικά μεθόδων προς το παρόν είναι υπό συζήτηση, παρ' όλο ότι είναι το μέλλον.

ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ



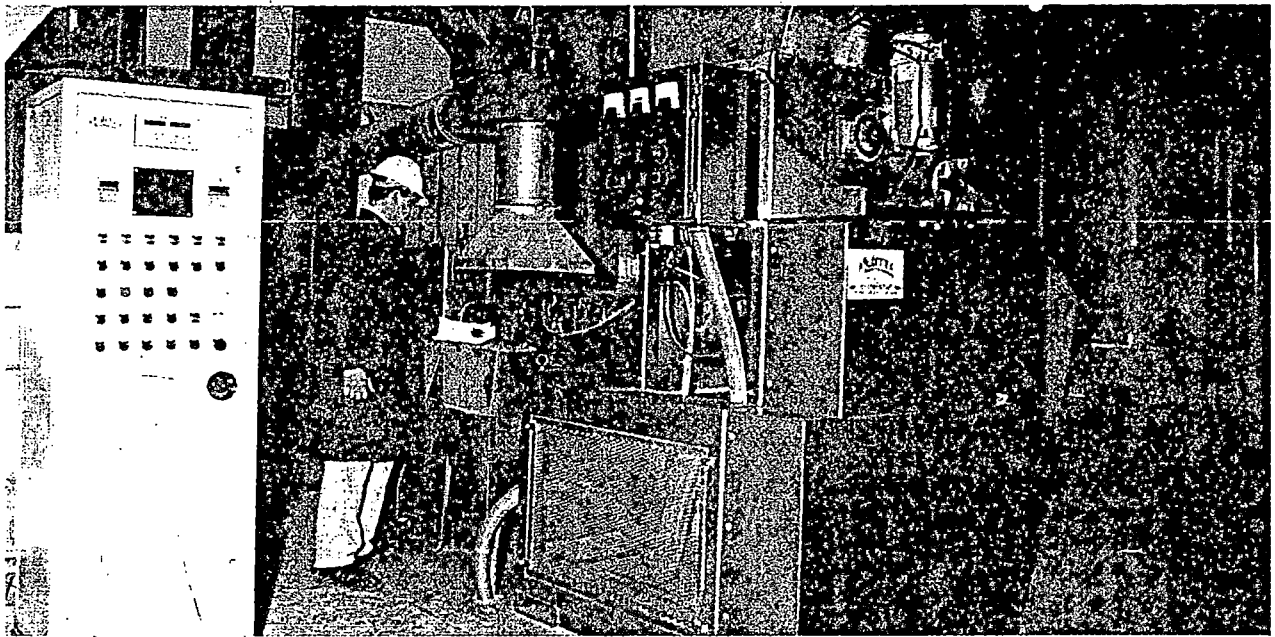
Διατροφικός κύκλος ψαριών





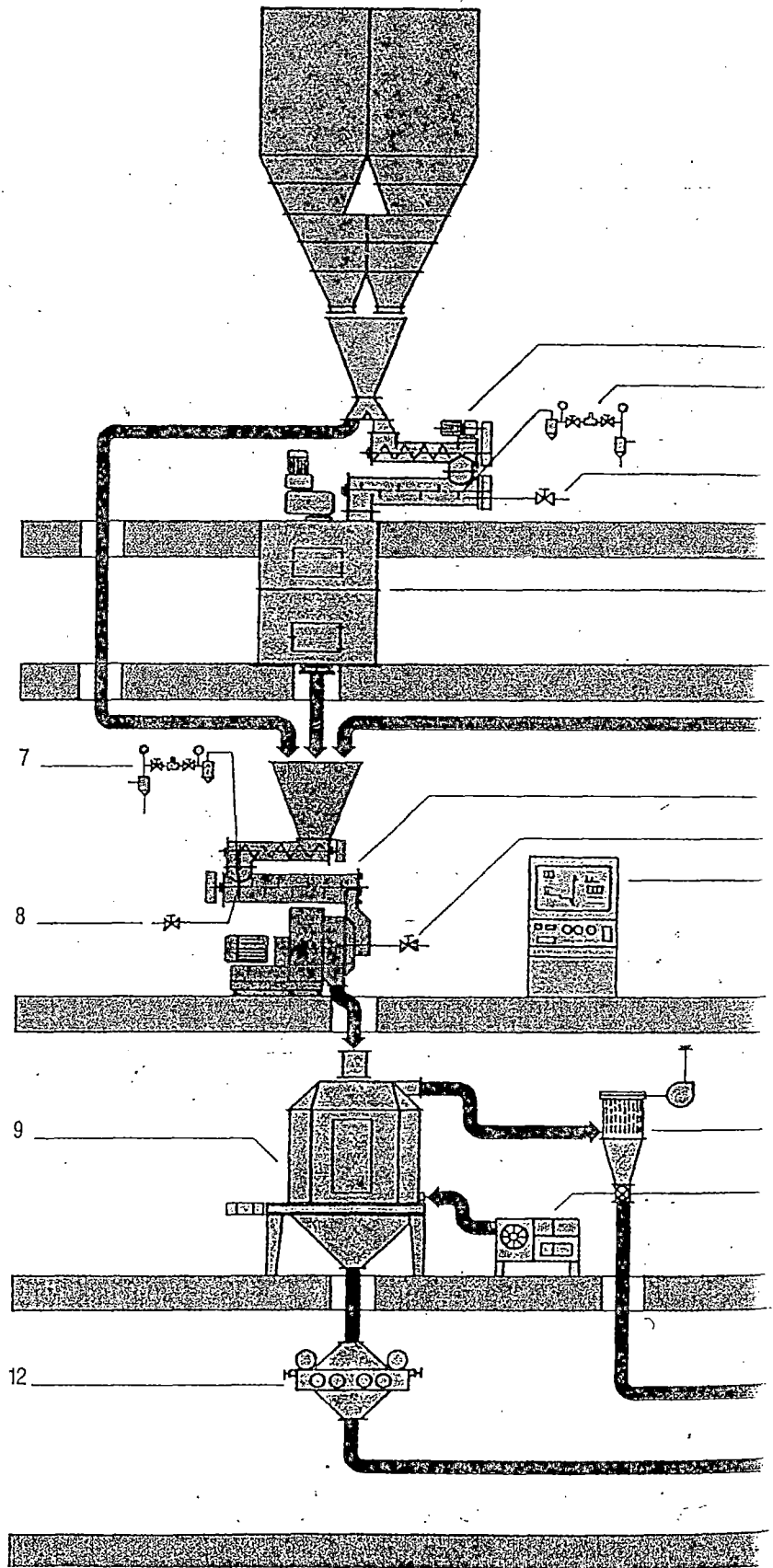
Διαφορές στις ιχθυοτροφές με πελλετοποίηση και EXTRUDER

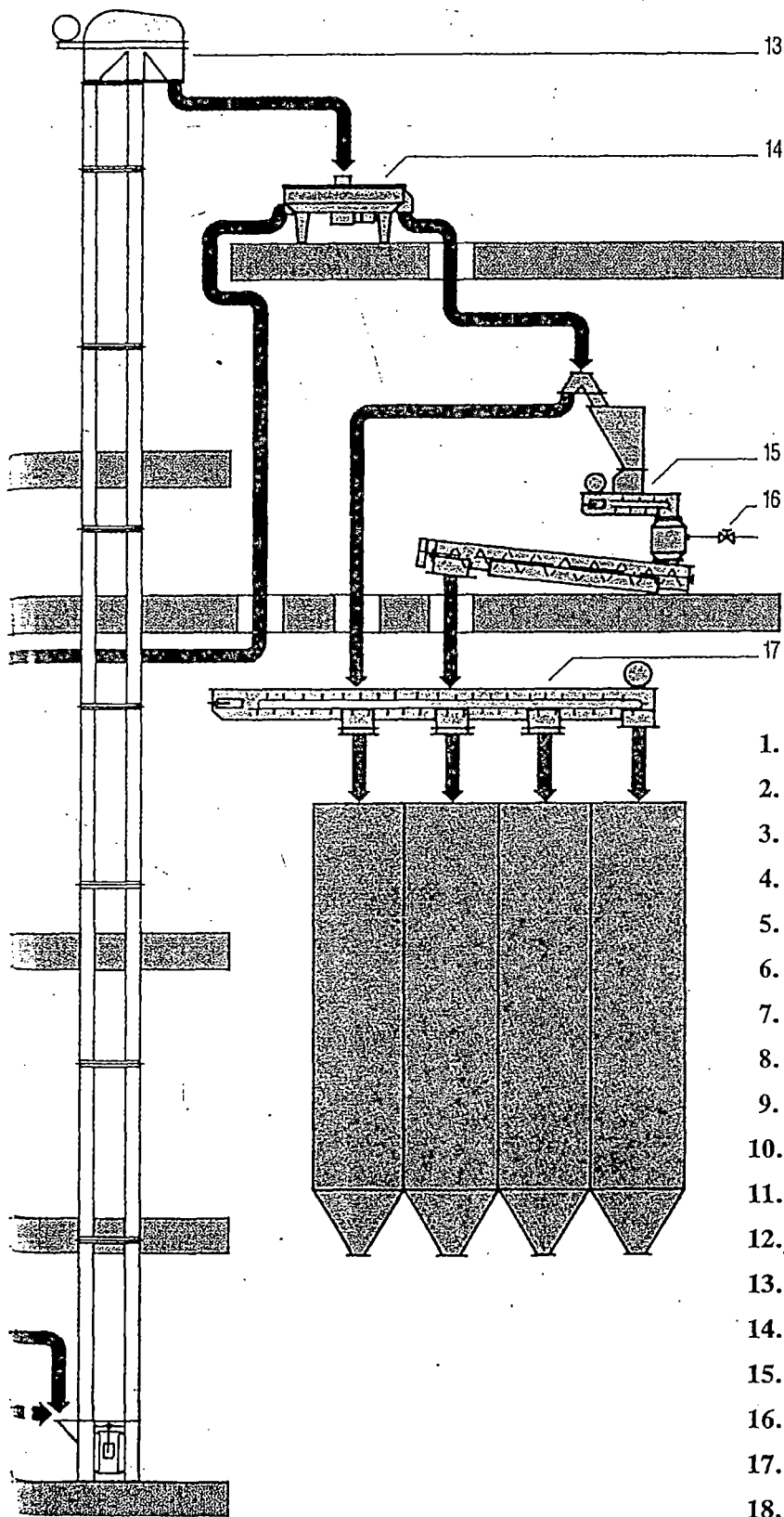
<i>Πελλετοποιημένη τροφή</i>	<i>Τροφές από EXTRUDER</i>
1. Μέγεθος κόκκων διαμορφούμενο από 1,3 - 10 mm	Μέγεθος κόκκων 1,3 - 25 mm
2. Δύσκολη η παραγωγή επιπλέουσας τροφής ή αργής ρύθμισης.	Δυνατότητα παραγωγής με ελεγχόμενο ειδικό βάρος (επιπλέουσες, αιωρούμενες κ.λπ.).
3. Σταθερότητα στο νερό μόνο με προσθήκη καλών συγκολλητικών και προσοχή στην παραγωγική διαδικασία.	Εύκολα επιτυγχανόμενη σταθερότητα στο νερό
4. Περιεχόμενη υγρασία 16-17% μέγιστο.	Εφαρμοζόμενη σε προϊόντα μέχρι 55% περιεχόμενη υγρασία.
5. Παραγόμενοι κόκκοι όχι πάντα ομοιόμορφου μεγέθους, που εξαρτάται από το κόσκινο μετά την προσθήκη λίπους.	Ευκολότερα επιτυγχάνεται ομοιομορφία στο μέγεθος των κόκκων.
6. Θερμοκρασία επεξεργασίας 60-90 °C.	6. Θερμοκρασία επεξεργασίας 70-160 °C πρέπει να είναι ελεγχόμενη αυτόματα.
7. Σχήμα των PELLETS μόνο κυλινδρικό.	Απεριόριστη δυνατότητα σχημάτων.
8. Περιεχόμενο λίπους/λαδιού στην τελική τροφή 10-15% μέγιστο.	Μέγιστο 30% στην τελική μορφή.
9. Επιλογή εξευγενισμένων πρώτων υλών, υψηλού σχετικά κόστους αγοράς που οδηγεί σε ακριβή φόρμουλα (ζωϊκές πρώτες ύλες).	Δυνατή η συμμετοχή φυτικών υλών, με εφαρμογή του γραμμικού προγραμματισμού για ελάχιστο κόστος.
10. Κόστος παραγωγής χαμηλότερο κατά 10-15%.	Κόστος παραγωγής υψηλό.
11. Επενδεδυμένο κεφάλαιο χαμηλότερο.	Επενδεδυμένο κεφάλαιο υψηλότερο.



Πίνακας αυτόματου ελέγχου Εργοστασίου Παραγωγής Ιχθυοτροφών

1. Feeder measurer-mixer
2. Steam conditioners
3. Liquids addition
4. Ripener
5. Pellet mill
6. FAT - SPRAY system
7. Steam conditioners
8. Liquids addition
9. Counterflow cooler
10. Cold air system CONFRIO
11. Filter
12. Crumbler
13. Buckets elevator
14. Circular sieve model CC.
15. Pellet coating system
16. Fat or oil spraying
17. Transporter with plastic show
18. Automatic control panel





1. Τροφοδότης δοσομετρητής - μίκτης
2. Βαλβίδες (ρυθμιστές) ατμού
3. Δοσολογία υγρών
4. Θερμαντήρας
5. Μύλος
6. Σύστημα ψεκασμού αφρού
7. Βαλβίδες (ρυθμιστές) ατμού
8. Δοσολογία υγρών
9. Ψύκτης κόκκων αντίθετης κατεύθυνσης
10. Σύστημα ψυχρού αέρα CONFRIO
11. Φίλτρο σωλήνων
12. Θραύστης
13. Ανυψωτήρας κάδων
14. Περιστρεφόμενο κόσκινο μοντέλο CC.
15. Σύστημα επικάλυψης κόκκων
16. Ψεκασμός αφρού ή λαδιού
17. Μεταφορέας με πλαστικά φτυάρια
18. Πίνακας αυτόματου ελέγχου

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Christofilogiannis, P. (1993).** *The Veterinary approach to sea bass and sea bream* In: Brown L. *Aquaculture for Veterinarians* pp. 378-393 Pergamon Press, Chicago USA.
- Nordmo, R. (1993).** *The Veterinary approach to salmon farming in Norway.* In Brown L. *Aquaculture for Veterinarians* pp. 179-193. Pergamon Press, Chicago USA.
- OIE Diagnostic Manual for Aquatic Animal Diseases. Prototype, 1995.** *Viral encephalopathy and Retinopathy* pp. 95-101.
- Μ. Αλέξη. Διατροφή ψαριών, ΕΛΚΕΠΑ.
- ΣΕ.ΒΙ.Ζ (ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΩΝ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ)
Συμπόσιο «Ιχθυοτροφές και εργοστάσια Ζωοτροφών» ΑΘΗΝΑ 1995.
- Μιχ. Φιλιόγλου. «Εκτίμηση διαφόρων υποπροϊόντων του χαρουπιού σαν πηγή πρωτεΐνης σε σιτηρέσιο πέστροφας» Διδακτορική διατριβή.
- Ι. Καστρίτση-Καθαρίου. ARTEMIA: Ζωντανή τροφή ιχθυδίων στα εκκολαπτήρια.
- Π. Χριστοφιλογιάννης, Γ. Ρήγου, Μ. Γιαγνίση, Α. Ανδριοπούλου, Μ. Κουτσοδήμου, Γ. Αναστασοπούλου, Μ. Αλέξη, R.H. Richards. Εισήγηση στο 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο με θέμα: «Υδατοκαλλιέργειες - Έρευνα και Παραγωγή» 1996.
- Π. Βαρβαρίγος. Ενημερωτικό Δελτίο Νοέμβριος 1994.