

**ΤΕΙ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ**  
**ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ – ΑΛΙΕΙΑΣ**

Πτυχιακή εργασία του σπουδαστή

**Τσαούση Ιωάννη**

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ**



Τσιπιάς Γεώργιος

ΕΓΚΡΙΝΕΤΑΙ

Μεσολόγγι 2000

**ΤΕΙ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ**  
**ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ – ΑΛΙΕΙΑΣ**

Πτυχιακή εργασία του σπουδαστή

**Τσαούση Ιωάννη**

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ**

Τσιπιάς Γεώργιος

ΕΓΚΡΙΝΕΤΑΙ

Μεσολόγγι 2000

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΒΙΟΕΝΕΡΓΗΤΙΚΗ ΣΤΑ ΨΑΡΙΑ

1. ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΨΑΡΙΑ

2. ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3. ΑΝΑΓΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

## 1. Ο ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΨΑΡΙΑ

Η ενέργεια κρίνεται απαραίτητη για τη διατήρηση όλων των ζωντανών οργανισμών. Τα περισσότερα φυτά λαμβάνουν την ενέργειά τους κατευθείαν από τον ήλιο και τη χρησιμοποιούν για να συνθέσουν τα σύνθετα μόρια τα οποία με τη σειρά τους συνθέτουν τα δομικά και αποθηκευτικά μέρη του φυτού. Τα ζώα όμως δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη μεταδιδόμενη με την ακτινοβολία ενέργεια από τον ήλιο. Παίρνουν λοιπόν την ενέργεια που χρειάζονται από την οξείδωση των σύνθετων μορίων που καταναλώνονται από το ζώο. Η ενέργεια που λαμβάνεται με την τροφή δεν είναι διαθέσιμη μέχρι να διασπαστούν τα σύνθετα μόρια σε απλούστερα μέσω της πέψης. Τα προϊόντα της πέψης απορροφούνται στη συνέχεια στο σώμα του ζώου όπου πραγματοποιούνται οι διαδικασίες της οξείδωσης με την απελευθέρωση της ενέργειας.

Ο μεταβολισμός ενέργειας στα ψάρια είναι παρόμοιος με εκείνον στα θηλαστικά και τα πτηνά με δύο αξιοσημείωτες εξαιρέσεις. Αυτές οι εξαιρέσεις είναι:

(α) Τα ψάρια δεν δαπανούν την ενέργειά τους για να διατηρήσουν μια θερμοκρασία σώματος διαφορετική από εκείνη του περιβάλλοντός τους, και

(β) Η έκκριση του άχρηστου αζώτου απαιτεί λιγότερη ενέργεια στα ψάρια απ' ό τι στα ομοιοθερμικά ζώα της ξηράς.

Ανάμεσα στα διάφορα είδη ψαριών υπάρχουν σημαντικές διαφορές όσον αφορά την πέψη τροφικών ουσιών. Τα είδη των ψαριών καλύπτουν όλη την γκάμα, από αυστηρώς χορτοφάγα, έως παμφάγα και σαρκοφάγα. Οι τροφικές ανάγκες των διαφόρων ειδών ψαριών ποικίλουν σημαντικά. Δουλειά του διατροφολόγου είναι να προσδιορίσει τις ανάγκες του ζώου και στη συνέχεια να βρει τις τροφές εκείνες που θα ικανοποιήσουν αυτές τις ανάγκες με τον πιο οικονομικό τρόπο.

### 1.1 Η ροή ενέργειας στα ζώα

Δεν θα πρέπει να ξεχνά κανείς ότι οι ανάγκες για ενέργεια με σκοπό τη διατήρηση και την εθελοντική δραστηριότητα πρέπει να ικανοποιηθούν πριν διατεθεί η ενέργεια για την ανάπτυξη. Επίσης, κατά

τη διάρκεια περιόδων περιορισμένης λήψης τροφής, το λίπος και οι πρωτεΐνες αφαιρούνται από το σώμα του ζώου για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες ενέργειας για διατήρηση, με αποτέλεσμα το ζώο να χάνει βάρος.

## 1.2 Απώλεια ενέργειας

Η ενέργεια χάνεται από το σώμα ενός ψαριού στα περιττώματα, τα ούρα, τις εκκρίσεις από τα βράγχια και με τη μορφή θερμότητας.

Η απώλεια ενέργειας με τη μορφή θερμότητας προέρχεται από τρεις πηγές οι οποίες είναι δύσκολο να μετρηθούν ξεχωριστά. Αυτές είναι:

(α) Ο σταθερός μεταβολισμός (ΣΜ), ο οποίος είναι η ενέργεια που χρειάζεται για να κρατήσει το ζώο στη ζωή, και είναι παρόμοιος με το βασικό μεταβολισμό που μετριέται στους ανθρώπους. Επειδή είναι δύσκολο να έχουμε ένα «ακίνητο» ζώο, ο ορισμός του βασικού μεταβολισμού δεν μπορεί να εφαρμοστεί στα ψάρια. Όταν ένα ψάρι περιορίζεται σε μια ακίνητη κατάσταση, αγωνίζεται να απελευθερωθεί και χρησιμοποιεί περισσότερη ενέργεια από αυτή που επιτρέπεται για να κολυμπήσει ελεύθερα σε ήρεμο νερό.

(β) Η εθελοντική δραστηριότητα, η οποία είναι η ενέργεια που δαπανάται από ένα ψάρι που κινείται, ψάχνει για τροφή, που διατηρεί μια θέση κλπ.

(γ) Η θερμότητα του μεταβολισμού θρεπτικών ουσιών, που ονομάζεται επίσης αύξηση θερμότητας ή ειδική δυναμική δράση (ΕΔΔ), που είναι η θερμότητα η οποία απελευθερώνεται από πολλές χημικές αντιδράσεις σχετικές με την επεξεργασία πεπτόμενης τροφής. Αυτή περιλαμβάνει την ενέργεια που δαπανάται στην πέψη, την απορρόφηση, τη μεταφορά και τις αναβολικές δραστηριότητες. Περιλαμβάνει επίσης το κόστος της έκκρισης άχρηστων προϊόντων.

## 2. ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ενέργεια αποθηκεύεται στη χημική δομή των σύνθετων μορίων των τροφικών ουσιών. Όταν συμβεί η οξειδωση, η ενέργεια απελευθερώνεται και είναι διαθέσιμη για να ενεργήσει. Αυτή η αποδεσμευμένη ενέργεια παγιδεύεται από βιοχημικές αντιδράσεις και χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει την ενέργεια που απαιτεί αντιδράσεις αναγκαίες για τη διατήρηση της ζωής.

Οι ανάγκες των ψαριών για ενέργεια ικανοποιούνται από τα λίπη, τους υδατάνθρακες και τις πρωτεΐνες.

## 2.1 Λίπη

Τα λίπη είναι η κύρια μορφή αποθήκευσης ενέργειας στα φυτά και τα ζώα. Αυτά περιέχουν περισσότερη ενέργεια ανά μονάδα βάρους απ' ότι κάθε άλλο βιολογικό προϊόν. Η προσθήκη του λίπους αυξάνει συνήθως την ευχάριστη γεύση μιας τροφής. Σε γενικές γραμμές τα λίπη είναι εύπεπτα και χρησιμοποιούνται από τα ψάρια. Υπάρχουν όμως ελάχιστα δυνατά στοιχεία σχετικά με την ικανότητα των ψαριών να χωνεύουν τα λίπη διαφόρων σημείων τήξης. Υπολογίζεται ότι συνήθως τα λίπη προσφέρουν 8,5 kcal μεταβολιζόμενης ενέργειας (ME) ανά γραμμάριο. Τα προϊόντα πέψης λιπαρών οξέων χρησιμοποιούνται σωστά από τα περισσότερα ψάρια. Υπάρχουν κάποιες ενδείξεις ότι τα υψηλά επίπεδα κοντής αλυσίδας λιπαρών οξέων μπορεί να περιορίσουν την ανάπτυξη. Κάτι τέτοιο όμως σπανίως αποτελεί πρόβλημα σε εφαρμοσμένα διαιτολόγια.

Τα φυσικά διαιτολόγια μπορεί να περιέχουν 50% λίπος. Τα υψηλά επίπεδα λίπους επίσης είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν σε βιομηχανικά παραγόμενες τροφές αν και τα άλλα θρεπτικά συστατικά είναι επαρκή. Τα πλούσια σε λίπος άλευρα από ελιόσπορους μπορούν να αποτελούν τον πιο πρακτικό τρόπο να προστεθούν λίπη.

## 2.2 Υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες είναι η φθηνότερη και αφθονότερη πηγή ενέργειας για τα ζώα. Το μεγαλύτερο μέρος του φυτικού υλικού είναι υδατάνθρακες. Οι υδατάνθρακες στις τροφικές ουσίες ποικίλουν από τα εύπεπτα σάκχαρα μέχρι τα σύνθετα μόρια κυτταρίνης τα οποία δεν μπορούν να αφομοιωθούν από τα ζώα. Τα μηρυκαστικά ζώα μπορούν μόνο από τη συμβιωτική σχέση τους με τα βακτήρια να χρησιμοποιήσουν μεγάλες ποσότητες κυτταρίνης. Όσον αφορά την αξία των υδατανθράκων στις τροφές ψαριών υπάρχει έντονη αμφισβήτηση. Φαίνεται, ωστόσο, ότι ο πεπτόμενος υδατάνθρακας μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατάλληλα ως μια πηγή ενέργειας αν διατηρηθεί σε σωστή ισορροπία με άλλα θρεπτικά συστατικά.

Οι τιμές της ME των υδατανθράκων για τα ψάρια κυμαίνονται σχεδόν από μηδέν για την κυτταρίνη μέχρι 3,8 kcal / g περίπου για τα εύπεπτα σάκχαρα. Το φυσικό άμυλο κυμαίνεται από 1,2 έως 2,0 kcal ME / g. το μαγείρεμα του αμύλου μπορεί να αυξήσει την ME έως 3,2 kcal / g

περίπου. Η θερμότητα και η υγρασία που σχετίζονται με τη διαδικασία του πλασίματος βελτιώνει την ικανότητα της πέψης των αμυλούχων τροφών. Η θερμιδική αξία των υδατανθράκων στα διαιτολόγια των ψαριών εξαρτάται από την πηγή και τον τύπο του υδατάνθρακα και την διαδικασία στην οποία έχει υποβληθεί.

### 2.3 Πρωτεΐνες

Στη φύση, τα σαρκοφάγα ψάρια καταναλώνουν τροφές οι οποίες είναι περίπου 50 % πρωτεΐνες. Τα ψάρια έχουν ένα πολύ ικανοποιητικό σύστημα έκκρισης άχρηστου αζώτου από τις πρωτεΐνες που μεταβολίζονται για ενέργεια και γι' αυτό τα διαιτολόγια που είναι πλούσια σε πρωτεΐνες δεν είναι επιβλαβή. Οι πρωτεΐνες είναι συχνά η πιο ακριβή πηγή ενέργειας σε βιομηχανοποιημένα διαιτολόγια και θα πρέπει να διατηρούνται στο ελάχιστο, συμβαδίζοντας με μια καλή ανάπτυξη και έναν καλό μετασχηματισμό των τροφών. Οι πρωτεΐνες έχουν τιμή ΜΕ περίπου 4,5 kcal / g στα ψάρια, η οποία είναι υψηλότερη από εκείνη για τα θηλαστικά και τα πτηνά. Γι' αυτό ευθύνεται βασικά το χαμηλό κόστος ενέργειας έκκρισης άχρηστου αζώτου στα ψάρια.

Σε γενικές γραμμές, οι πρωτεΐνες από ζώα είναι περισσότερο εύπεπτες από εκείνες που προέρχονται από φυτά. Οι διαδικασίες επεξεργασίας μπορούν επίσης να επηρεάσουν την ποιότητα των πρωτεϊνών. Η θέρμανση αυξάνει την ικανότητα πέψης μερικών πρωτεϊνών και μειώνει την ικανότητα πέψης άλλων. Οι πρωτεΐνες χρησιμοποιούνται επίσης με πολύ ικανοποιητικό τρόπο από τα ψάρια ως μια πηγή ενέργειας, για οικονομικούς λόγους όμως θα πρέπει να διατηρούνται στο ελάχιστο, σύμφωνα με μια καλή ανάπτυξη, και οι φθηνοί υδατάνθρακες και τα λίπη θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για να προσφέρουν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας.

## 3. ΑΝΑΓΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ.

Όπως συζητήθηκε νωρίτερα, οι ανάγκες ενέργειας για διατήρηση και δραστηριότητα πρέπει να ικανοποιηθούν πριν πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε ανάπτυξη. Τα επίπεδα διατροφής πρέπει να είναι αρκετά υψηλά για να ικανοποιούν τις ανάγκες διατήρησης και να έχουν ακόμη ενέργεια που να περισσεύει για την ανάπτυξη. Η πεπτική ικανότητα στα ψάρια μειώνεται καθώς το επίπεδο διατροφής αυξάνεται. Το πρόβλημα που προκύπτει είναι αυτό της εύρεσης του βαθμού διατροφής στον οποίο η αυξημένη ικανότητα χρησιμοποίησης της ενέργειας σε ένα υψηλό ποσοστό διατροφής εξισορροπείται από τη χαμηλότερη ικανότητα πέψης στο υψηλότερο επίπεδο διατροφής.

### **3.1 Κατανομή ενέργειας σε σχέση με το επίπεδο διατροφής**

Ο βασικός ή σταθερός μεταβολισμός είναι σχετικά σταθερά κάτω από τις σταθερές περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτός μπορεί να αλλάξει με τις αλλαγές της θερμοκρασίας και το μέγεθος των ψαριών, μεταξύ άλλων παραγόντων. Η ενέργεια που δαπανάται στην εθελοντική δραστηριότητα συνήθως αυξάνεται κάπως με το αυξανόμενο επίπεδο διατροφής. Τα στερημένα από την τροφή ψάρια είναι λιγότερο ενεργά από αυτά που τρέφονται καλά, υπάρχει όμως και κάποια δαπάνη ενέργειας για τη δραστηριότητα. Η θερμότητα του μεταβολισμού θρεπτικών συστατικών είναι ανάλογη με το επίπεδο σίτισης. Η ποσότητα που παραμένει για την ανάπτυξη είναι μηδέν στη διατροφή διατήρησης και γίνεται κατ' αναλογία μεγαλύτερη καθώς το επίπεδο διατροφής αυξάνεται, μέχρι να εξισορροπηθεί από τη μειωμένη ικανότητα της πέψης.

### **3.2 Ενέργεια διατήρησης**

Όλη η ενέργεια που χάνεται λόγω του σταθερού μεταβολισμού, της θερμότητας του μεταβολισμού θρεπτικών συστατικών και της φυσικής δραστηριότητας εμφανίζεται ως θερμότητα. Η ανάγκη για συντήρηση μπορεί να καθοριστεί με τη μέτρηση της θερμότητας που παράγεται. Η παραγωγή θερμότητας μπορεί να μετρηθεί κατευθείαν με ένα θερμιδόμετρο ή μπορεί να υπολογιστεί μετρώντας το οξυγόνο και εφαρμόζοντας το κατάλληλο ισοδύναμο θερμότητας. Ο συντελεστής που χρησιμοποιείται πιο συχνά είναι  $3,42 \text{ kcal} / \text{mg O}_2$ . αυτός ο συντελεστής αποτελεί κατά κύριο λόγο μια εξαγωγή στοιχείων για τα θηλαστικά και δεν έχει μετρηθεί άμεσα για τα ψάρια. Το ισοδύναμο θερμότητας του οξυγόνου ποικίλει επίσης με τον τύπο υποστρώματος που οξειδώνεται. Η ενέργεια διατήρησης μπορεί επίσης να υπολογιστεί μέσω της μέτρησης της απώλειας ενέργειας κατά τη διάρκεια υποσιτισμού.

### **3.3 Κόστος ενέργειας ανάπτυξης**

Έχει αποδειχθεί ότι στα θηλαστικά το κόστος ανάπτυξης είναι αρκετά σταθερό μετά την αφαίρεση της ενέργειας από την ΜΕ που χορηγήθηκε. Αυτό ισχύει ίσως και για τα ψάρια, αλλά δεν έχει προσδιοριστεί πειραματικά. Σ' αυτή την περιοχή χρειάζεται περισσότερη έρευνα.



### 3.4 Παράγοντες που μεταβάλλουν τις ανάγκες ενέργειας

Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που μπορούν να μεταβάλλουν τις ανάγκες ενέργειας των ψαριών. Τα ποσά διατροφής θα πρέπει να προσαρμόζονται έτσι ώστε να αντισταθμίζουν αυτούς τους παράγοντες προκειμένου να αποφευχθεί η υπερτροφία, παρέχοντας όμως ακόμη αρκετή ενέργεια για την καλύτερη ανάπτυξη.

(α) Θερμοκρασία. Καθώς η περιβαλλοντική θερμοκρασία μειώνεται, τα ομοιοθερμικά πρέπει να αυξήσουν το μεταβολικό ρυθμό τους για να αντισταθμίσουν την πρόσθετη απώλεια θερμότητας αν πρόκειται να διατηρήσουν μια σταθερή θερμοκρασία σώματος. Τα περισσότερα ψάρια που ζουν σε φυσικό νερό δεν προσπαθούν να διατηρήσουν μια θερμοκρασία σώματος διαφορετική από το περιβάλλον. Καθώς η θερμοκρασία του νερού πέφτει, η θερμοκρασία του σώματος των ψαριών πέφτει επίσης και ο μεταβολικός ρυθμός μειώνεται. Ο χαμηλός μεταβολικός ρυθμός σε χαμηλές θερμοκρασίες δίνει τη δυνατότητα στα ψάρια να επιζούν για μεγάλες περιόδους κάτω από τον πάγο όπου ελάχιστη τροφή είναι διαθέσιμη. Όσον αφορά την προσαρμογή του μεταβολισμού στις περιβαλλοντικές αλλαγές θερμοκρασίας, υπάρχει σημαντική απόκλιση ανάμεσα στα διάφορα είδη. Κάθε είδος φαίνεται να έχει τη δική του θερμοκρασία στην οποία λειτουργεί με πιο ικανοποιητικό τρόπο. Θεωρώντας ότι υπάρχουν βαθμοί θερμοκρασίας, τα ψάρια θα αναζητήσουν την πιο ευνοϊκή. Συνήθως αυτή είναι η θερμοκρασία στην οποία η διαφορά ανάμεσα στην ανάγκη διατήρησης και την εθελοντική λήψη τροφής είναι πολύ μεγάλη, και στην οποία πραγματοποιείται η μέγιστη αποδοτικότητα της ανάπτυξης.

(β) Ροή νερού. Η ενέργεια που χρησιμοποιείται για τη φυσική δραστηριότητα δεν διατίθεται για την ανάπτυξη. Τα ψάρια που έρχονται αντιμέτωπα με τεράστια δυνατά ρεύματα δαπανούν ενέργεια που σε διαφορετική περίπτωση θα τη χρησιμοποιούσαν για την ανάπτυξη. Ωστόσο, το ήρεμο νερό επιτρέπει τη διαστρωμάτωση και την ένωση άχρηστων προϊόντων. Τα μέσα εκτροφής ψαριών θα πρέπει να σχεδιαστούν με τέτοιο τρόπο ώστε να πετυχαίνουν τη μέγιστη χρήση νερού χωρίς να προκαλούν υπερβολικό στρες πάνω στα ψάρια.

(γ) Μέγεθος ψαριών. Τα μικρά ζώα παράγουν περισσότερη ενέργεια ανά μονάδα βάρους από τα μεγάλα. Στα μικρά ψάρια θα πρέπει να τροφοδοτείται ένα μεγαλύτερο ποσοστό βάρους σώματος από τα μεγάλα.

ψάρια. Στα θηλαστικά ο ρυθμός του μεταβολισμού είναι ανάλογος με τα τρία τέταρτα της δύναμης του βάρους σώματος ( $W^{0,75}$ ). Ο λογαριθμικός εκθέτης που εφαρμόζεται στα ψάρια έχει αναφερθεί από 0,34 έως 1,0. Συνήθως χρησιμοποιείται ο συντελεστής  $W^{0,5}$ . Προφανώς χρειάζεται περισσότερη δουλειά σ' αυτό το χώρο. Δουλειά που έχει πραγματοποιηθεί στο Εργαστήριο Διατροφής Ψαριών στο Tunison (Idaho USA) έχει δείξει ότι η πολύχρωμη πέστροφα από 1,0 έως 4,0 g έχει ένα μεταβολικό ρυθμό ανάλογο με  $W^{1,0}$ . Τα ψάρια από 4,0 έως 50,0 g έχουν μεταβολικούς ρυθμούς ανάλογους με  $W^{0,63}$ .

(δ) Επίπεδο διατροφής. Το επίπεδο διατροφής έχει επίσης αντίκτυπο στη δαπάνη ενέργειας των ψαριών. Αυτό αποκτά μεγάλη σημασία στο σχεδιασμό των δυνατοτήτων εκτροφής των ψαριών. Το διαλυμένο οξυγόνο είναι συνήθως ο πρώτος ανασταλτικός παράγοντας στην εκτροφή των ψαριών. Η κατανάλωση οξυγόνου αυξάνεται αμέσως μετά τη διατροφή λόγω της φυσικής δραστηριότητας της διατροφής και της θερμότητας του μεταβολισμού των θρεπτικών συστατικών. Οι εγκαταστάσεις πρέπει να σχεδιάζονται με επαρκή περιθώρια ασφαλείας. Το οξυγόνο που χρειάζεται ανά μονάδα βάρους τροφής ποικίλει επίσης με το επίπεδο διατροφής, καθώς γίνεται υψηλότερο στο βαθμό διατήρησης όταν οξειδώνεται όλη η τροφή απ' ότι σε υψηλότερα επίπεδα διατροφής, όταν ένα πολύ μεγάλο μέρος της ενέργειας αποθηκεύεται ως ανάπτυξη.

(ε) Άλλοι παράγοντες. Διάφοροι άλλοι παράγοντες μπορούν να συμβάλλουν σε υψηλότερες ανάγκες ενέργειας. Οπδήποτε κάνει τα ψάρια να νιώθουν άβολα, αυξάνει τη φυσική δραστηριότητα και μειώνει την ανάπτυξη. Ο συνωστισμός, το χαμηλό οξυγόνο και η συγκέντρωση άχρηστων προϊόντων είναι μερικοί από αυτούς τους παράγοντες.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

### **ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΣΕ ΣΥΝΘΕΤΕΣ ΤΡΟΦΕΣ**

- 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**
- 2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΤΡΟΦΩΝ**
- 3. ΣΥΝΗΘΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΤΡΟΦΩΝ**
- 4. Η ΩΦΕΛΙΜΗ ΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ**
- 5. ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ**
- 6. ΆΛΛΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ**

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο εισαγωγικό κεφάλαιο αναφέρεται ότι μια σημαντική πηγή ενέργειας για τα ψάρια είναι τα λίπη στις τροφές που χρησιμοποιούνται στο καθημερινό διαιτολόγιο των ψαριών. Ένα σημαντικό πρόβλημα που πρέπει να προβλέψουν οι παραγωγοί ιχθυοτροφών είναι ένας τύπος οξειδωσης που συμβαίνει σε αυτές, προκαλώντας στα λίπη τάγγισμα, καταστροφή των βιταμινών Α, D και Ε, των χρωστικών ουσιών (καροτινοειδών) και των αμινοξέων με επακόλουθες μειωμένες τιμές βιολογικής ενέργειας για το διαιτολόγιο. Αν αυτή η καταστροφή συνεχιστεί ανεξέλεγκτη για μια τροφή, ή ακόμα και σε ένα απλό συστατικό, μια χαμηλωμένη κατανάλωση τροφής μπορεί να προκαλέσει καταστροφικές αβιταμινώσεις των θρεπτικών ουσιών. Ερευνητές σ' έναν αριθμό τομέων έχουν μελετήσει τα διάφορα προβλήματα που προκύπτουν από την ανεξέλεγκτη οξειδωση και αναπτύσσουν τρόπους που θέτουν αυτή την οξειδωση υπό έλεγχο. Παρατηρείται ότι η οξειδωτική τάγγιση ή λιπιδική υπεροξειδωση, σε αντίθεση με την υδρολυτική τάγγιση, καταλήγει σε μια σοβαρή μείωση της ενέργειας ενός λίπους ή λαδιού.

Η ανεπιθύμητη οξειδωση σε τροφές μπορεί να καταπολεμηθεί με διάφορους τρόπους. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στο να εξασφαλιστεί ότι τα συστατικά που περιλαμβάνονται στις τροφές παρέχουν αρκετά περιθώρια ασφαλείας των βιταμινών Α, Ε και άλλων φυσικών αντιοξειδωτικών όπως πχ ή λεκιθίνη. Η χρήση μη σταθερών λιπών και ελαίων ή άλλων προ - οξειδωτικών στην τροφή θα πρέπει να ελαχιστοποιείται όποτε αυτό είναι δυνατό.

## 2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΤΡΟΦΩΝ

Τα αντιοξειδωτικά χρησιμοποιούνται σε ιχθυοτροφές ψαριών εμπορίου στην Αμερική πάνω από είκοσι χρόνια. Παρόλο που έχουν δοκιμαστεί εκατοντάδες χημικές ουσίες, λίγες μόνο έχουν εμφανίσει τις ικανότητες που είναι αναγκαίες για να τις καταστήσουν ικανές ώστε να χρησιμοποιηθούν για την παρεμπόδιση ανεπιθύμητων οξειδώσεων σε τροφές, έντερα και κουφάρια ζώων. Προκειμένου ένα αντιοξειδωτικό να

είναι χρήσιμο στη διατροφή των ζώων, θα πρέπει να έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

(α) πρέπει να είναι αποτελεσματικό στη διατήρηση των ζωικών και φυτικών λιπαρών, των βιταμινών και άλλων ιδιοτήτων των τροφών που υποβάλλονται σε οξειδωτική καταστροφή,

(β) πρέπει να είναι ατοξικό για τον άνθρωπο και τα αγροτικά ζώα (κοτόπουλα, χοίροι, ψάρια κτλ)

(γ) πρέπει να είναι αποτελεσματικό σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις, και

(δ) πρέπει να έχει αρκετά χαμηλό κόστος για να είναι οικονομικά εύχρηστο.

### 3. ΣΥΝΗΘΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΤΡΟΦΩΝ

Από τις χημικές ενώσεις που έχουν ερευνηθεί ως τώρα, τρεις έχουν βρεθεί να είναι σημαντικά αποτελεσματικά αντιοξειδωτικά για τροφές και συστατικά τροφών, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο αποτελεσματικά όσο και οικονομικά.

Αυτές είναι:

(α) Ethoxyquin (γενικός όρος: 1,2 - dithro - 6 - ethoxy - 2,2,4 - trimethylquinoline)

(β) η βουτυλουδροξυανισόλη [ BHA (butylated hydroxyanisole)]

(γ) το βουτυλουδροξυτολουόλιο [ BHT (butylated hydroxytolylene)]

Η ethoxyquin, ωστόσο, έχει αποδειχθεί ότι είναι το πιο αποτελεσματικό αντιοξειδωτικό, ενώ ακολουθούν στενά η χημική ένωση BHT και BHA.

Με την εμφάνιση του σιτηρεσίου (η ποσότητα ενός ή περισσότερων τροφίμων, τα οποία καλύπτουν τις ημερήσιες ανάγκες σε θρεπτικές ύλες) που περιέχει υψηλό επίπεδο φυτικών και ζωικών λιπών, η ανάγκη για αντιοξειδωτική προστασία έχει γίνει πλέον εμφανής. Η πλειοψηφία των μελετών τα τελευταία χρόνια έχει επικεντρωθεί στην ethoxyquin ως συντηρητικό ή αντιοξειδωτικό. Άλλα χημικά συντηρητικά είναι: το ασκορβικό οξύ, το προπιονικό οξύ, το βενζοϊκό οξύ, το κιτρικό οξύ και τα διάφορα άλατά τους. Σχετικά όμως με τη χρήση αυτών των συντηρητικών υπάρχουν διάφορα τεχνολογικά προβλήματα (επίπεδο

υγρασίας κτλ). Ο οικονομικός παράγοντας παραμένει ωστόσο ο πιο σημαντικός, περιορίζοντας τη χρήση τους στις τροφές των ψαριών.

## **Η ΩΦΕΛΙΜΗ ΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ**

Η ωφέλιμη δράση των αντιοξειδωτικών όπως αυτά επιδρούν στην εκμετάλλευση των θρεπτικών ουσιών και των ζώων μπορεί να συνοψισθεί στα παρακάτω:

### **4.1 Πρόληψη ανεπάρκειας θρεπτικών ουσιών**

Ελλείψεις των βιταμινών Α και Β στο διαιτολόγιο φαίνεται να βελτιώνονται σε ορισμένες περιπτώσεις και η ethoxyquin παράγει υψηλότερα επίπεδα αποθήκευσης της βιταμίνης Α στο ήπαρ. Πειράματα υπερκορεσμού / έλλειψης δείχνουν ότι τόσο στα μονογαστρικά όσο και στα μηρυκαστικά ζώα ένα διαιτολόγιο που περιέχει κάποιο αντιοξειδωτικό προστατεύει τις λιποδιαλυτές βιταμίνες κατά την πέψη και το μεταβολισμό. Το σημαντικό όφελος των αντιοξειδωτικών έγκειται πιθανώς στη διατήρηση που προσφέρουν στα βασικά θρεπτικά συστατικά και τη βελτιωμένη χρησιμοποίησή τους από το ζώο. Αποτελεί υπερβολικά συχνή πρακτική να χρησιμοποιούνται επίπεδα της βιταμίνης Ε πολύ πιο πάνω από την πραγματική ανάγκη των ζώων, και το αποτέλεσμα είναι οικονομικά ασύμφορο. Έχει αποδειχθεί σε διαιτολόγια σχεδιασμένα ειδικά για όσους εκτρέφουν κοτόπουλα και γαλοπούλες ότι η ethoxyquin συμβάλλει στην εξοικονόμηση της βιταμίνης Ε.

### **4.2 Πρόληψη της ταγγής οξείδωσης των λιπών**

Στην λιπιδική υπεροξείδωση, τα ακόρεστα λιπαρά οξέα υποβάλλονται σε μια απώλεια υδρογόνου, προκαλώντας έτσι το σχηματισμό μιας ελεύθερης ρίζας εκεί που σχηματίστηκαν τα ακόρεστα λιπαρά οξέα. Αν η τροφή στην οποία συμβαίνει αυτή η αντίδραση δεν περιέχει βιταμίνη Ε ή κάποιο άλλο αποτελεσματικό αντιοξειδωτικό, η ελεύθερη ρίζα μετατρέπεται γρήγορα σε μια ελεύθερη ρίζα υπεροξειδίου λιπαρού οξέος και τελικά σε ένα υδροϋπεροξειδίο λιπαρού οξέος. Ένα αντιοξειδωτικό μπορεί να μπλοκάρει αυτή την υπεροξείδωση με την παροχή ενός υδρογόνου στην πρώτη ρίζα που σχηματίζεται, μετατρέποντάς την έτσι στο αρχικό λιπαρό οξύ. Αν μπορέσουν να

σχηματιστούν τα υδροϋπεροξειδία, συνεχίζουν να αποσυντίθενται καθώς διασπώνται σε μια ποικιλία αλδευδών και κετόνων.

Τα αντιοξειδωτικά προλαμβάνουν τις οξειδωτικές απώλειες των βιταμινών Α και Β και των χρωστικών ουσιών σε αποθηκευμένες ανάμεικτες τροφές. Τα αντιοξειδωτικά σταθεροποιούν την κρίσιμη οξείδωση σε ευπαθή θρεπτικά συστατικά που βρίσκονται φυσικά σε μια ιχθυοτροφή που αποτελείται από διάφορες ζωοτροφές έτσι ώστε οι απώλειες να είναι ελάχιστες από την ανάμειξη και την αποθήκευση. Όταν χρησιμοποιούνται χρωστικές ουσίες, η χρήση αντιοξειδωτικών κρίνεται αναγκαία. Τα οφέλη επαρκούς και συνεπούς χρήσης καλύπτουν όλες τις πλευρές παραγωγής ψαριών οι οποίες περιλαμβάνουν την επεξεργασία και τη μεταχείριση ζωοτροφών, την ανάπτυξη και τις πρακτικές ιχθυοκαλλιέργειας.

## **5. ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΤΡΟΦΕΣ**

Τα επιτρεπόμενα επίπεδα αντιοξειδωτικών σε ολοκληρωμένες τροφές είναι:

(α) ethoxyquin (1,2 dihydro – 6 – ethoxy – 2,2,4 – trimethyquinoline)  
: 150 ppm,

(β) BHT : 200 ppm, και

(γ) BHA : 200 ppm.

## **6. ΑΛΛΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΣΤΙΣ ΤΡΟΦΕΣ**

Πρόσφατα βρέθηκε ότι η BHT, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως ως πρόσθετη τροφή πουλερικών, απέτρεψε τη θνησιμότητα σε κοτόπουλα που εκτέθηκαν στο θανατηφόρο ιό της νόσου του Newcastle αλλά εμπόδισε μια αντίδραση αντισώματος όταν τα κοτόπουλα εκτέθηκαν σε μη θανατηφόρο ιό της ίδιας νόσου. Αυτή η δράση της BHT σε σιτηρέσια που περιέχουν 100 – 150 ppm προτείνει μια πιθανή εξήγηση για την ανεπάρκεια του εμβολιασμού που έρχεται μερικές φορές αντιμέτωπος με ζωντανά εμβόλια και πιθανόν μια νέα κατεύθυνση στην ανάπτυξη της αντιϊκής θεραπείας. Ερευνητές προσπαθούν τώρα να καθορίσουν τον μηχανισμό της εμφανούς αντιϊκής δράσης της BHT και να επεκτείνουν την προσοχή τους σε άλλους ιούς χρησιμοποιώντας τόσο BHT όσο και άλλα αντιοξειδωτικά.

8

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΜΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΡΟΦΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΨΑΡΙΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ
2. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΜΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ
3. ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΜΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΓΙΑ ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ
4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΙΣ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

11/2  
11/2  
11/2



## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η γρήγορη παγκόσμια εξάπλωση της υδατοκαλλιέργειας και της παραγωγής ζώων αναπαραγωγής δείχνει έντονα ότι θα επισπευτεί μια κρίση στις βιομηχανίες τροφίμων ζώων αναπαραγωγής και υδατοκαλλιέργειας στο άμεσο μέλλον. Σε αντίθεση με τα χερσόβια ζώα, ωστόσο, τα ψάρια είναι απαιτητικοί καταναλωτές αφού χρειάζεται να παίρνουν υψηλότερα επίπεδα πρωτεϊνών μέσα από το καθημερινό διαιτολόγιό τους. Επιπροσθέτως, οι ανάγκες για αμινοξέα προκειμένου να προωθηθεί η ταχεία ανάπτυξη των ψαριών φαίνεται να είναι πιο μεγάλες απ' ό,τι στα χερσόβια ζώα. Ως ακραίο παράδειγμα, οι πρωτεΐνες στα διαιτολόγια των ψαριών όπως είναι τα χέλια και η σεριόλη χρειάζεται να είναι σχεδόν ολοκληρωτικά ζωικής προέλευσης, ενώ οι πρωτεϊνικές ανάγκες των μηρυκαστικών ζώων μπορούν να ικανοποιούνται κατά ένα μέρος από μη πρωτεϊνικές πηγές αζώτου όπως είναι η ουρία.

Αυτό το κεφάλαιο επικεντρώνεται κυρίως στην εργασία που πραγματοποιείται αυτή τη στιγμή για τη δημιουργία εναλλακτικών ή μη συμβατικών τροφικών συστατικών ως κατάλληλα υποκατάστατα για το ιχθυάλευρο σε τεχνητά διαιτολόγια για εντατική υδροκαλλιέργεια.

## 2. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΜΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ

Αντιμέτωποι με το πρόβλημα των διαθέσιμων τροφίμων για τα ψάρια καλλιέργειας, οι διατροφολόγοι έχουν κάνει περισσότερη δουλειά εκτιμώντας τις εναλλακτικές πηγές πρωτεΐνης στα διαιτολόγια υδροκαλλιέργειας τα τελευταία 7 χρόνια παρά τα τελευταία 50 χρόνια. Μια εξέταση της βιβλιογραφίας δείχνει ότι ουσιαστικά δεν έχει αγνοηθεί καμιά πιθανή ουσία τροφής.

Τρόφιμα φυτικής προέλευσης είναι στο σύνολό τους χαμηλότερα σε περιεκτικότητα πρωτεΐνης όταν συγκρίνονται με εκείνα ζωικής προέλευσης. Επιπλέον, η παρουσία υψηλών ποσών υδατανθράκων, ινών και άλλων οργανικών μορίων όπως οι γλυκοζίτες, οι phytates, και τα

κυκλοπροπίνια σ' αυτές τις πηγές δημιουργούν στο διατροφολόγο προβλήματα που σε γενικές γραμμές δεν αντιμετωπίζονται στις πηγές ζωικής προέλευσης. Παρόλα αυτά τα προβλήματα, όλα τα εμπορευματοποιημένα τρόφιμα χρησιμοποιούνται ως ένα σημείο σε εμπορικά διαιτολόγια ιχθυοκαλλιέργειας. Κανένα, ωστόσο δεν αποδίδει τόσο καλά όσο το ιχθυάλευρο σε μια ισοδύναμη βάση πρωτεϊνών. Τα προβλήματα που σχετίζονται με τη χρησιμοποίησή τους σε διαιτολόγια ψαριών θα συζητηθούν εκτενέστερα στο επόμενο κεφάλαιο.

Από τα μη εμπορικά είδη, μόνο η μονοκύτταρη πρωτεΐνη (ΜΠ), το κριλ και πιθανώς η συγκέντρωση πρωτεΐνης φύλλων έχουν τη δυνατότητα να γίνουν εμπορικά. Λόγω του ότι οι ΜΠ είναι συνθετικά προϊόντα και επειδή η βιομάζα του κριλ είναι τόσο μεγάλη (η τελευταία πέντε φορές από εκείνη των ξεβγαλμένων στη θάλασσα ψαριών), ο όγκος και των δύο θα μπορούσε να επισκιάσει οτιδήποτε εκτός από το σογιάλευρο.

## 2.1 Προβλήματα παραγωγής

Όπως προαναφέρθηκε, οι ανάγκες των ψαριών για θρεπτικά συστατικά είναι τέτοιες που ίσως προσφέρουν λιγότερη ευλυγισία στην παραγωγή του διαιτολογίου από εκείνες των περισσότερων χερσόβιων ζώων. Κατ' αρχάς, διάφορα είδη ψαριού που επιλέχθηκαν για καλλιέργεια είναι σχεδόν καθαρά σαρκοφάγα, που σημαίνει ότι χρειάζονται ένα διαιτολόγιο με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Αυτά τα ψάρια χρησιμοποιούν ένα πολύ μικρό ποσό υδατανθράκων ως πηγή ενέργειας, και αυτό αποδεικνύεται κατά κάποιον τρόπο από το γεγονός ότι η προσθήκη ορισμένων τύπων υδατανθράκων στο διαιτολόγιο είναι, στην πραγματικότητα, επιβλαβής. Έτσι, έχει αναφερθεί πρόσφατα ότι το σογιάλευρο που αποσπάται με αλκοόλη απέδωσε καλύτερα στα σιτηρέσια απ' ό,τι το μη αποσπασμένο άλευρο. Αυτή η βελτίωση αποδόθηκε στην αφαίρεση των υδατανθράκων χαμηλού μοριακού βάρους από την αλκοόλη. Το θέμα των υδατανθράκων στο σογιάλευρο θα συζητηθεί αργότερα. Οι ζωοτροφές περιέχουν πρωτεΐνη σε ποσά που κυμαίνονται από 15 έως 50%. Τα ποσά αυτά βρίσκονται μέσα στην κλίμακα των πρωτεϊνικών αναγκών για την άριστη ανάπτυξη ορισμένων ειδών ψαριών. Ωστόσο, οι πρωτεΐνες που προέρχονται από φυτικές πηγές είναι κάπως ανεπαρκείς σε διάφορα αμινοξέα κλειδιά όπως η λυσίνη, η μεθιονίνη και η θρυπτοφάνη. Αυτό, φυσικά, δεν αποτελεί το μόνο πρόβλημα όταν χρησιμοποιούνται μη συμβατικές πηγές πρωτεΐνης. Ένα διαιτολόγιο ψαριού πρέπει να παρέχει μια κατάλληλη πηγή ενέργειας και να βρίσκεται σε σωστή ισορροπία σχετικά με:

- Τις πρωτεΐνες
- Τα μέταλλα
- Τα λιπίδια
- Τους υδατάνθρακες
- Τις βιταμίνες και τους συντελεστές ανάπτυξης

Έπειτα, υπάρχουν οι συντελεστές που σχετίζονται με τις ζωοτροφές που αποτελούν το διαιτολόγιο. Αυτοί περιλαμβάνουν:

(α) σύνθεση.

Το προϊόν πρέπει να έχει μια σύνθεση τέτοια που να του επιτρέπει να αναμιχθεί σε ένα ισορροπημένο διαιτολόγιο. Για παράδειγμα, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε νερό, θα ήταν δύσκολο να αναμιχθούν ενδεχόμενες ουσίες τροφών όπως είναι τα θαλάσσια φυτά, τα φύκη κλπ σε διαιτολόγια.

(β) το φυσικό σχήμα.

Πολλές τροφικές ουσίες πρέπει να τροποποιούνται για το σωστό μετασχηματισμό τους σε διαιτολόγια. Ένα κοινό Παράδειγμα στα διαιτολόγια σολομού είναι το μοτόν που παραμένει στο άλευρο από βαμβακόσπορο. Αυτή φράζει αμέσως τα καλούπια όταν πρέπει να παρασκευαστούν τροφές μικρής διαμέτρου.

(γ) ευχάριστη γεύση.

Διάφορες ενδεχόμενες τροφές περιέχουν χημικές ενώσεις που είναι δυσάρεστες στους οσφρητικούς δέκτες των ψαριών.

(δ) παράγοντες που επηρεάζουν τη βιοδιαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών.

(ε) σταθερότητα κατά την αποθήκευση.

Αυτό έχει να κάνει κυρίως με τη σταθερότητα των βιταμινών και τη σταθερότητα του ποσοστού λιπιδίων που μπορεί να οξειδωθεί κατά την ξηρή ή κατεψυγμένη αποθήκευση.

(στ) τοξικοί παράγοντες.

Απ' όλες τις τροφικές ουσίες που ερευνήθηκαν ως εναλλακτικές του ιχθυάλευρου σε διαιτολόγια υδροκαλλιέργειας, το σογιάλευρο έχει τραβήξει την μεγαλύτερη προσοχή.

### 3. ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΜΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΡΟΦΕΣ ΨΑΡΙΩΝ

#### 3.1 Σογιάλευρο

Όσον αφορά τη σύνθεσή του, το σογιάλευρο φαίνεται να είναι ένα καλό στοιχείο τροφής για διαιτολογία υδροκαλλιέργειας. Περιέχει περίπου 47 – 50 % τέφρα (ανόργανα συστατικά), 1 % λιπίνη και περίπου 40 % υδατάνθρακες. Έχει μια περιεκτικότητα σε λυσίνη που πλησιάζει εκείνη του ιχθυάλευρου, για τα περισσότερα όμως διαιτολογία υδροκαλλιέργειας είναι ελλιπής στα θειούχα αμινοξέα και στην θρυπτοφάνη. Λόγω αυτών των ελλείψεων στα αμινοξέα, το σογιάλευρο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μοναδική πηγή πρωτεΐνης και είναι γενικά αναμειγμένο με άλλες ζωοτροφές όταν χρησιμοποιείται σε σιτηρέσια στην υδροκαλλιέργεια. Παρόλο που η προσθήκη σογιάλευρου σε διαιτολογία ψαριών δεν παρουσιάζει κανένα παρασκευαστικό πρόβλημα, έχουν προκύψει προβλήματα που σχετίζονται με την ευχάριστη γεύση και τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών ουσιών. Σχετικά με τις ελλείψεις και τα στοιχεία αυτής της ζωοτροφής υπάρχει άφθονη βιβλιογραφία. Διάφοροι ερευνητές έχουν δείξει ότι θερμαίνοντας το σογιάλευρο όχι μόνο αυξάνεται η αποδεκτικότητά του από τα ψάρια, αλλά επίσης αυξάνεται και η διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών. Αυτό επιτυγχάνεται κατά πρώτον με την απενεργοποίηση των αναστολέων θρυψίνης, κατά δεύτερον με τη μετουσίωση της πρωτεΐνης, κάνοντάς το έτσι περισσότερο εύπεπτο, και κατά τρίτον με την αποτοξίνωση των φυσικών τοξικών ουσιών. Διάφορες μελέτες, ωστόσο, δείχνουν ότι όταν το σογιάλευρο θερμαίνεται, η απόδοσή του είναι ακόμη κάτω από την αναμενόμενη λαμβανομένης υπόψη της σύνθεσης των αμινοξέων του. Πρόσφατες μελέτες με γατόψαρα, για παράδειγμα, δείχνουν ότι ακόμα και όταν το σογιάλευρο ενισχύθηκε με λυσίνη, κυστίνη και μεθιονίνη, η ανάπτυξη ήταν σημαντικά χαμηλότερη απ' ό,τι όταν χρησιμοποιήθηκε άλευρο από το ψάρι menhaden (ψάρι Β. Αμερικής) ως πηγή των πρωτεϊνών. Βγήκε λοιπόν το συμπέρασμα, μεταξύ άλλων, ότι το σογιάλευρο πρέπει να περιέχει μερικούς συντελεστές αντι – ανάπτυξης ή ότι τα γατόψαρα δεν χρησιμοποιούν ελεύθερα αμινοξέα. Άλλοι, ωστόσο, έχουν δείξει ότι το τελευταίο συμπέρασμα μπορεί να μην είναι αληθινό, αφού ο κυπρίνος και ο σολομός μπορούν να χρησιμοποιούν ελεύθερα αμινοξέα.

Δουλειά που έχει πραγματοποιηθεί στο Northwest και Alaska Fisheries Center έχει δείξει ότι όταν το σογιάλευρο αντικατέστησε το ιχθυάλευρο στα διαιτολογία από νωπούς σβόλους Dregon (ΣΒΟ), η ανάπτυξη μειώνεται σημαντικά όταν τα διαιτολογία αυτά χορηγούνται σε

πολύχρωμες πέστροφες. Πιστεύεται ότι μέρος του προβλήματος οφείλεται στην περιεκτικότητα της σόγιας σε phytate.

Χημικά, το φυτινικό οξύ είναι ο εξαφωσφορικός εστέρας του ινοσίτου. Σε φυτική ουσία υποτίθεται ότι συμβαίνει όπως το άλας Ca – Mg του εξαφωσφορικού εστέρα. Ο δείκτης Merck αναφέρει ότι υπάρχουν πέντε ιόντα ασβεστίου (Mg) ανά μόριο. Αυτό μπορεί να μεταβάλλεται με το είδος των φυτών καθώς και με την ωριμότητα του φυτικού σπόρου. Η χημική δομή του είναι ακόμα υπό αμφισβήτηση επειδή:

(α) θεωρητικά, μπορεί να έχει διάφορες ισομετρικές μορφές (πχ εννέα στερεοισομέρειες και δύο μεσομορφές),

(β) μπορεί να σχηματίζει σύνθεση πολυμερών μορίων με δεσμούς σθένους ανάμεσα στις ομάδες φωσφορικών αλάτων,

(γ) ο μηχανισμός για τη δέσμευση Ca και Mg παραμένει αβέβαιος, και

(δ) η ικανότητά του να δεσμεύει άλλα ιόντα εξαρτάται από το πόσο Ca υπάρχει.

Στα φυτά, το φυτινικό οξύ εμφανίζεται όπως το άλας Ca – Mg του οξέος. Ακόμα και αφού έχουν αντιδράσει όλες οι ομάδες φωσφόρου με το ασβέστιο και το μαγνήσιο, η phytate είναι ακόμη ικανή να δημιουργεί χημικές ενώσεις σιδήρου, ψευδαργύρου και χαλκού. Η ικανότητά του να σχηματίζει ενώσεις ενισχύεται με την παρουσία του παραπανίσιου ασβεστίου. Η phytate έχει αφαιρεθεί πειραματικά από το σογιάλευρο ή άλλα συστατικά με βάση φυτά μέσω της αντίδρασης με το ένζυμο τα phytase. Υπήρξαν μελέτες ανάπτυξης με πολύχρωμη πέστροφα χρησιμοποιώντας διαιτολόγια με ΣΒΟ στις οποίες το 50 % του ιχθυάλευρου αντικαταστάθηκε με dephytinized σογιάλευρο. Η θρέψη με ακατέργαστο σογιάλευρο προκάλεσε μια μείωση της τάξης του 25 % στην ανάπτυξη όταν συγκρίθηκε με τον έλεγχο των ΣΒΟ. Το dephytinized σογιάλευρο έδωσε τιμές ανάπτυξης 8 – 10 % καλύτερες από το ακατέργαστο σογιάλευρο. Η πλήρης αντικατάσταση με ακατέργαστο σογιάλευρο παρήγαγε υψηλή θνησιμότητα στα ψάρια μετά από 90 μέρες περίπου. Όταν οι περιεκτικότητες ψευδαργύρου, σιδήρου και χαλκού του αίματος των νεκρών ψαριών προσδιορίστηκαν, βρέθηκε ότι τα επίπεδα ψευδαργύρου (Zn) και σιδήρου (Fe) ήταν σημαντικά χαμηλότερα από το κανονικό. Επιπλέον, η χορήγηση καθορισμένων διαιτολογίων (με βάση την καζεΐνη) που περιέχουν 0,5 % phytate Ca ή Na στην πολύχρωμη πέστροφα απέφερα μια μείωση της ανάπτυξης κατά 10 %. Κανένα άλλο προφανές φυσιολογικό ελάττωμα δεν παρατηρήθηκε στα διαιτολόγια που περιέχουν phytates. Χημικές ενώσεις άλλες από τις phytates που βρίσκονται στο σογιάλευρο είναι επίσης ικανές να δεσμεύουν ελάχιστες

ποσότητες θρεπτικών συστατικών. Πρόσφατες εργασίες από άλλους ερευνητές συνιστούν έντονα ότι τα διαιτολόγια που περιέχουν πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης θα αποδίδουν περισσότερο ικανοποιητικά αν ενισχυθούν με Zn ή Fe. Πρόσφατα εργαστηριακά δεδομένα δείχνουν, για παράδειγμα, ότι η θέρμανση του σογιάλευρου μειώνει επίσης την ικανότητα δέσμευσης σιδήρου που έχει έτσι ώστε η βελτίωση της απόδοσης του ζεσταμένου σογιάλευρου να μη σχετίζεται μόνο με την αδρανοποίηση των αναστολέων θρυψίνης και τη μετουσίωση των πρωτεϊνών αλλά και με την αυξημένη βιοδιαθεσιμότητα των μικροθρεπτικών συστατικών. Τα προβλήματα του σογιάλευρου, ειδικά εκείνα που αφορούν τις phytates, σχετίζονται περισσότερο ή λιγότερο με όλα τα συστατικά στοιχεία που έχουν βάση δημητριακά. Η απουσία της phytase στη σόγια, ωστόσο, μπορεί να κάνει το πρόβλημα με το σογιάλευρο πιο σοβαρό από εκείνο με άλλες ουσίες τροφών που έχουν σαν βάση δημητριακά όπως το σιτάρι.

### 3.2 Μονοκύτταρη πρωτεΐνη

Οι προβλέψεις των μελλοντικών ελλείψεων πρωτεΐνης έχουν επισπεύσει την έρευνα πάνω στις μη γεωργικές μεθόδους παραγωγής πρωτεϊνών. Ως αποτέλεσμα, ορισμένοι τύποι προϊόντων υψηλής πρωτεΐνης κατάλληλοι για το τάισμα ζώων αναπαραγωγής και ψαριών παράγονται τώρα σε βιομηχανική κλίμακα. Αξιοσημείωτοι ανάμεσα σ' αυτές τις πηγές πρωτεϊνών είναι οι μονοκύτταροι οργανισμοί. Ο άνθρωπος έχει χρησιμοποιήσει μονοκύτταρους οργανισμούς σε συνδυασμό με τη δική του τροφή για αιώνες, κυρίως με διαδικασίες ζύμωσης. Η άμεση κατανάλωση μονοκύτταρων οργανισμών από τον άνθρωπο και τα ζώα, ωστόσο, αποτελεί πρόσφατη καινοτομία. Αυτή η κατηγορία τροφίμων, στην οποία συνήθως αναφερόμαστε ως μονοκύτταρες πρωτεΐνες (ΜΠ) επειδή είναι υψηλή σε περιεκτικότητες πρωτεΐνης, προέρχεται κυρίως από μονοκυτταρικούς οργανισμούς όπως η μαγιά και τα βακτηρίδια, αλλά μπορεί επίσης να περιλαμβάνει μύκητες και φύκη. Οι μονοκύτταρες πρωτεΐνες έχουν καλά ισορροπημένα προφίλ αμινοξέων. Όταν προστέθηκαν στο διαιτολόγιο της πέστροφας, μερικές απ' αυτές σημείωσαν ανάπτυξη συγκρίσιμη μ' αυτή του ιχθυάλευρου. Οι μονοκύτταρες πρωτεΐνες αποτελούν εξάισια πηγή ορισμένων βιταμινών και μετάλλων, όπως επίσης κατέχουν εύχρηστα λιπίδια και υδατάνθρακες.

Για την παραγωγή μονοκύτταρων πρωτεϊνών ευρείας κλίμακας έχουν αναπτυχθεί δύο εμπορικές διαδικασίες. Μια απ' αυτές χρησιμοποιεί η – παραφίνη (κλίμακα C – 10 : C – 23) ως ένα υπόστρωμα για την ανάπτυξη μαγιάς. Ο οργανισμός μαγιάς που συνηθίζεται να καλλιεργείται

είναι η *Candida Lipolytica*. Η άλλη διαδικασία χρησιμοποιεί τη μεθανόλη ως υπόστρωμα και ο οργανισμός που προτιμάται είναι ο *Methylophilus Methyotrophus*. Και οι δυο διαδικασίες είναι παρόμοιες. Έως σήμερα, φαίνεται ότι η διαδικασία για τις μονοκύτταρες πρωτεΐνες βακτηριδιακής προέλευσης προτιμάται για δυο σημαντικούς λόγους:

(α) Η βακτηριδιακή μονοκύτταρη πρωτεΐνη που παράγεται από μεθανόλη καθαρίζεται πιο εύκολα. Οι βιομηχανίες μαγιάς στην Ιταλία και την Ισπανία έχουν κλείσει λόγω της μόλυνσης του υποστρώματος του προϊόντος.

(β) Η διαδικασία των βακτηριδίων λαμβάνει χώρα σε υψηλότερες θερμοκρασίες, 40 – 50<sup>0</sup> vs 37<sup>0</sup> για τη διαδικασία της μαγιάς. Εφόσον η ψύξη αποτελεί πάρα πολύ μεγάλο κόστος για τη λειτουργία των βιομηχανικών εγκαταστάσεων, η θερμοκρασία γίνεται ένας καθοριστικός οικονομικός παράγοντας στην παραγωγή των μονοκύτταρων πρωτεϊνών. Η βακτηριδιακή μονοκύτταρη πρωτεΐνη έχει επίσης υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, περίπου 70 % σε σχέση 60 % για τη μαγιά.

Η μονοκύτταρη πρωτεΐνη έχει υπολογιστεί ευρέως σε ζώα όπως οι χοίροι, τα πουλερικά και τα μικρά ζώα, και έχουν αναφερθεί θαυμάσια αποτελέσματα. Σε γενικές γραμμές, η μονοκύτταρη πρωτεΐνη μαγιάς μπορεί να αντικαταστήσει περίπου το 25 – 40 % του ιχθυάλευρου σε διαιτολόγια τύπου ΣΒΟ.

Έως σήμερα, έχουν αναφερθεί αποτελέσματα μη συμπερασματικά με μονοκύτταρες πρωτεΐνες βακτηριδιακής προέλευσης. Έχουν πραγματοποιηθεί επίσης επιτυχημένες αντικαταστάσεις ολόκληρου του συστατικού του ιχθυάλευρου με βακτηριδιακή μονοκύτταρη πρωτεΐνη σε διαιτολόγια τύπου ΣΒΟ για πολύχρωμες πέστροφες σε φρέσκο νερό. Όταν αυτά τα πανομοιότυπα διαιτολόγια χορηγήθηκαν σε ασημένιους σολομούς Ειρηνικού (*coho salmon*) αλμυρού νερού, ήταν δυνατό να αντικατασταθεί μόνο το 25 % του ιχθυάλευρου χωρίς επιβλαβείς επιδράσεις στην ανάπτυξη και τη μετατροπή τροφής. Η ενίσχυση των διαιτολογίων με σίδηρο, φαινυλανίνη, και / ή μεθιονίνη δεν μετέβαλαν την ανάπτυξη ή τη μετατροπή της τροφής. Σήμερα, βρίσκονται σε εξέλιξη διάφορα πειράματα για να καθοριστεί αν οι διαιτητικές ανάγκες για τους *coho salmons* είναι διαφορετικές από εκείνες που έχουν οι πολύχρωμες πέστροφες ή αν το περιβάλλον του αλμυρού νερού αποτελεί τον καθοριστικό παράγοντα στα πειράματα αυτά. Ένας σημαντικός παράγοντας που είναι σχετικός με τη φτωχότερη απόδοση των μονοκύτταρων πρωτεϊνών είναι ο λόγος Ca/Mg του διαιτολογίου. Το διαιτολόγια ελέγχου τύπου ΣΒΟ περιέχει ένα λόγο Ca/Mg της τάξεως του 6:1 περίπου. Αναλύσεις των διαιτολογίων με βακτηριδιακές

μονοκύτταρες πρωτεΐνες (100 % αντικατάσταση) δείχνουν ότι περιέχουν ένα λόγο Ca/Mg της τάξεως του 16:1 περίπου.

Συζητώντας τη χρήση μονοκύτταρων πρωτεϊνών, δεν θα πρέπει να παραβλέψει κανείς το γεγονός ότι ο σακχαρομύκητας ζύθου αποτελεί πηγή μονοκύτταρης πρωτεΐνης καθώς και προϊόν εμπορίου. Χρησιμοποιείται συχνά σε μικρές ποσότητες για την προετοιμασία των σιτηρεσιών για πέστροφες. Ο σακχαρομύκητας ζύθου περιέχει περίπου 45 % πρωτεΐνες, 8 % λίπη, 13 % τέφρα, 10 % νερό και περίπου 23 % ίνες και υδατάνθρακες. Επιπλέον, έχει ένα εξαιρετικό προφίλ αμινοξέων, που είναι ανεπαρκές μόνο στη μεθιονίνη. Ωστόσο, πρόσφατη δουλειά στο Πανεπιστήμιο του Colorado έχει δείξει ότι όταν ο σακχαρομύκητας ζύθου συνείσφερε πάνω από το 15 % των πρωτεϊνών στο διαιτολόγιο, η ανάπτυξη των ψαριών άρχισε να ελαττώνεται. Στο επίπεδο του 50 % η ανάπτυξη μειώθηκε κατά 30 % όπως προέκυψε από τη σύγκριση με το ιχθυάλευρο. Αυτοί οι ερευνητές έδειξαν ότι το κύριο πρόβλημα ήταν αυτό της ευπεψίας, με τον σακχαρομύκητα ζύθου να είναι μόνο 53 % εύπεπτος, και με μόλις το 70 % της πρωτεΐνης να είναι εύπεπτο. Και πάλι εδώ, το πρόβλημα της ευπεψίας ενός συστατικού τροφής αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την εκτίμηση της αξίας των εναλλακτικών πηγών τροφής.

Η μονοκύτταρη πρωτεΐνη με τη μορφή ξηρού ιζήματος έχει υπολογιστεί. Το ίζημα που αποτελείται από μικροοργανισμούς που αναπτύχθηκε σε απορρίμματα χαρτοποιίας είχε μια σύνθεση 45 % πρωτεΐνες, 0,43 % λίπος, 3,0 % τέφρα, 28 % ίνες και 15 % υδατάνθρακες. Όταν αντικαταστάθηκε στο επίπεδο του 25 % στα διαιτολόγια της πέστροφας με 32 % άλευρο ρέγγας, η ανάπτυξη και η αποτελεσματικότητα της τροφής μειώθηκαν σημαντικά, πχ η μετατροπή της τροφής πήγε από 1,45 % σε 1,58 % ενώ τα ημερήσια οφέλη βάρους έπεσαν από 18,2 % σε 13,7 % αντίστοιχα. Η ανάλυση αμινοξέων των μονοκύτταρων οργανισμών που χρησιμοποιήθηκαν σ' αυτά τα πειράματα έδειξαν να είναι ανελλιπή σε φαινυλανίνη, μεθιονίνη και αργινίνη. Η μονοκύτταρη πρωτεΐνη που αναπτύσσεται σε περισσεύματα πατάτας, θα μπορούσε να αντικαταστήσει περίπου 40 % της συνολικής πρωτεΐνης των διαιτολογίων τύπου ΣΒΟ χωρίς σημαντικές απώλειες απόδοσης.

Ένας κίνδυνος που συνδέεται με τη χρήση της μονοκύτταρης πρωτεΐνης που αναπτύσσεται σε βιομηχανικά απορρίμματα είναι η πιθανότητα μόλυνσης με μυκοτοξίνες – αφλατοξίνες, που είναι και ο πιο σοβαρός.



### 3.3 Κριλ (καρκινοειδή)

Από όλες τις μη συμβατικές ζωοτροφές ζωικής προέλευσης, τα καρκινοειδή αντιπροσωπεύουν τη μεγαλύτερη ενδεχομένως διαθέσιμη πηγή. Διάφοροι υπολογισμοί που πραγματοποιήθηκαν από ιχθυοβιολόγους δείχνουν ότι ίσως πάνω από 300 εκατομμύρια μετρικών τόνων θα μπορούσαν να συλλεχθούν ετησίως. Το πρόβλημα εδώ, φυσικά, είναι ότι τι κριλ είναι ευρέως διασκορπισμένο, κυρίως σε περιοχές της Αρκτικής και της Ανταρκτικής. Πρόσφατα, ωστόσο, έχει εκδηλωθεί νέο ενδιαφέρον για την αλιεία των καρκινοειδών με τις κύριες έρευνες να πραγματοποιούνται από την Ομόσπονδη Δημοκρατία της Γερμανίας, την Ιαπωνία, και τη Σοβιετική Ένωση. Το άλευρο από κριλ έχει κιάλας παρασκευαστεί και η αναφερόμενη σύνθεσή του είναι 35 % πρωτεΐνες, 10 % υγρασία, 10 – 15 % λίπος και 15,2 % τέφρα. Το υπολειπόμενο τμήμα της σύνθεσης είναι ίσως η χιτίνη. Αναλύσεις Ρωσικού και Πολωνικού κριλ φέρνουν τα καρκινοειδή να περιέχουν περίπου 1,5 % χιτίνη σε μια αποδεκτή βάση. Το κριλ έχει χορηγηθεί σε διαιτολόγια για πολύχρωμες πέστροφες. Ένα διαιτολόγιο που περιέχει 35 % άμυλο και 7,0 % έλαια ήταν σχεδόν (μέσα σε 5%) ισοδύναμο με το διαιτολόγιο ελέγχου που περιέχει 70 5 ιχθυάλευρο, 24,4 % τέφρα και 4,1 5 έλαια. Όταν το κριλ αποτελούσε μοναδική πηγή πρωτεΐνης, η ανάπτυξη των ψαριών αναφέρθηκε ως χαμηλότερη από τον έλεγχο τον χορηγούμενο με ιχθυάλευρο.

Όταν χορηγήθηκαν σε γατόψαρα για 19 εβδομάδες ισοθερμικές δίαιτες στις οποίες οι περιεκτικότητες πρωτεΐνης προέρχονταν αποκλειστικά από κριλ ή ιχθυάλευρο, η ανάπτυξη των ψαριών που έλαβαν το διαιτολόγιο με κριλ ήταν περίπου 80 % εκείνων που έλαβαν το ιχθυάλευρο. Ανάλυση των περιεκτικότητων σε αμινοξέα που περιέχει το άλευρο από κριλ και ζωοπλαγκτόν όπως είναι ο κόκκινος κάβουρας (*Pleuroncodes planipes* and *Euphausiid pacifica*) δείχνει ότι τα προφίλ αμινοξέων αυτών των ειδών ζωοπλαγκτόν πλησιάζουν εκείνα του ρεγγάλευρου. Μια πιθανή εξήγηση για την κατώτερη απόδοση του κριλ συνδέεται ενδεχομένως με την υψηλή περιεκτικότητά τους σε τέφρα. Μια διαδικασία για τη μείωση της περιεκτικότητας σε τέφρα που έχουν τα άλευρα καρκινοειδών αρθροπόδων με το άλεσμα και το κοσκίνισμα έχει αναφερθεί ότι όχι μόνο μειώνει την τέφρα, αλλά και ότι αυξάνει το επίπεδο πρωτεΐνης του τελικού προϊόντος. Υψηλή περιεκτικότητα σε τέφρα, κυρίως σε ασβέστιο, έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τη βιοδιαθεσιμότητα του μαγγανίου και του ψευδαργύρου σε μελέτες πάνω στη θρήψη των ζώων. Αν υπήρχε τρόπος να συγκεντρωθεί το κριλ με οικονομικό τρόπο και να επεξεργαστεί στη θάλασσα, η περιεκτικότητα του ασβεστίου θα μπορούσε να μειωθεί με μια διαδικασία που

αναπτύχθηκε για την επεξεργασία του κόκκινου κάβουρα. Σ' αυτή τη διαδικασία, το χιτινώδες τμήμα μειώνεται αφαιρώντας το κριλ με ένα μηχάνημα διαχωρισμού σάρκας, ή οποιαδήποτε άλλη συσκευή όπως είναι ο διαχωριστής Beehive. Σκοπός της ανάπτυξης αυτής της διαδικασίας που αποφέρει διάφορα προϊόντα (πχ άλευρο, chitosan και πρωτεΐνη) ήταν να βελτιώσει τις οικονομικές προοπτικές της εκμετάλλευσης οστρακόδερμων.

Στη θρέψη των σαλμονιδών το κριλ προσφέρει μια σημαντική πηγή καροτινοειδών. Οι σαλμονίδες είναι ανίκανες να συνθέσουν καροτινοειδή και το χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα τους μπορεί να προκύψει μόνο από τα πεπτόμενα καροτινοειδή. Τόσο στην Ευρώπη όσο και στις ΗΠΑ τα καροτινοειδή σχηματίζονται μέσα σε διαιτολόγια με την πρόσθεση καρκινοειδών ορθόποδων ή / και συνθετικών καροτινοειδών όπως είναι η κανθαξανθίνη. Παρόλο που η κανθαξανθίνη προσφέρει την ευκολία του σχηματισμού, χρειάζεται περίπου τρεις φορές περισσότερη ποσότητα στο διαιτολόγια για να προσδώσει τον ίδιο βαθμό φυσικής χρωμάτωσης σε σχέση με την ασταξανθίνη και τους εστέρες ασταξανθίνης. Έχει επίσης μια ισχυρότερη τάση να εξασθενεί κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος.

Τα καροτινοειδή είναι ασταθείς χημικές ενώσεις και είναι επιρρεπή σε διάσπαση μέσω της θερμότητας, των οξέων και των αλκαλίων, και της οξειδωσης. Μπορούν να σταθεροποιούνται ως ένα βαθμό με αντιοξειδωτικά όπως είναι η ethoxyquin. Μια διαδικασία για την παραγωγή ενός σταθεροποιημένου εκχυλίσματος καροτινοειδών αναπτύχθηκε ήδη.

### **3.4 Υποπροϊόντα πουλερικών και άλευρο πτερώματος**

Τα υποπροϊόντα πουλερικών και το άλευρο πτερώματος αποτελούν εδώ και καιρό εμπορικά προϊόντα και οι μέθοδοι παραγωγής του έχει συζητηθεί σε άλλο σημείο. Τα υποπροϊόντα πουλερικών χρησιμοποιούνται κυρίως από τη βιομηχανία τροφών για ζώα συντροφιάς, και το άλευρο πτερώματος αποτελεί συστατικό σε σιτηρέσια πουλερικών. Αυτές φαίνεται να είναι πολύ καλές πηγές πρωτεΐνης και λιπιδίων περιέχοντας 69 % καθαρής πρωτεΐνης, 10-21% λιπίδια και 10 % τέφρα. Το λεγόμενο άλευρο πτερώματος είναι αλήθεια μια λανθασμένη ονομασία. Στην καλύτερη περίπτωση είναι ένα ελαφρώς υδρολυμένο προϊόν που παράγεται από το μαγείρεμα πτερωμάτων με την παρουσία υδροξειδίου ασβεστίου για να αυξηθεί η ευπεψία του. Σ' αυτό το προϊόν βρέθηκαν λίγα, μπορεί και κανένα, αμινοξέα. Το άλευρο πτερώματος έχει εκτιμηθεί σε είδη φρέσκου και αλμυρού νερού. Περιέχει περίπου 80 – 85 % πρωτεΐνη και είναι μια σχετικά καλή πηγή θειούχων αμινοξέων. Το

αν αυτά τα αμινοξέα είναι εντελώς διαθέσιμα δεν έχει αποδειχθεί ακόμη. Αισιόδοξα αποτελέσματα έχουν αναφερθεί όταν αυτό χρησιμοποιείται σε διαιτολόγια γατόψαρων στο επίπεδο του 15 %. Τα υποπροϊόντα των πουλερικών είναι χαμηλότερα σε λυσίνη απ' ότι το ιχθυάλευρο, και τα διαιτολόγια πέστροφας που περιέχουν πάνω από 75 % υποπροϊόντα πουλερικών θα ήταν ανεπαρκή στο αμινοξύ.

Το γεγονός ότι μερικά από τα θειούχα αμινοξέα σε υδρολυμένο άλευρο περωμάτων διατίθενται σε σαλμονίδες αποδείχθηκε πρόσφατα κατά την πραγματοποίηση πειραμάτων διατροφής στο Πανεπιστήμιο της Washington. Σ' αυτά τα πειράματα, η πέστροφα αναπτύχθηκε πολύ καλύτερα με μείξεις αλεύρων περωμάτων και μονοκύτταρης πρωτεΐνης μαγιάς απ' ότι όταν ένα από τα δύο προϊόντα χρησιμοποιήθηκαν ως μοναδικών πηγή πρωτεΐνης.

### 3.5 Άλλες πιθανές ζωοτροφές

Άλλες ζωοτροφές που μπορούν ενδεχόμενα ν' αποτελούν διαιτητικά συστατικά για τα ψάρια περιλαμβάνουν το άλευρο σπόρου κράμβης και το άλευρο ηλίανθου. Αυτά τα προϊόντα περιέχουν από 37 % έως 43 % πρωτεΐνη. Το άλευρο σπόρου κράμβης εκτιμήθηκε πρόσφατα. Η προσθήκη μέχρι 25 % σε ένα βασικό διαιτολόγιο που περιέχει 40 % ιχθυάλευρο έφερε ικανοποιητικά αποτελέσματα στον ασημένιο σολομό Ειρηνικού (coho salmon). Επειδή το άλευρο σπόρου κράμβης αντικατέστησε το σακχαρομόκητα ζύθου, το άλευρο βαμβακόσπορου και τα διάφορα σιτηρά στο διαιτολόγιο των πειραμάτων, τα αποτελέσματα δεν αποτέλεσαν ένδειξη της πραγματικής του απόδοσης όταν συγκρίθηκε με το ιχθυάλευρο. Η ίδια έρευνα έδειξε επίσης ότι, παρόλο που το προφίλ αμινοξέων στο άλευρο σπόρου κράμβης ήταν παρόμοιο μ' εκείνο του ιχθυάλευρου, οι υψηλότερες περιεκτικότητές του σε ίνες, η τανίνη, και φυτινικών οξέων θα μπορούσαν να επιβάλουν ένα σημαντικό εμπόδιο στη χρήση του σε διαιτολόγια υδροκαλλιέργειας. Η υψηλή περιεκτικότητα του σπόρου κράμβης σε glucoipoleate θα μπορούσε επίσης να προκαλέσει το σχηματισμό ισοθειοκυανιτών για γαστρίνης στο έντερο παρακωλύοντας έτσι τη λειτουργία του θυροειδή. Τα πειράματα θρέψης έδειξαν πράγματι ότι παρόλο που το διαιτολόγιο που περιέχει 22% σποράλευρου κράμβης δεν μείωσε σημαντικά την ανάπτυξη και την αποτελεσματικότητα της τροφής, προκάλεσε μια αντισταθμιστική αύξηση στη δραστηριότητα του θυροειδή.

Μια νέα προσέγγιση σε μια μάλλον παλιά διαδικασία επιχειρήθηκε πρόσφατα, πχ πιστεύτηκε ότι το νεογνά έντομα, εφόσον καλλιεργηθούν και σχηματιστούν κατάλληλα, θα μπορούσαν να χρησιμεύσουν ως μια

εναλλακτική πηγή θρεπτικών συστατικών σε διαιτολογία υδροκαλλιέργειας. Τα νεογνά της κοινής μύγας του γένους *Musca Domestica* καλλιεργήθηκαν και πραγματοποιήθηκαν πειράματα για να εκτιμηθεί η χρησιμοποίησή τους σε διαιτολογία τύπου ΣΒΟ σε σαλμονίδες και *tiralia*.

Τα νεογνά αναπτύχθηκαν με την επώαση αυγών μύγας σε ένα υπόστρωμα που αποτελείται από δύο μέρη του χοντρόκοκκου μέρους σιτηρών, ένα μέρος άλφα και τρία μέρη νερού. Το μίγμα των αυγών μύγας του υποστρώματος τοποθετήθηκε σε μερικά καλυμμένα δοχεία αλουμινίου σε βάθος 15 cm και επώαστηκαν σε 30<sup>0</sup> C για 4 – 5 μέρες. Μετά την επώαση, το υπόστρωμα και τα νεογνά αποξηράνθηκαν σε ένα περιστροφικό ξηραντήρα κενού (735 mm κενού, 85 – 1000<sup>0</sup>C) με μια περιεκτικότητα υγρασίας περίπου 8 %. Μετά την αποξήρανση, τα νεογνά διαχωρίστηκαν από το υπόστρωμα με το κοσκίνισμα. Η μέση κατά προσέγγιση σύνθεση των αποξηραμένων μικρών νεογνών μύγας ήταν:

Υγρασία 8 %

Πρωτεΐνη 45 %

Λίπος 15 %

Τέφρα 8 %

Χιτίνη 25 %

Η σύνθεση των αμινοξέων ήταν περίπου η ίδια μ' αυτή στο ιχθυάλευρο. Πριν το σχηματισμό των διαιτολογίων, τα νεογνά αλέστηκαν μέσω μιας μηχανής επεξεργασίας με σφυρί και ένα κόσκινο 1 mm. Τα ισοαζωτούχα διαιτολόγια προετοιμάστηκαν για την αντικατάσταση κατάλληλων ποσοτήτων ιχθυάλευρου σε διαιτολόγια ελέγχου με καθορισμένη χιτίνη. Αυτά τα διαιτολόγια δοκιμάστηκαν στον coho salmon και την πολύχρωμη πέστροφα.

Στον coho salmon χορηγήθηκε μια ποσότητα που κυμαινόταν από 1% έως 2% του βάρους σώματος (ανάλογα με τη θερμοκρασία νερού) ανά ημέρα. Το σιτηρέσιο αναπροσαρμόζοταν κάθε επτά ημέρες για να παράγει, όσο πιο κοντά γινόταν, την καλύτερη μετατροπή τροφής. Στην πολύχρωμη πέστροφα χορηγήθηκε μια ποσότητα του 2,5 % του βάρους σώματος ανά ημέρα. Η προσαρμογή του σιτηρεσίου γινόταν κάθε επτά ημέρες. Τα διαιτολόγια που χορηγήθηκαν σε πολύχρωμες πέστροφες που περιείχαν 25 %, 50 % και 100 % υποκατάσταση του ιχθυάλευρου με νεογνά μύγας την ίδια ανάπτυξη και μετατροπή τροφής καθορίστηκαν σε δύο ομάδες διαιτολογίων (πχ εκείνες στις οποίες τα νεογνά μύγας αντικαταστάθηκαν σε μια βάση ισοδύναμου βάρους και μια άλλη στην οποία η δίαιτα ελέγχου τύπου ΣΒΟ προετοιμάστηκε σε μια ισοαζωτούχα βάση με την υποκατάσταση του ιχθυάλευρου με καθαρισμένη χιτίνη). Σ'

όλα τα πειράματα, η ανάπτυξη και η μετατροπή τροφής (υπολογισμένη σε μια ισοθερμιδική βάση vs άμεση μέτρηση) ήταν ενδεικτική.

Σ' ένα άλλο σχέδιο, τα διαιτολόγια προετοιμάστηκαν μέσω της αποξήρανσης των νεογνών και του υποστρώματος χωρίς διαχωρισμό. Μετά την αποξήρανση, το μίγμα αλέστηκε και στη συνέχεια μετασχηματίστηκε σε σβώλους χωρίς να χρησιμοποιηθεί καμιά συνδετική ύλη. Οι σβώλοι που δημιουργήθηκαν ήταν πολύ σκληροί και ακόμη και τα tilapia δεν έτρωγαν εύκολα τους σβώλους. Το σχέδιο αυτό δεν αναπτύχθηκε περαιτέρω, υπόσχεται όμως τώρα πολλά ως μια μέθοδος αναβάθμισης διαφόρων αποβλήτων για τη χρησιμοποίησή τους σε καθορισμένες ποσότητες τροφής στην υδροκαλλιέργεια. Η δυνατότητα χρησιμοποίησης των νεογνών κατευθείαν για τα μικρά και ανώριμα είδη, όπως είναι τα είδη οστρακόδερμων, παρουσιάζει επίσης ενδιαφέρουσες πιθανότητες. Για παράδειγμα τα Macrobrachia φάνηκε να συμπάθησαν πολύ τα νεογνά μύγας.

Θα πρέπει να σημειωθεί και πάλι ότι η παραγωγή τοξινών μούχλας ή βακτηριδίων εμποδίζει αυτόν τον τύπο προσέγγισης.

#### **4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΙΣ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ**

Είναι βέβαιο ότι η διατροφή επηρεάζει την οργανοληπτική ιδιότητα των καλλιεργημένων ψαριών. Οι παράγοντες που συμβάλλουν στην οργανοληπτική ιδιότητα των ψαριών είναι πολυάριθμοι και σύνθετοι σαν κι αυτούς που συνδέονται με άλλες τροφές. Σε αντίθεση με άλλες τροφές, έχει καταβληθεί μικρή προσπάθεια για να ελεγχθούν αυτοί οι οργανοληπτικοί παράγοντες. Σχετικά με τα άγρια ψάρια, η σύνθετη γεύση και η γενική ολική αποδοχή έχουν συνδεθεί με την υφή τους, τη σύνθεση της σάρκας τους (περιεκτικότητα σε λίπος και πρωτεΐνες), και τα χαρακτηριστικά συστατικά στοιχεία της γεύσης που σχετίζονται με τα αντίστοιχα είδη. Στα θαλάσσια είδη, έχει εδώ και πολύ καιρό αναγνωριστεί ότι η σύνθετη γεύση τους επηρεάζεται από διάφορες εποχιακές και περιβαλλοντικές επιδράσεις. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες περιλαμβάνουν όχι μόνο διαλυμένες ουσίες και φυτικά θρεπτικά συστατικά αλλά και διαθέσιμες τροφές ζώων (τροφικός κύκλος), η αφθονία των οποίων επηρεάζεται από παράγοντες όπως η θερμοκρασία του νερού, ο κύκλος νερού και η φωτοπερίοδος. Η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει τη σύνθεση των λιπαρών οξέων στο μυϊκό ιστό των τελέοστων ψαριών. Σε μια χαμηλότερη θερμοκρασία νερού τα ψάρια τείνουν να συγκεντρώνουν περισσότερα ακόρεστα λιπαρά οξέα στους ιστούς και τα όργανά τους. Η σχέση της σύνθεσης

των λιπαρών οξέων με τη μεταβολή της σύνθετης γεύσης και της υφής κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και της αποθήκευσης, φυσικά, αναγνωρίζεται εύκολα. Γίνεται γρήγορα εμφανές, γι' αυτό, ότι οι αλλαγές στους περιβαλλοντικούς παράγοντες χρειάζεται να ελαχιστοποιηθούν όταν γίνονται προσπάθειες να ελεγχθούν οι οργανοληπτικές ιδιότητες των καλλιεργούμενων ψαριών μέσω της διατροφής.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι θα πρέπει να ληφθούν υπόψη δύο περιβάλλοντα: το πλήρες περιβάλλον, που απαρτίζουν οι λίμνες, οι ωκεανοί, τα ποτάμια, τα ιχθυοτροφεία κλπ, και το τοπικό περιβάλλον (όπως η θέση των ψαριών όσον αφορά το πλήρες περιβάλλον). Ο τύπος της καλλιέργειας ψαριών, φυσικά, θα καθορίσει το βαθμό που αυτά τα περιβάλλοντα επηρεάζουν τις οργανοληπτικές ιδιότητες των ψαριών. Μια εξέταση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει ότι το μεγαλύτερο μέρος της έρευνας των χαρακτηριστικών της γεύσης των καλλιεργούμενων ψαριών σχετίζεται με τις περιβαλλοντικές επιρροές παρά με τα συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά. Αυτό είναι ιδιαίτερα αληθές για τα είδη που καλλιεργούνται σε ιχθυοτροφεία, όπου, για προφανείς λόγους, τα ψάρια εκτρέφονται σε συνθήκες σχεδόν στατικού νερού. Σ' αυτόν τον τύπο περιβάλλοντος, η ανάπτυξη των οργανισμών που παράγουν τη σύνθετη γεύση, που αποσυνθέτουν τη φυτική παραγωγή, και η μη καταναλωθείσα τροφή συμβάλλουν στο οργανοληπτικό χαρακτηριστικό των ψαριών.

Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κυπρίνου της Ευρώπης που παράγεται σε ιχθυοτροφεία τα οποία λιπαίνονται με υγρή κοπριά έχουν συγκριθεί με τα αντίστοιχα εκείνου που αναπτύσσεται με τη χορήγηση διαιτολογίων από δημητριακά ή σβώλους υψηλής πρωτεΐνης. Ο κυπρίνος που αναπτύσσεται σε εμπλουτισμένες δεξαμενές θεωρήθηκε ανώτερος ως προς τη γεύση και το χρώμα σε σχέση με εκείνον στον οποίον χορηγούνται προπαρασκευασμένα διαιτολόγια. Ωστόσο, τα ψάρια που παράγονται σε εμπλουτισμένα ιχθυοτροφεία είχαν μια περιεκτικότητα σε λίπος σάρκας περίπου 6 %, ενώ εκείνα που δέχθηκαν εμπλουτισμένα διαιτολόγια κυμαίνονταν από 14 % έως 22 % λίπος. Θα φαινόταν ότι ενώ όλοι οι άλλοι παράγοντες είναι ισοδύναμοι, τα συστατικά στοιχεία σύνδεσης στη σάρκα επηρέασαν περισσότερο την ιδιότητα των ψαριών να φαγωθούν ωμά απ' ότι τα στοιχεία της γεύσης που χορηγήθηκαν με τα διαιτολόγια.

Σε αντίθεση με τα εκτρεφόμενα σε ιχθυοτροφεία ψάρια, τα θαλάσσια είδη όπως οι σαλμονίδες αναπτύσσονται σε γενικές γραμμές σε μη στατικό νερό, μειώνοντας έτσι τις επιδράσεις των περιβαλλοντικών παραγόντων. Όμως, ακόμα και σε θαλάσσιο περιβάλλον, θα πρέπει να

μην ξεχνά κανείς ότι οι περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορούν εύκολα να προσπεράσουν τους περιβαλλοντικούς παράγοντες όταν γίνονται προσπάθειες να ελεγχθούν οι οργανοληπτικές ιδιότητες με διαιτητικά μέσα. Τα ψάρια έχουν περιγραφεί από έναν υδροκαλλιεργητή ως βιολογικοί σπόγγοι που μπορούν να απορροφήσουν πολλά ανόργανα και οργανικά υλικά μέσα από τα βράγχιά τους καθώς και από την πεπτική τους οδό. Πράγματι, τα γατόψαρα έχουν δείξει ότι απορροφούν 2 – πενταγόνη και διμεθυλσουλφίδιο μέσα σε 10 λεπτά από την έκθεση τους στα διαλύματά τους. Έτσι, ενώ χρειάζονται σκληρά μέτρα ελέγχου ποιότητας για να παρεμποδιστούν οι δυσάρεστες γεύσεις, οι επιθυμητές γεύσεις θα μπορούσαν να προκληθούν με την έκθεση των ζωντανών ψαριών σε ωφέλιμα διαλύματα. Μια πρόσφατη εξέταση των εποχιακών και περιβαλλοντικών παραγόντων που επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά της σύνθετης γεύσης του βακαλάου υποστήριξε ότι αυτές οι ιδιότητες σχετίζονται όχι μόνο την ποσότητα και τον τύπο της τροφής που καταναλώνεται, αλλά και με τη σύνθεση του λιπιδίου που, με τη σειρά του, επηρεάζεται από την τροφή και τη σεξουαλική ωριμότητα του ψαριού. Ένα ενδιαφέρον σημείο που τονίστηκε από τον συγγραφέα είναι ότι το μετά θάνατον pH του μυ επηρεάζεται από την παροχή τροφής, την περιεκτικότητα σε λιπίδια, και την κολυμβητική δραστηριότητα των ψαριών.

Δουλειά που καλύπτεται στη βιβλιογραφία δείχνει ότι οι καταναλωτές και οι ερωτηθέντες σε θέματα γεύσης μπορούν να ξεχωρίζουν τα άγρια από τα καλλιεργούμενα ψάρια. Αγνοώντας, ωστόσο, τις αποκρουστικές ή ξένες γεύσεις, δεν έχει καθοριστεί αν ο καταναλωτής προτιμά τα άγρια ψάρια, έχοντας υπόψη ότι αυτό ισχύει μόνο όταν καλλιεργούμενα ψάρια υψηλής ποιότητας του ίδιου μεγέθους αντιπαρατίθενται στα άγρια ψάρια. Σχετικά μ' αυτό, έχει αποδειχθεί ότι η άγρια πέστροφα κατείχε εμφανώς οργανοληπτικές ιδιότητες από την πέστροφα ιχθυοτροφείου στην οποία χορηγείται ένα διαιτολόγιο που αποτελείται από σπλήνα χοιρινού, βοδινό και κρέας αλόγου. Ενώ τα άγρια ψάρια κατατάχθηκαν ως ανώτερα ως προς τη γεύση και το άρωμα και την υφή από την πέστροφα ιχθυοτροφείου, σημειώθηκε επίσης σημαντική διαφορά στους οργανοληπτικούς παράγοντες των ψαριών ιχθυοτροφείου καθώς ελήφθησαν από διαφορετικά ιχθυοτροφεία. Και πάλι αυτό δείχνει ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες παίζουν σημαντικό ρόλο στον χειρισμό των οργανοληπτικών ιδιοτήτων των ψαριών.

Συμπερασματικά, πιστεύεται ότι μπορεί κάποιος να πει με σιγουριά ότι οι οργανοληπτικές αλλαγές, είτε οφείλονται στο περιβάλλον είτε στη διατροφή, μπορούν να ανιχνευτούν εύκολα, αλλά το αν αυτές οι αλλαγές επιδρούν στην αποδοχή των ψαριών δεν έχει εκτιμηθεί ακόμη. Δεν

υπάρχει αμφιβολία ότι κρίνονται αναγκαίες προσπάθειες για να διατηρηθούν κάποια βασικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, όπως είναι το χρώμα και η υφή που συνδέονται παραδοσιακά με τα άγρια είδη. Για παράδειγμα, δεν θα αμφισβητούσε κανείς ότι ο σολομός που έχει το χαρακτηριστικό της κόκκινης απόχρωσης θα είχε ευρύτερη αποδοχή από εκείνον που δεν έχει χρώμα. Παρομοίως, θα περιμέναμε ότι μια στέρεη υφή σε ψάρια με πτερύγια όπως είναι οι σαλμονίδες ή ο κυπρίνος θα λάμβανε μεγαλύτερη αποδοχή από εκείνα που έχουν μια μαλακή υφή. Το αποτέλεσμα διαφορετικών παρατηρήσεων μυρωδιάς, εκτός όταν είναι εντελώς άγνωστα στα ψάρια, ωστόσο, είναι τόσο δύσκολο να εκτιμηθεί όσο και να ελεγχθεί. Η φαινομενικά απλή σκοπιμότητα του ελέγχου της περιεκτικότητας σε λίπος μπορεί να αποδειχθεί δύσκολη. Κάποια δουλειά έχει ήδη δείξει ότι η αλλαγή της περιεκτικότητας λιπιδίων σε ένα διαιτολόγιο σαλμονίδας δεν αλλάζει πάντα σημαντικά ή ομοιόμορφα την περιεκτικότητα των λιπιδίων στο σολομό. Θα μπορούσε να φανεί ότι η θερμοκρασία του νερού, ο ρυθμός ανάπτυξης, η συνηθισμένη πυκνότητα και η σεξουαλική ωριμότητα συμμετέχουν όλα στον έλεγχο αυτής της μεταβλητής.

Ουσιαστικά όλα τα αποτελέσματα στη βιβλιογραφία σήμερα δείχνουν ότι η ποιότητα των καλλιεργημένων ψαριών σε σχέση με τα άγρια θα πρέπει να βελτιωθεί. Είναι απίθανο όμως να επιτευχθεί αυτή η ποιότητα με τις τροφές που χρησιμοποιούνται αυτή τη στιγμή. Αυτές οι τροφές εξάλλου δημιουργήθηκαν για να παράγουν την καλύτερη ανάπτυξη και τη μετατροπή της τροφής σε ψάρι. Καθώς όλα και περισσότερα μαθαίνονται για την θρέψη και την διατροφή των ψαριών, μπορεί να γίνει επιτακτική η ανάγκη να αναπτυχθούν συμπληρωματικά διαιτητικά σιτηρέσια τα οποία θα έχουν ως ειδική λειτουργία την ικανότητα να μεταβάλλουν θετικά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των καλλιεργούμενων ψαριών. Σ' αυτή την περιοχή, αναμένεται ότι θα αναπτυχθεί μια κύρια ανάγκη για εναλλακτικές μη συμβατικές ζωοτροφές για καλλιεργημένα ψάρια.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Η ΡΟΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΩΝ

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2.ΠΑΡΑΛΑΒΗ

3.ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

4.ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

5.ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τεχνολογία της επεξεργασίας τροφίμων έχει βελτιωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Η επεξεργασία τροφίμων έχει εξελιχθεί από μια απλή ανάμιξη των διαφόρων συστατικών με το χέρι σε μια μηχανιστική ανάμιξη, σε συνεχές ανακάτεμα, και τώρα σε ανάμιξη και πλάσιμο μικρών σβόλων υπό τον έλεγχο ηλεκτρονικού εγκεφάλου. Ωστόσο, η βασική ιδέα της ανάμιξης όλων των συστατικών μαζί, για να παραχθεί μια θρεπτικά ισορροπημένη τροφή, έχει παραμείνει αναλλοίωτη.

Για να επιτευχθεί η ανάμιξη διαφορετικών συστατικών, το άλεσμα αυτών των συστατικών σε παρόμοια μεγέθη πολύ μικρών κόκκων (μοριών), και έπειτα η τοποθέτηση όλων αυτών μαζί σε μια συσκευή, απαιτεί έναν αρκετά μεγάλο αριθμό ειδικών μηχανημάτων και ειδικών γνώσεων. Μερικά εργοστάσια παρασκευής τροφίμων σχεδιάζονται και οργανώνονται για ειδικές λειτουργίες, ενώ άλλα σχεδιάζονται για την παραγωγή μιας ποικιλίας τροφίμων. Άσχετα από τον συγκεκριμένο σκοπό του εργοστασίου, η ροή των υλικών ακολουθεί ένα βασικό μοντέλο – σχέδιο.

## 2. ΠΑΡΑΛΑΒΗ

Η πρώτη διαδικασία στο εργοστάσιο επεξεργασίας τροφίμων περιλαμβάνει την παραλαβή των πρώτων υλών στις εγκαταστάσεις του εργοστασίου. Τα συστατικά των τροφών φτάνουν σε σακιά, ή άλλα μικρά κιβώτια ή ακόμη και χύμα.

Τα σακιασμένα συστατικά ελέγχονται για αναγνώριση και πιστοποίηση της κατάστασής τους. Έπεται η καταχώρησή τους μετά από τον διαχωρισμό των φαρμάκων. Τα συστατικά αυτά πρέπει στη συνέχεια να αποθηκευθούν σε ξηρό χώρο που να προσφέρει την κατάλληλη προστασία από τον κίνδυνο διάβρωσης και εμφάνισης εντόμων.

Η μεταχείριση των χύμα συστατικών εξαρτάται από φυσικό σχήμα τους. Τα υγρά συστατικά, όπως είναι τα έλαια και οι μολάσες, αποθηκεύονται κατά κανόνα σε δεξαμενές. Διατηρείται η σωστή θερμοκρασία αποθήκευσης και τα κόσκινα των φίλτρων ελέγχονται περιοδικά. Τα στερεά συστατικά σε χύμα ποσότητες όπως είναι οι σπόροι κλπ, καθαρίζονται με ένα ξέστρο προκειμένου να αφαιρεθούν οι ξένες ουσίες πριν την αποθήκευσή τους σε κιβώτια. Η θερμοκρασία των

κιβωτίων ορίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να παρεμποδίζεται η θέρμανση λόγω της ανάσας και της κοκκοποίησης.

### 3. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Η ροή των υλών κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας περιλαμβάνει:

- (α) μείωση σε μέγεθος μικρών κόκκων,
- (β) προ – ανάμιξη,
- (γ) ανάμιξη,
- (δ) πλάσιμο μικρών σβόλων, και
- (ε) σάκιασμα.

Τα χονδροειδή συστατικά περνούν από έναν διαρκή μαγνήτη ο οποίος αφαιρεί τις μικρές πέτρες και στη συνέχεια περνούν από έναν μύλο με σφυριά ο οποίος μειώνει τον κόκκο στην επιθυμητή ανάλυση για το κόσκινο. Το αλεσμένο υλικό παρακολουθείται περιοδικά για να διασφαλιστεί η ομοιομορφία του μεγέθους και να υποβοηθηθεί η ανίχνευση φθοράς που μπορεί να έχει υποστεί το κόσκινο και τα σφυριά. Τα αλεσμένα υλικά οδηγούνται στη συνέχεια στα ειδικά για τα συστατικά κιβώτια.

Στο άλεσμα των τροφίμων υπάρχουν δύο τρόποι ανάμιξης. Ο πρώτος αφορά την ανάμιξη μικρο – θρεπτικών συστατικών. Ο τρόπος αυτός ορίζεται γενικά ως προ – ανάμιξη. Ο δεύτερος τρόπος περιλαμβάνει το πραγματικό ανακάτεμα όλων των συστατικών στοιχείων του διαιτολογίου.

Τα μικρο – θρεπτικά συστατικά, όπως είναι οι βιταμίνες και τα ιχνομέταλλα, ζυγίζονται με το φέρον υλικό το οποίο έχει μια πυκνότητα που πλησιάζει εκείνη του υπερισχύοντος μικρο – συστατικού. Τα υλικά ανακατεύονται έπειτα σε έναν αναμκτήρα για μια περίοδο χρόνου που καθορίζεται από τον κατασκευαστή του εξοπλισμού, προκειμένου να εξασφαλιστεί η ομοιογένεια. Το προ – μίγμα οδηγείται τελικά στο κιβώτιο της προ – ανάμιξης.

Το ανακάτεμα του διαιτολογίου αρχίζει όταν τίθενται σε λειτουργία τα τρυπάνια (σπειροειδείς σχηματισμοί) προκειμένου να μεταφέρουν τις σωστές ποσότητες κάθε συστατικού συμπεριλαμβανομένου του προ – μίγματος, σύμφωνα με τη συνταγή, στον αναμικτήρα. Όπου πραγματοποιείται χειροκίνητη αλλαγή του αναμικτήρα, τα συστατικά ζυγίζονται μέσα σε σακιά ή ελαφρά μεταφορικά οχήματα με χωνιά. Η περίοδος ανάμιξης είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή του εξοπλισμού, το τελικό μίγμα όμως ελέγχεται περιοδικά από έναν ανιχνευτή για να εξασφαλιστεί η ομοιογένεια της μίξης. Αν το αναμιγμένο διαιτολόγιο πρόκειται να υποστεί πλάσιμο οδηγείται στο κιβώτιο πλασίματος.

Η ανακατεμένη αλεσμένη τροφή που προορίζεται για πλάσιμο σε μικρούς σβόλους υποβάλλεται σε επεξεργασία κατ' αρχάς με τον ατμό στο τμήμα μαλάκυνσης, μετά το οποίο μπαίνει στη μήτρα όπου τελικά εκχύνεται. Οι σβόλοι που μόλις έχουν εκχυθεί είναι ζεστοί και περιέχουν περίσσεια υγρασίας η οποία αφαιρείται κατά τη διάρκεια του περάσματος από τον θάλαμο υπερψύξεως. Στη συνέχεια κοσκινίζονται τα υπολείμματα από την ψυγμένη σβολοποιημένη τροφή και επανέρχονται για πλάσιμο εκ νέου. Το ιχθυέλαιο, όταν προστεθεί, χρησιμοποιείται πριν τη μεταφορά των τελειωμένων σβόλων στο κιβώτιο των συσκευαστών.

#### **4. ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ**

Οι περισσότεροι σβόλοι τεμάχια που προορίζονται για τα ψάρια σακιάζονται. Η διαδικασία σακιάσματος περιλαμβάνει: το ζύγισμα, το σάκιασμα, την επικόλληση ταινίας, την κωδικοποίηση και το ράψιμο. Οι σακούλες οδηγούνται στη συνέχεια στην αποθήκη για διανομή.

#### **5. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ**

Τα χύμα προϊόντα φυλάσσονται σε μεγάλα κιβώτια. Οι τροφές φορτώνονται σε ειδικά κατασκευασμένους μεταφορείς μεγάλων ποσοτήτων χύμα και μεταφέρονται στον πελάτη. Οι τροφές ξεφορτώνονται από το φορτηγό στην αποθήκη του πελάτη με ένα σύστημα τρυπανιών, μεταφορείς με ρόδες, ή με ένα σύστημα αέρα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΑΛΕΣΜΑΤΟΣ ΤΡΟΦΩΝ

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΑΛΕΣΜΑ

2. ΑΝΑΜΙΞΗ

3. ΠΛΑΣΙΜΟ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρασκευή τροφίμων και το συνδεδεμένο μ' αυτή πρόγραμμα ελέγχου ποιότητας αποτελούν κλειδιά για την επιτυχή ιχθυοκαλλιέργεια. Αν ο ιχθυοβιολόγος δεν καταλάβει και δεν καθορίσει τις εργασίες του μύλου αλέσεως και του εργαστηρίου του, τότε μια επικερδής ιχθυοκαλλιέργεια δεν θα είναι καθόλου σίγουρη.

Οι ξηρές τροφές πρέπει να αλέθονται, να κοσκινίζονται, να αναμειγνύονται, να συμπιέζονται, να διαστέλλονται, να αποκτούν υφή, να χρωματίζονται και να αρωματίζονται. Μέσω μιας ή περισσότερων διαδικασιών είναι δυνατό να προετοιμαστεί μια μεγάλη ποικιλία συστατικών και να δώσουν ένα τυποποιημένο προϊόν. Αφού τα ψάρια έχουν προτιμήσεις ως προς το μέγεθος και την υφή και συχνά αντιδρούν στο χρώμα, την οσμή και τη γεύση, η έρευνα της διαδικασίας αποτελεί ζωτικό μέρος της ιχθυοκαλλιέργειας.

### 1. ΑΛΕΣΜΑ

Το άλεσμα ή η μείωση στο μέγεθος ενός μικρού κόκκου αποτελεί μια πολύ σημαντική λειτουργία της παρασκευής τροφίμων. Πολλοί από τους μύλους τροφίμων περνούν όλα τα συστατικά μέσα από έναν αλεστή για διάφορους λόγους:

(α) μάζες (ύλης) και μεγάλα τεμάχια μειώνονται ως προς το μέγεθος,  
(β) ένα μέρος της υγρασίας απομακρύνεται μέσω του εξαερισμού, και  
(γ) πρόσθετες ουσίες όπως τα αντιοξειδωτικά μπορούν να αναμειχθούν.

Όλα αυτά βελτιώνουν την ευκολία του χειρισμού των συστατικών και την δυνατότητα αποθήκευσής τους.

Υπάρχουν όμως και άλλοι λόγοι για το άλεσμα και το κοσκίνισμα των συστατικών σε τροφές συνταγής (φόρμουλας) πριν την περαιτέρω επεξεργασία. Τα μικρά ψάρια και τα ιχθύδια χρειάζονται τροφές στο μέγεθος του πλαγκτόν που διατίθεται σε ξηρή μορφή ως άλευρο ή μικρός κόκκος. Ακρότητες στα μεγέθη του κόκκου είναι δαπανηρές και συχνά επικίνδυνες. Έχει συμβεί επίσης να πεθάνουν ιχθύδια λόγω της ανικανότητάς τους να περάσουν από το πεπτικό τους σύστημα

μεγάλα κομμάτια συνδετικού ιστού ή κόκαλου που βρίσκονται σε ξηρά ζωικά υποπροϊόντα, ή φλοιούς που βρέθηκαν σε άλευρο από βαμβακόσπορο και ακατέργαστο ρύζι. Από την άλλη μεριά, οι μικρές ποσότητες τροφής μεταφέρουν μικρή θρεπτική αξία.

Το άλεσμα συστατικών βελτιώνει γενικά την ευπεψία των τροφών, την αποδεκτικότητα, τις ιδιότητες ανάμειξης, το πλάσιμο σε σβώλους, και αυξάνει τη συνολική πυκνότητα ορισμένων συστατικών. Αυτό επιτυγχάνεται με διάφορους τύπους χειροκίνητων ή μηχανικών λειτουργιών που περιλαμβάνουν τη συμπίεση (κρούση), την τριβή και το κόψιμο.

### **1.1 Μύλοι με σφυριά**

Οι μύλοι με σφυριά είναι κυρίως αλεστές συμπίεσης με αιωρούμενες ή ακίνητες ατσάλινες πλάκες που πιέζουν τα συστατικά σε ένα στρογγυλό κόσκινο ή σε ένα συμπαγές οδοντωτό τεμάχιο. Το υλικό διατηρείται στο θάλαμο του αλέσματος μέχρι να μειωθεί στο μέγεθος των οπών που έχει το κόσκινο. Ο αριθμός των σφυριών σε μια περιστροφή, το μέγεθός τους, η διάταξή τους, η αιχμηρότητά τους, η ταχύτητα περιστροφής, οι τύποι φθοράς και η εκκαθάριση στο χτύπημα η σχετική με το κόσκινο ή την πλάκα που χτυπά αποτελούν σημαντικές μεταβλητές στην ικανότητα αλέσματος και στην τελική εμφάνιση του προϊόντος. Η θερμότητα που μεταδίδεται στο υλικό, λόγω της εργασίας του αλέσματος, σχετίζεται με το χρόνο που αυτό διατηρείται μέσα στο θάλαμο και τα χαρακτηριστικά ροής αέρα. Το άλεσμα με τη συμπίεση δεν είναι πάρα πολύ αποδοτικό με ξηρά, χαμηλά σε λίπος, συστατικά, παρόλο που πολλές άλλες ουσίες μπορούν να μειωθούν στο μέγεθος με μια σωστή επιλογή με το κόσκινο και τη ρυθμισμένη ποσότητα τροφής.

Οι περισσότεροι μύλοι με σφυριά έχουν μια οριζόντια λαβή προωθήσεως η οποία σταματά τα κατακόρυφα σφυριά, για μερικά συστατικά όμως, όπως είναι τα ξηραμένα ζωικά υποπροϊόντα, ενώ ένας μύλος με «κατακόρυφα» σφυριά είναι πιο αποτελεσματικός. Σ' αυτόν το μύλο η λαβή τοποθετείται κατακόρυφα και τα κόσκινα και τα σφυριά τοποθετούνται οριζόντια. Οι ουσίες που επιτυχώς μειώνονται στο μέγεθος της διαμέτρου των οπών που έχει το κόσκινο ή γίνονται ακόμα μικρότερες, μεταφέρονται λόγω της βαρύτητας έξω από το μύλο και από κει με τον αέρα ή το μεταφορέα για αποθήκευση

σε κιβώτια κατασκευής. Τα υπερμεγέθη κομμάτια που δεν σπάζουν εύκολα, πέφτουν μέσα στο μύλο και μπορεί να ανακυκλωθούν ή να πεταχτούν. Έτσι, οι ξένες ουσίες, όπως οι πέτρες, φεύγουν πριν περάσουν στο κόσκινο προκαλώντας ζημιά.

## 1.2 Μύλοι τριβής.

Οι μύλοι τριβής χρησιμοποιούν την αρχή του μύλου με σφυρί ως ένα σημείο, όπως, για το θρυμματισμό με κρούση (συμπίεση). Ωστόσο, μεταδίδουν και μια δράση κοψίματος. Το άλεσμα γίνεται ανάμεσα σε δύο δίσκους που είναι εξοπλισμένοι με επιφάνειες που αντικαθίστανται ύστερα από φθορά. Η μια ή και οι δύο από αυτές περιστρέφονται. Όταν περιστρέφονται και οι δύο, περιστρέφονται σε αντίθετες κατευθύνσεις. Όταν περιστρέφεται ο ένας δίσκος και ο άλλος είναι ακίνητος, η συναρμολόγηση χρησιμοποιείται για κομμάτιασμα και αφαίρεση των ινών. Συμβαίνει συχνά υλικά που έχουν αλεστεί χονδροκομμένα από άλλους μύλους να περνούν από έναν μύλο τριβής για ανάμειξη και λείανση ενός συστατικού ή μίξης που περιέχει υγρά που μπορεί να έχουν μάζες ύλης. Οι δίσκοι ενός μύλου γραφής είναι γενικά σε κάθετη θέση ώστε τα υλικά που γεν μπορούν να μειωθούν να περνούν μέσω της βαρύτητας έξω από την περιοχή του αλέσματος.

## 1.3 Μύλοι με κυλίνδρους.

Στους μύλους με κυλίνδρους πραγματοποιείται ένας συνδυασμός κοψίματος, τριβής και κονιορτοποίησης. Αυτοί

Είναι λείοι ή αυλακωτοί κύλινδροι που περιστρέφονται με την ίδια ταχύτητα σε μια προκαθορισμένη απόσταση άσχετα από το υλικό που περνά ανάμεσά τους. Μπορεί επίσης να προστεθεί και η δράση της απόσπασης (σκισίματος) με τη λειτουργία των κυλίνδρων σε διαφορετικές ταχύτητες και με πτυχές που είναι διαφορετικές για κάθε κύλινδρο. Ο πάνω κύλινδρος πχ μπορεί να έχει μη ακτινωτές σπειροειδείς πτυχώσεις και ο κάτω πλευρικές. Αυτός ο τελευταίος τύπος, που ονομάζεται “La Page Cut”, χρησιμοποιείται για να παράγει κόκκους από σκληρούς σβώλους, καθώς προσφέρει μια επιφάνεια που σπάει χωρίς πολύ μεγάλη συμπίεση για να δημιουργήσει σκόνη. Το άλεσμα με κυλίνδρους είναι οικονομικό αλλά περιορίζεται ουσίες που είναι αρκετά ξηρές και με χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος.



#### **1.4 Κόπτες.**

Οι περιστροφικού κόπτες είναι ένας τύπος αλεστών που σμικρύνουν τους συμπαγείς κόκκους μέσω του κοψίματος με τις άκρες ενός μαχαιριού κόντρα σε μια πλάκα. Ο μύλος αυτός περιλαμβάνει επίσης τις διαδικασίες της τριβής και της κρούσης, παρόλο που αυτές οι ενέργειες περιορίζονταν αν η ύλη μειώνεται εύκολα με το κόψιμο και το κόσκινο έχει μεγάλες τρύπες. Η συσκευή αυτή αποτελείται από μια περιστροφική λαβή με τέσσερα παράλληλα εφαπτόμενα μαχαίρια και ένα κόσκινο που καταλαμβάνει το  $\frac{1}{4}$  της περιστροφής των 360 βαθμών. Χρησιμοποιείται καλύτερα για να σπάσει ολόκληρους σπόρους με ένα ελάχιστο βαθμό αποτυχίας. Δεν χρησιμοποιείται ως η τελική διαδικασία για τη μείωση του μεγέθους των συστατικών που χρησιμοποιούνται στις τροφές των ψαριών.

#### **1.5 Κοσκίνισμα.**

Σχετικά με το άλεσμα των τροφών για ιχθύδια, χρειάζεται και ένα σύστημα κοσκινίσματος το οποίο κατατάσει τις ουσίες σε οποιοδήποτε επιθυμητό μέγεθος. Τα «υπερμεγέθη» στοιχεί σ' αυτό το σύστημα είναι δυνατό να επαναλεστούν ή να απορριφθούν. Αυτά που περνούν από τις τρύπες μπορούν να διαλεχτούν και να συμμορφωθούν με τις προτιμήσεις των ψαριών όσον αφορά το μέγεθος και να αναμειχθούν σύμφωνα με τις προδιαγραφές της συνταγής (φόρμουλας). Οι τροφές που περνούν μέσα από ένα άνοιγμα 117 – micron (στις ΗΠΑ κόσκινο No. 100) έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς για την αυξημένη επιβίωση και ανάπτυξη των μικρών κυπρίνων και γατόψαρων. Ο μύλος με τα σφυριά ή το άλεσμα κρούσης των ξηρών τροφών, ειδικά σπόρων από δημητριακά, παράγουν κομμάτια μέσα στην κλίμακα που ονομάζεται «σκόνη», ενώ ένα σύστημα συλλογής σκόνης μπορεί να κριθεί αναγκαίο για να την απομακρύνει. Μια περίσσεια σκόνης στην τροφή μπορεί να οδηγήσει σε νόσο των βραγχίων, μια κατάσταση κατά την οποία οργανική ύλη που προσκολλάται στα βράγχια γίνεται ένα θρεπτικό συστατικό για τα βακτηρίδια ή τα παράσιτα.

Το πρόβλημα της πλεονάζουσας σκόνης με το άλεσμα των τροφών μπορεί να ενισχύεται εν μέρει από την πρόσθεση ενός σπρέι από λάδι ή ημι-υγρό συστατικό, όπως είναι τα συμπυκνωμένα διαλυτά ψαριών ή τα διαλυτά ζύμωσης, σε τροφές που εισέρχονται στον αλεστή. Αφυδατωμένο άλφα άλφα προετοιμάζεται ως ένα άλευρο χωρίς σκόνη, παρόμοιο στην υφή με ένα κοσκινισμένο θρυμματισμένο σβώλο, ψεκάζοντας μεταλλικό έλαιο στο θάλαμο ενός μύλου με σφυριά κατά τη διάρκεια του αλέσματος.

## 2. ΑΝΑΜΙΞΗ

Σκοπός της ανάμιξης τροφών είναι να ξεκινήσουμε με μια συλλογή συστατικών που ονομάζεται «φόρμουλα» (συνταγή), αθροίζοντας ένα ορισμένο βάρος. Κάτι τέτοιο γίνεται έτσι ώστε κάθε μικρή μονάδα του συνόλου, είτε μια μπουκιά είτε η τροφή μιας ημέρας, να είναι η ίδια ποσότητα, όπως και η αρχική φόρμουλα. Το ανακάτεμα αναγνωρίζεται ως μια εμπειρική λειτουργία συσκευών, πράγμα που σημαίνει ότι μοιάζει περισσότερο με μια τέχνη παρά με επιστήμη και πρέπει να μαθευτεί από την εμπειρία.

Η ανάμιξη τροφών μπορεί να περιλαμβάνει όλους του πιθανούς συνδυασμούς στερεών και υγρών. Μέσα σε κάθε συστατικό υπάρχουν διαφορές ως προς τις φυσικές ιδιότητες. Για τα στερεά υπάρχουν διαφορές στο μέγεθος του κόκκου, το σχήμα, την πυκνότητα, το ηλεκτροστατικό φορτίο, το συντελεστή τριβής όπως αντιπροσωπεύεται από τη γωνία ηρεμίας, την ελαστικότητα ή την ανάκαμψη, φυσικά, το χρώμα, την οσμή και τη γεύση. Για τα υγρά υπάρχουν διαφορές στο γλοιώδες και την πυκνότητα.

Ο όρος «αναμεμιγμένος» μπορεί να σημαίνει είτε ανάμικτος, υποδηλώνοντας ομοιομορφία, ή σύνθεση ανομοιόμορφων μερών, υποδηλώνοντας διάλυση. Όπως εφαρμόζεται σε τροφές φόρμουλας, ο σκοπός της ανάμιξης συνδυάζει καθένα από αυτούς τους ορισμούς, ως πούμε τη διάλυση ανομοιόμορφων τμημάτων σ' ένα μίγμα. Ωστόσο, είναι απίθανο η ομοιομορφία να πραγματοποιηθεί με τους κόκκους μέσα σε ένα δείγμα που σχηματίζεται με κάποια σειρά θέσης και συγκέντρωσης. Αυτός είναι ένας στόχος ποιοτικού ελέγχου. Έχει προταθεί ότι ένας ιδανικός τίτλος για μια συζήτηση ανάμιξης θα πρέπει να είναι «μίξη και διάλυση», επειδή κατά τη διάρκεια της

λειτουργίας υπάρχει μια συνεχής τάση κομματιών που έχουν αναμειχθεί να διαχωρίζονται. Στη διαδικασία της ανάμιξης περιλαμβάνονται τρεις μηχανισμοί:

(α) η μεταφορά ομάδων παρακείμενων μικρών τεμαχίων από το ένα μέρος της μάζας στο άλλο,

(β) η διασπορά, διανομή κομματιών σε μια φρέσκια αναπτυγμένη επιφάνεια,

(γ) το κόψιμο, ολίσθηση κομματιών ανάμεσα σε άλλα μέσα στη μάζα.

Θεωρητικά, η θέση των κόκκων μέσα σε ένα κιβώτιο καθορίζεται κατά τύχη, και τα αποτελέσματα της τυχαίας αυτής θέσης συγκεντρώνονται μέχρι να υπερισχύσουν αυτών της ανάμιξης. Στην ανάμιξη υγρών, η τυχαία κίνηση συστατικών στοιχείων δημιουργεί σειρά (τάξη) ή ομοιομορφία. Με τα ξηρά στερεά στοιχεία, η τυχαία κατανομή δημιουργεί αταξία. Όταν η αταξία αυτή βρίσκεται σε ένα μεγαλύτερο ή μικρότερο σταθερό μέγιστο, μπορεί να ονομαστεί «τυχαία». Είναι πολλοί οι παράγοντες εκείνοι που συντελούν στο να αποφύγουν τα ξηρά στερεά μια τυχαία διάταξη. Στην πραγματικότητα, το αποτέλεσμα της ανάμιξης συστατικών τροφίμων μπορεί να είναι οριστικό σχέδιο χωρισμού κόκκων ή μη τυχαίας διάταξης.

Ο χωρισμός των κόκκων οφείλεται σε διαφορές στις φυσικές ιδιότητες των συστατικών και τα χαρακτηριστικά του σχήματος και της επιφάνειας του αναμικτήρα. Το μέγεθος των κόκκων μπορεί να είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας για την πρόκληση του χωρισμού. Μια βελτίωση στη μίξη που προσεγγίζει τυχαία διανομή στερεά με τη μείωση του μεγέθους των κόκκων μπορεί να μετρηθεί ποσοτικά με στατιστικές μεθόδους. Γενικά, όσο πιο μικρό και ομοιόμορφο είναι το μέγεθος των συστατικών, τόσο πιο κοντά θα πλησιάσουν στην τυχαία κατανομή κατά την ανάμιξη.

Σε πολλές φόρμουλες κρίνεται αναγκαία, μια μείωση του μεγέθους των κόκκων για να πραγματοποιηθεί ένας ικανοποιητικός αριθμός κόκκων μιας βασικής πρόσθετης ουσίας (βιταμίνη, μέταλλο) για διασκορπισμό σε κάθε καθημερινή μονάδα τροφής. Κάτι τέτοιο μπορεί να χρειάζεται το μέγεθος του κόκκου να είναι η διάμετρος της σκόνης, 10 έως 50 microns. Ορισμένα συστατικά είναι ασταθή σε άψογα χωρισμένη μορφή και μπορεί να αποκτήσουν ηλεκτροστατικό φορτίο. Η συγκέντρωση κόκκων σε μια φορτισμένη επιφάνεια, η

σκληράδα και το γλοιώδες των λιπαρών και στεγνών συστατικών αποτελούν παράγοντες του διαχωρισμού όταν αναμειγνύονται πολύ μικρά συστατικά και όταν αυτά είναι πολύ μικρότερα από τον όγκο άλλων συστατικών.

Η ανάμιξη μπορεί να είναι είτε μια παρτίδα είτε μια συνεχής διαδικασία. Στην πρώτη περίπτωση η ανάμιξη μπορεί να γίνει σε μια ανοιχτή επίπεδη επιφάνεια με φτυάρια ή μέσα σε κιβώτια σε σχήμα κυλίνδρων, ημικυλίνδρων, κώνων ή με δύο κώνους με τοποθετημένα διαφράγματα ή κινούμενα τρυπάνια, σπειρώματα ή αναδευτήρες. Ποσότητες συνεχούς ανάμιξης με το βάρος ή τον όγκο, είναι μια τεχνική που ταιριάζει καλύτερα σε τροφές φόρμουλας με λίγα συστατικά και ελάχιστες αλλαγές.

## **2.1 Οριζόντιοι αναμικτήρες**

### **2.1.1 Συνεχείς αναμικτήρες με λουρίδες.**

Οι συνεχείς αναμικτήρες ή αναμικτήρες «με δίδυμα σπειρώματα» αποτελούνται από ένα οριζόντιο, ακίνητο, ημικύλινδρο με περιστρεφόμενες ελικοειδείς λουρίδες που είναι τοποθετημένες σε μια κεντρική λαβή έτσι ώστε να κινούν τα υλικά από το ένα άκρο στο άλλο καθώς η λαβή και η λωρίδα περιστρέφονται εσωτερικά. Η χωρητικότητά τους μπορεί να φτάσει από μερικά λίτρα σε αρκετά κυβικά μέτρα. Η ταχύτητα της περιστροφής της λαβής ποικίλει αντίστροφα όσο η περιφέρεια της εξωτερικής λουρίδας. Η καλύτερη είναι μεταξύ 75 και 100 μέτρα το λεπτό. Εφόσον η μεταφορά του υλικού ξεκινά από το ένα άκρο και φτάνει στο άλλο, ένα από τα δύο άκρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έξοδος. Αυτοί οι αναμικτήρες μπορούν να αναποδογυριστούν για καθάρισμα.

### **2.1.2. Μη συνεχείς αναμικτήρες με λουρίδες**

Αυτοί οι αναμικτήρες που ονομάζονται και αναμικτήρες με διακοπτόμενες λουρίδες είναι παρόμοιοι με τους συνεχείς εκτός από το ότι κοντά τμήματα που ονομάζονται «αναδευτήρες» ή «άροτρα» τοποθετούνται σε μια σπείρα γύρω από τη λαβή του αναμικτήρα. Η δράση εδώ είναι διαφορετικά από αυτή στους συνεχείς αναμικτήρες, και μπορεί να είναι πιο ικανοποιητική για την ανάμιξη υγρών με ξηρά στερεά. Αυτοί οι αναμικτήρες κατασκευάζονται σε πολλά μεγέθη και με μεταφορά της εξωτερικής διαμέτρου των αναδευτήρων από 100

έως 120 μέτρα το λεπτό.

## **2.2 Κατακόρυφοι αναδευτήρες**

Οι κατακόρυφοι αναδευτήρες μπορεί να αποτελούνται από έναν κύλινδρο, έναν κώνο, ένα δοχείο σε σχήμα χωνιού, με ένα μονό ή διπλό σπείρωμα τοποθετημένο κάθετα μέσα από κέντρο. Το σπείρωμα αυτό λειτουργεί με ταχύτητες από 100 έως 200 rpm και κατακόρυφα μεταφέρει τα εισερχόμενα υλικά από το τέλος του πυθμένα, σαν σπειροειδής μεταφορέας, ως την κορυφή όπου αυτά διασκορπίζονται και πέφτουν λόγω βαρύτητας. Αυτή η σειρά λειτουργιών επαναλαμβάνεται αρκετές φορές έως ότου να δημιουργηθεί το μίγμα (συνήθως από 10 έως 15 λεπτά). Αυτοί οι αναμικτήρες είναι δυνατόν να φορτωθούν (γεμιστούν) από την κορυφή. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι κατακόρυφοι αναμικτήρες δεν είναι αποτελεσματικοί για το ανακάτεμα στερεών και υγρών ή για υλικά αρκετά διαφορετικών μεγεθών ή πυκνότητας. Αυτή η συσκευή είναι δύσκολο να καθαριστεί και ίσως να προκληθεί και μόλυνση στο παραγόμενο προϊόν.

## **2.3 Άλλοι τύποι αναμικτήρων.**

Ένας τρίτος τύπος αναμικτήρα είναι ο οριζόντιος περιστρεφόμενος κύλινδρος. Αυτός μπορεί να έχει έναν κύλινδρο με ευθείες πλευρές ή ένα κύλινδρο που λεπταίνει στο κάθε άκρο του. Οι πλευρές μπορεί να είναι λείες ή να έχουν τοποθετημένα διαφράγματα ή προεξοχές για να συγκεντρώνουν και να ρίχνουν τα συστατικά. Σ' αυτόν τον τύπο αναμικτήρα αλέθονται καλύτερα οι λείες και ξηρές ουσίες με ομοιόμορφες φυσικές ιδιότητες.

Μια παραλλαγή αυτού του τύπου είναι ο αναμικτήρας με τουρμπίνα που είναι ένας στερεωμένος κύλινδρος με μια λαβή στην οποία βρίσκονται στερεωμένοι αναδευτήρες, άροτρα, ξέστροι, ή προεξοχές σχεδιασμένες για να επανασυσσωρεύουν τις ύλες συνεχώς. Ο αναμικτήρας αυτός χρησιμοποιείται συχνά για να ξηραίνει άχρηστα προϊόντα ψαριών και να αναμειγνύει διάφορους τύπους ιχθυάλευρου σε ένα τυποποιημένο προϊόν. Είναι επίσης ιδιαίτερα αποδοτικοί για την ανάμιξη βαριών συστατικών για την πρόσθεση υγρών σε μίγματα που θα συσσωρεύονταν σε άλλου τύπου

αναδευτήρα,. Κάποια μείωση του κόκκου μπορεί να συμβεί σε μαλακές ουσίες, όπως το ρύζι και τα φύλλα άλφαλαφα. Μια ολοκληρωμένη ανάμιξη μπορεί να επιτευχθεί συνήθως σε 3 μέχρι 6 λεπτά, εκτός κι αν χρειαστεί κι άλλος χρόνος για να εξαλειφθούν τα άμορφα σώματα (σβόλοι) που προκλήθηκαν από προστιθέμενα υγρά. Η περιστροφή της λαβής του αναμικτήρα ρυθμίζεται για να προσφέρει κάποια φυγόκεντρη δράση, η οποία όμως δεν πρέπει να είναι υπερβολικοί.

Ο αναμικτήρας “Nauta” που προέρχεται από την Ολλανδία έχει σχήμα αναποδογυρισμένο κώνου με ένα σπείρωμα ανάμιξης εσωτερικά που περιστρέφεται γύρω από το εσωτερικό τοίχωμα. Ο αναμικτήρας αυτός κατασκευάζεται σε διάφορα μεγέθη από εργαστηριακά μοντέλα, για την προανάμιξη χημικών και βιταμινούχων πρόσθετων ουσιών, έως πολύ μεγάλα μεγέθη. Είναι πολύ καλός για την προανάμιξη ιχνοστοιχείων και δουλεύει πολύ καλά για την πρόσθεση μέτριων ποσών υγρών στα ξηρά συστατικά. Ένας άλλος τύπος αναμικτήρα με την ονομασία “Entoleter” αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο δίσκο υψηλής ταχύτητας ο οποίος πετάει την ποσότητα των συστατικών με αρκετή δύναμη στα τοιχώματα ενός θαλάμου. Η συσκευή αυτή λειτουργεί καλά για να λειάνει μάζες ή μπάλες συμπαγών συστατικών και μπορεί να κάνει τα αυγά ρυγχωτών κανθάρων σε κορφή κόκκων να γίνουν ανενεργά. Ωστόσο, αφού είναι δυνατό να διαλύονται μ’ αυτόν τον τρόπο σταγονίδια της βιταμίνης Α που είναι συμπυκνωμένα σε ζελατίνη, η συσκευή αυτή δεν συνίσταται για όλες τις αναμίξεις.

#### **2.4 Αναμικτήρες υγρών.**

Έλαια ή σκευάσματα ελαίων αναμίξιμα σε νερό προστίθενται συχνά σε ξηρά συστατικά ως πηγή ενέργειας ή ως ένα θρεπτικό συστατικό. Παρόλο που οι διαλυτές στο λάδι βιταμίνες Α, D, Ε, Κ διατίθενται σε ξηρές συγκεντρώσεις, μπορούν να ληφθούν σε καθαρή μορφή και προαναμεμειγμένες από τον παρασκευαστή τροφίμων. Υγρά που περιέχουν θρεπτικά συστατικά μπορούν να αναμιχθούν γρηγορότερα και σε μεγαλύτερη ομοιομορφία από το ίδιο το συστατικό στη ξηρή κατάσταση της συγκέντρωσης. Γι’ αυτό μπορεί σε ένα εργοστάσιο τροφίμων να χρειαστεί και ένας αναμικτήρας υγρών.

Οι αναμικτήρες υγρών αποτελούνται συνήθως από έναν οριζόντιο κάδο ή κύλινδρο με έναν αριθμό συρμάτων ή αναδευτήρων σε ίσες

αποστάσεις γύρω από μια λαβή που περιστρέφεται εσωτερικά. Μερικές φορές αυτή η λαβή είναι κούφια και τα υγρά ωθούνται μέσα από οπές στους αναδευτήρες με αποτέλεσμα την παραγωγή σταγονιδίων. Μερικά μοντέλα έχουν ταχύτητα λαβής 400 έως 600 rpm ενώ άλλα περιστρέφονται σε 1200 rpm. Συστατικά όπως συμπυκνωμένα διαλυτά ψαριών ή ζύμωσης, οι μολάσες, ή τα ιχθυέλαια προαναμιγνύονται συχνά σε έναν αναμικτήρα μεταβλητής ταχύτητας που μοιάζει με μπολ, αναμιγνύοντας το υγρό με τα ξηρά συστατικά.

## **2.5 Η λειτουργία και η εκτίμηση της ανάμιξης.**

Η ακριβής ανάμιξη απαιτεί την πρόσθεση συστατικών σε μια δοκιμασμένη σειρά από παρτίδα σε παρτίδα. Η συνήθης πρακτική είναι η πρόσθεση συστατικών μεγάλου όγκου αρχικά, και στη συνέχεια εκείνων μικρότερης ποσότητας. Αν δεν έχουν ήδη προαναμιχθεί, τα υγρά θα πρέπει να προστεθούν αφού θα έχουν ανακατωθεί όλα τα ξηρά συστατικά. Ο συνολικός χρόνος ανάμιξης είναι πολύ σημαντικός και επηρεάζεται από τη σύνθεση της φόρμουλας. Όλοι οι αναμικτήρες θα πρέπει να διαμετριούνται με την εργαστηριακή ανακάλυψη γνωστών πρόσθετων ουσιών (φυσικά ή χημικά) έτσι ώστε να μην έχουμε ανάμιξη κατώτερου ή υπερβολικού βαθμού. Μόρια άλατος, γραφίτη ή σιδήρου με ομοιόμορφο μέγεθος χρησιμοποιούνται συνήθως ως «ανιχνευτές». Κάθε αναμικτήρας θα πρέπει να διαμετράται για το χρόνο ανάμιξης και τη χωρητικότητά του μέσω του όγκου για άριστα αποτελέσματα.

## **3. ΣΒΩΛΟΠΟΙΗΣΗ.**

Η μετατροπή μιας μαλακιάς, συχνά κονιώδους τροφής σε ένα σκληρό στρογγυλό τεμάχιο επιτυγχάνεται με τη συμπίεση, την εξώθηση και τη συγκόλληση. Η γενική διαδικασία περιλαμβάνει το πέρασμα ενός μίγματος τροφής από έναν θάλαμο μαλάκυνσης όπου μπορεί να προστεθεί ένα ποσοστό νερού 4-6% (συνήθως με τη μορφή ατμού). Η υγρασία προσφέρει λίπανση για τη συμπίεση και την εξώθηση και με την θερμότητα προκαλεί ένα είδος ζελατινοποίησης καθαρού αμύλου που βρίσκεται στην επιφάνεια των φυτικών συστατικών, δημιουργώντας έτσι την προσκόλληση. Μέσα στα 20 δευτερόλεπτα της εισόδου του σβώλου στο μύλο, η τροφή περνά από μια ξηρή μέσω αέρα κατάσταση (περίπου 10 – 12 % υγρασία) σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, σε 15 – 16 % υγρασία στους 80 – 90°C.

Κατά τη διάρκεια της ακόλουθης συμπίεσης και εξώθησης μέσα από οπές σε μια δακτυλική μήτρα, η τριβή αυξάνει επιπλέον τη θερμοκρασία της τροφής κοντά στους 920C. Οι σβώλοι που βγαίνουν σε έναν ιμάντα που έχει το κόσκινο ενός οριζόντιου στεγνωτήρα σε σχήμα τούνελ ή σε ένα κάθετο χωνί είναι αεροψηγμένοι μέσα σε 10 λεπτά σε ελαφρώς υψηλότερες θερμοκρασίες περιβάλλοντος και ξηραμένοι σε υγρασία κάτω από 13%.

Αντίθετα από μια παλιά πεποίθηση, οι τελειωμένοι αυτοί σβώλοι περιέχουν στην ουσία τα θρεπτικά συστατικά που βρίσκονται στις ζωοτροφές και οι πρόσθετες ουσίες. Η απώλεια θερμοαστεθών βιταμινών που χρησιμοποιούνται στις πρόσθετες ουσίες, που μπορεί να είναι μικρή ή μεγάλη στην περίπτωση της βιταμίνης C μπορεί να αντισταθμιστεί με την επιπλέον προσθήκη αυτών στο προμίγμα προκειμένου να υπάρξει συμμόρφωση προς τις υποδείξεις της φόρμουλας. Τα διαστατικά ένζυμα (άλφα και βήτα αμυλάση) που βρίσκονται σε ολόκληρους κόκκους ή υποπροϊόντα δημητριακών είναι ακόμα ενεργά κατά τη διαδικασία του αλέσματος και του πλασίματος, παρόλο που τα ενεργοποιημένα ένζυμα που προστίθενται ως κάποιο συστατικό είναι απενεργοποιημένα.

### 3.1 Εφαρμογή.

Μηχανικά, η διαδικασία του πλασίματος περιλαμβάνει την ώθηση της μαλακιάς τροφής μέσα από οπές σε μια μεταλλική μήτρα σε σχήμα δακτυλίου. Αυτές οι οπές μπορεί να είναι κυκλικές ή τετράγωνα, με λεπτές (αιχμηρές) ή όχι άκρες. Μονοί ή διπλοί κύλινδροι στο εσωτερικό του δακτυλίου της μήτρας πάνω σε ένα έκκεντρο, ενεργοποιούν μια περιστρεφόμενη λαβή καθώς αναπτύσσεται τριβή (λόγω της παρουσίας της τροφής ανάμεσα στον κύλινδρο και τη μήτρα). Η τροφή ωθείται μέσα στις οπές της μήτρας με ποσοστιαίες αυξήσεις έτσι ώστε ο τεμαχισμός ενός τελειωμένου σβώλου να δείχνει σφιχτοδεμένα στρώματα στη μίξη της τροφής. Η μήτρα κινείται με μία μηχανή και οι κύλινδροι γυρίζουν μόνο καθώς η τροφή ανάμεσα σ' αυτούς και τη μήτρα αναπτύσσει τριβή.

Για να γίνει η ξηρά τροφή εύπλαστη για τη συμπίεση, να μειωθεί η τριβή και να απορροφηθεί η μηχανική θερμότητα, προστίθεται συχνά στην τροφή νερό, είτε καθώς ανακατεύεται η φόρμουλα ή στο θάλαμο μαλάκυνσης του μύλου των σβώλων. Το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υγρό ή / και ατμός. Σε περίπτωση που χορηγηθεί



νερό σε μορφή ατμού, επιτυγχάνονται δύο στόχοι:

(α) ένας υψηλός όγκος υδρατμού συμπυκνώνεται στην επιφάνεια των κόκκων της τροφή, υγροποιώντας και μαλακώνοντάς τους για καλύτερη συμπίεση, και

(β) οι υψηλές θερμοκρασίες αυτού του ατμού προκαλούν κάποια ζελατινοποίηση του καθαρού αμύλου που βρίσκεται σε όλα τα φυτικά συστατικά, προσφέροντας έτσι την αναγκαία προσκόλληση για συμπαγείς σβώλους.

Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατόν να προστεθεί ικανοποιητική υγρασία σε μορφή ατμού, η προεπεξεργασία με νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να πετύχουμε την επιθυμητή λίπανση.

Δεν είναι απολύτως αναγκαία η πρόσθεση ατμού σε μια μαλακιά τροφή για να συμπιεστή σε ένα σβώλο. Ουσίες όπως το ακατέργαστο ρύζι, οι αλεσμένοι βαμβακόσποροι και σβώλος από φοινικόψυχα μπορεί να αλεστούν σε σφαιρικά τεμάχια χωρίς να προστεθεί υγρασία. Οι σβώλοι που προκύπτουν είναι συχνά ελαφρώς καμένοι λόγω της υψηλής θερμοκρασίας, και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ περισσότερη απ' ό,τι θα χρειαζόταν σε περίπτωση που θα προστίθετο υγρασία. Η υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος των ουσιών αυτών παρέχει λίπανση, αλλά δεν μαλακώνει ικανοποιητικά τις φυτικές ίνες για να αποφευχθεί η υπερβολική θέρμανση λόγω τριβής. Η μήτρα και οι κύλινδροι ενός μύλου πλασίματος σβώλων που εκτίθεται σε υψηλές θερμοκρασίες δείχνουν μεταλλική κόπωση και πρέπει να αντικαθίστανται συχνά. Η σωστή μαλάκυνση του αφυδατωμένου αλεύρου αλόφα θα επιτρέψει την παρασκευή σβώλων που ξεπερνούν τους δύο τόνους κατά τη διάρκεια της ζωής μιας συνηθισμένης μήτρας πάχους 40 mm.

Γενικά, η υφή ενός μαλακού μίγματος τροφής μεταβάλλεται από ένα υλικό που μοιάζει με άλευρο με πυκνότητα όγκου περίπου 0,4 g/cc, σε ένα σβώλο με πυκνότητα όγκου 0,5 – 0,6 g/cc. Τα μίγματα τροφών που περιέχουν μεγάλες ποσότητες ινώδων συστατικών δίνουν συχνά σβώλους που είναι υπερβολικά σκληροί για τη γαστρική διάσπαση και την πέψη στα ψάρια. Από την άλλη μεριά, οι τροφές με υψηλές περιεκτικότητες σε λίπος και περίσσεια υγρασία δημιουργούν σβώλους φτωχής ποιότητας. Η ποιότητα των σβώλων μπορεί να οριστεί ως η συγκεκριμένη σκληράδα ή σταθερότητα στο νερό η οποία εξασφαλίζει αποτελεσματική χρήση χωρίς απώλεια στη ξηρά ή

το νερό.

Ο σχηματισμός των τροφίμων και η λειτουργία του μύλου σβώλων μπορεί να εξισορροπηθούν για να προσφέρουν στα ψάρια τροφές αποδεκτές, διαθέσιμες, και εύπεπτες. Οι αλληλοεξαρτώμενες μεταβλητές που υπάρχουν στην επιλογή των συστατικών αποτελούν αντικείμενο έρευνας σε κάθε πεδίο της ιχθυοκαλλιέργειας και για κάθε είδος ψαριών. Οι μεταβλητές που προκύπτουν από τη μηχανική λειτουργία του εξοπλισμού μπορούν να απαριθμηθούν εδώ:

(α) το πάχος της μήτρας των σβώλων σε σχέση με τη διάμετρο της οπής είναι ένας παράγοντας για την ποιότητα του σβώλου.

(β) η ταχύτητα περιστροφής θα πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη για κάθε συνδυασμό της πυκνότητας της μήτρας και της διαμέτρου των οπών.

(γ) η ταχύτητα με την οποία η τροφή εισάγεται στο θάλαμο μαλάκυνσης της τροφής επηρεάζει τη σχέση υγρασίας / θερμοκρασίας η οποία με τη σειρά της σχετίζεται με την τελική ποιότητα.

(δ) το ποσό του ατμού που προστίθεται σε ένα δεδομένο όγκο τροφής θα πρέπει να βρίσκεται σε τέτοια ισορροπία ώστε η μηχανή ώθησης λειτουργίας στο μύλο των σβώλων να λειτουργεί στη μέγιστη ένταση ηλεκτρικού ρεύματος σε αμπέρ. Το άνοιγμα της βαλβίδας ατμού στο μύλο έχει άμεση σχέση με το ποσό νερού που μπαίνει στην τροφή όπως ο ατμός σε κάθε δεδομένη πίεση ατμού.

(ε) οι ατμοσφαιρικές συνθήκες στο εργοστάσιο, ειδικά η σχετική υγρασία, που προ – μαλακώνει τα συστατικά πριν την επεξεργασία, θα επηρεάσει την επιλογή της μήτρας και τις λειτουργικές ρυθμίσεις.

Όλα τα παραπάνω πρέπει να εξετάζονται για κάθε φόρμουλα τροφίμων, πράγμα που δείχνει ότι η δημιουργία σβώλων μοιάζει περισσότερο με τέχνη παρά με επιστήμη. Θα πρέπει να τονιστεί και πάλι ότι ο μύλος των σβώλων λειτουργεί πάρα πολύ αποδοτικά όταν η χρήση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος σε αμπέρ που έχει η μηχανή είναι η καλύτερη για τη διαθέσιμη τάση. Είναι σημαντικό να παρακολουθούμε το αμπερόμετρο συχνά κατά τη διάρκεια της σβωλοποίησης. Στην αρχή της διαδικασίας μια μικρή ποσότητα μαλακιάς ξηρής τροφής μπαίνει στο θάλαμο των σβώλων για συμπίεση

και ο μετρητής θα απαντήσει στο φορτίο με όχι άριστα αποτελέσματα. Η προσθήκη του ατμού θα έχει ως αποτέλεσμα μια μειωμένη λήψη ενδείξεων, δείχνοντας το αποτέλεσμα της λίπανσης. Ξηρότερες τροφές μπορεί να μπουν στο θάλαμο μαλάκυνσης και, καθώς φτάνουν στη μήτρα, το αμπερόμετρο θα κινηθεί σε μεγαλύτερη λήψη ενδείξεων. Ο πρόσθετος ατμός θα το χαμηλώσει και αυτό. Με την προσαρμογή της ποσότητας ξηρής τροφής και το άνοιγμα της βαλβίδας ατμού, θα δημιουργηθεί μια σταθερή μαλάκυνση όπου η μηχανή θα λειτουργεί σε μέγιστη ένταση και η παραγωγή των σβώλων θα βρίσκεται στη μέγιστη απόδοση. Αυτές οι λειτουργικές συνθήκες συμπίπτουν κανονικά με τη μέγιστη ποιότητα των σβώλων που παρέχεται από τη σύνθεση του μίγματος τροφής.

Μια άλλη μεταβλητή που μπορεί να εισαχθεί στη λειτουργία ενός μύλου σβώλων είναι η περιστροφική ταχύτητα της μήτρας. Για την παραγωγή σβώλων μικρής διαμέτρου χρησιμοποιούνται υψηλές περιστροφικές ταχύτητες. Αυτό δημιουργεί ένα λεπτότερο στρώμα μαλακής τροφής στο εσωτερικό του δακτυλίου της μήτρας μπροστά από τους κυλίνδρους, και για ένα δεδομένο όγκο τροφής η αποδοτικότητα της σβωλωποίησης κι η σκληρότητα των σβώλων βελτιώνονται. Οι ταχύτητες της μήτρας μπορεί να αλλάζουν ανικαθιστώντας την τροχαλία στην κύρια λαβή της μηχανής του μύλου σβώλων. Οι ταχύτητες κυμαίνονται σε γενικές γραμμές από 130 έως 400 rpm. Οι ταχύτητες χαμηλής μαζικής πυκνότητας σχηματίζονται πολύ καλά σε μήτρες που περιστρέφονται με υψηλότερες ταχύτητες.

### **3.2 Επίδραση στη σύνθεση των τροφών.**

Πρόσθετοι παράγοντες που ως γνωστόν επηρεάζουν την ποιότητα των σβώλων περιλαμβάνουν την πυκνότητα μάζας της μαλακής τροφής, την υφή της, τη χημική σύνθεση (λίπος, φυτικές ίνες, υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, υγρασία) και οι ισχύουσες συνθήκες θερμοκρασίας περιβάλλοντος και η σχετική υγρασία. Το άλεσμα βελτιώνει την ποιότητα των σβώλων μειώνοντας τα κενά αέρος ανάμεσα στο μόρια, επιτρέποντας στενότερη επαφή επιφάνειας με επιφάνεια για ένα δεδομένο όγκο τροφής. Μεγάλα κομμάτια οποιουδήποτε συστατικού σε μια φόρμουλα τροφής δημιουργεί ασθενείς κηλίδες στο σβώλο, κυρίως αν αυτές είναι ινώδεις, ή οστεώδεις. Το άλεσμα αυξάνει επίσης τη συνολική επιφάνεια ενός συγκεκριμένου βάρους τροφής, αφήνοντας με τον τρόπο αυτό

περισσότερο χώρο για τη συμπύκνωση του ατμού κατά τη διαδικασία της μαλάκυνσης. Αυτό προκαλεί υψηλότερη θερμοκρασία τροφής και μεγαλύτερη απορρόφηση νερού τα οποία μαζί, μέσα στο διαθέσιμο χρόνο, αυξάνουν τη ζελατινοποίηση του καθαρού αμύλου. Η ζελατινοποίηση του αμύλου είναι το σπάσιμο των αμυλούχων κόκκων, επιτρέποντας έτσι στα ευθύγραμμα και κυκλικά μόρια να ενυδατωθούν και να γίνουν κολλώδη στην παρουσία του νερού. Η ζελατινοποίηση πραγματοποιείται με μηχανικά μέσα όπως το άλεσμα, η πίεση και με ζεστό νερό. Η μαλακιά τροφή σε οποιαδήποτε θερμοκρασία περιβάλλοντος των 25°C μπορεί να υποβληθεί σε μια θερμοκρασία 85°C με την προσθήκη υγρασίας της τάξεως του 4 – 6 % από τον ατμό. Η θέρμανση τριβής λόγω του περάσματος της τροφής μέσα από το μύλο των σβώλων προσθέτει 2 ή 3 βαθμούς θερμοκρασίας. Η υγρασία, η θερμοκρασία και ο χρόνος συνδυάζονται, για να προσδώσουν μια κολλώδη επιφάνεια σε αμυλούχα συστατικά τα οποία, όταν στη συνέχεια ξηραθούν, βελτιώνουν τη σκληρότητα των σβώλων και τη σταθερότητα στο νερό.

Εφόσον το λίπος και η υγρασία λειαινούν τη μαλακή τροφή καθώς αυτή περνά από τις οπές της μήτρας, μειώνοντας την τριβή της συμπίεσης και της έκχυσης, ένα συγκεκριμένο επίπεδο από αυτά είναι αναγκαίο για τη σβωλοποίηση. Αν το συνολικό καθαρό λίπος σε μια φόρμουλα είναι πολύ περισσότερο από 8 – 10 % ή η υγρασία είναι πολύ πιο πάνω από 15 %, έχουμε υπερβολικά μεγάλη λίπανση και πολύ φτωχή ποιότητα σβώλων όσον αφορά τη σκληρότητα. Οι μήτρες είναι δυνατόν να σχεδιαστούν για να «φιλοξενήσουν» τροφές με υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος λεπταίνοντας τις άκρες των οπών δίνοντάς τους μια κλίση ή αυξάνοντας το βάθος τους σε σχέση με τη διάμετρό τους. Το λίπος διατροφής στην τελική τροφή μπορεί να αυξηθεί πάνω από αυτό ψεκάζοντας υγρό λίπος ή έλαιο στους σβώλους αφού αφήσουν το μύλο. Μια εξωτερική επικάλυψη με σταθεροποιημένο λίπος της τάξης του 5 – 6 % δεν μαλακώνει αισθητά τον σβώλο πλην εξωτερικά, και κάτι τέτοιο μπορεί να είναι πραγματικός δελεασμός τόσο ως προς την οσμή όσο και την υφή για ορισμένα ψάρια.

Σε μερικές χώρες η υψηλή υγρασία μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στη σβωλοποίηση. Τα συστατικά που ξηραίνονται με τον ήλιο και εκείνα που απορροφούν υγρασία κατά την αποθήκευσή τους μπορεί να χρειάζεται να εξισορροπηθούν με συστατικά που είναι ινώδη, έχουν χαμηλές περιεκτικότητες σε λίπος ή περισσότερη χρήση.

Τα χαμηλά σε λίπος δημητριακά ή το υποπροϊόν των δημητριακών cassava cake και η πεπιεσμένη κόπρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε τροφές με υψηλή υγρασία, υψηλό λίπος για να προσφέρουν ανθεκτικότητα στη συμπίεση και την έκχυση (απαραίτητες για να δημιουργηθεί ένας σκληρός σβώλος). Αν η φόρμουλα περιέχει ζάχαρη ή μολάσες, η χαμηλή θερμότητα τριβής είναι ένα προσόν, επειδή το καραμέλιασμα γίνεται τους 60°C περίπου.

### **3.3 Ψύξη και ξήρανση (στέγνωμα).**

Η θερμοκρασία που προσδίδεται στους σβώλους κατά την παρασκευή τους βοηθά στην απομάκρυνση της υγρασίας με τη διαδικασία του στεγνώματος με αέρα. Γενικά, μέσα σε 10 λεπτά μετά την έκχυση, οι σκληροί σβώλοι ψύχονται στη θερμοκρασία περιβάλλοντος και υποβάλλονται σε μια περιεκτικότητα υγρασίας λίγο μεγαλύτερη από εκείνη της εισερχόμενης μαλακής τροφής. Αυτό μπορεί να γίνει με τη διασπορά των σβώλων μέσα από ένα στρώμα πάνω στο πάτωμα και φυσώντας αέρα πάνω τους. Εμπορικά, γίνεται με το πέρασμα των ζεστών σβώλων μέσα από έναν κάθετο ή οριζόντιο θάλαμο σχεδιασμένο για να φέρνει αέρα που βρίσκεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος σε στεγνή επαφή με την εξωτερική επιφάνεια των σβώλων.

#### **3.3.1 Κατακόρυφος ψύκτης – στεγνωτήρας.**

Η υγρασία που προστίθεται ως ατμός, παρέχει έναν μεγάλο όγκο λιπαντικού υλικού με ένα μικρό βάρος. Επιπροσθέτως, η θερμοκρασία που προσδίδεται στους σβώλους με ατμό είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας στο ακόλουθο στέγνωμά τους. Σε περίπτωση που ο αέρας σε θερμοκρασία περιβάλλοντος εξάγεται ή μεταφέρεται μέσα από τους νεοσχηματισμένους σβώλους, η ικανότητά τους να απορροφούν νερό εξαρτάται από μια αύξηση στη θερμοκρασία. Ο αέρας δείχνει μια έντονη επιθυμία για υγρασία που συνδέεται άμεσα με τη θερμοκρασία του. Ο αέρας που περνά πάνω από ζεστούς σβώλους θα αυξηθεί σε θερμοκρασία και θα αυξήσει έτσι την ικανότητα διατήρησής τους στο νερό. Αν χρησιμοποιούνταν κρύο ή ζεστό νερό για να λιπάνουν την τροφή πριν τη σβωλοποίηση, η τελική θερμοκρασία των σβώλων δεν θα γινόταν τόσο αναγκαία για να ζελατινοποιήσει το καθαρό άμυλο ή να αυξήσει σημαντικά την ικανότητα του αέρα να απομακρύνει την υγρασία μέσα από τον ψύκτη. Ο θερμός αέρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διαδικασία, όμως κάτι τέτοιο είναι γενικά

αντιοικονομικό. Η θέρμανση νεοσχηματισμένων υγρών σβώλων πάνω σε δίσκους μέσα σε φούρνο για να επιτευχθεί το στέγνωμα αποφέρει ωστόσο μια τροφή πολύ σταθερή στο νερό.

Σε έναν κατακόρυφο ψύκτη οι σβώλοι φεύγουν από τον μύλο προς την κορυφή ενός χωνιού με επίπεδες πλευρές και ρίχνονται μέσα σε ένα προσαρτημένο κιβώτιο ψύξης. Αυτό χωρίζεται στη μέση με έναν πεπληρωμένο χώρο που συνδέεται με την πλευρά προσκόλλησης ενός αεριστήρα υπερσυμπιεστή. Το βάρος των σβώλων που γεμίζουν τους αεραγωγούς του ψύκτη στις δύο πλευρές επιτρέπει στον κρύο αέρα να διαπεράσει τους ζεστούς σβώλους, απομακρύνοντας την υγρασία, και ψύχοντας τους σβώλους πριν μπουν στον πεπληρωμένο χώρο για να φύγουν στη συνέχεια μέσα από τον υπερσυμπιεστή. Οι σβώλοι φεύγουν από το κιβώτιο στον πυθμένα μέσω των θυρών εξόδου με ρυθμό που ρυθμίζεται από ένα ποσό ζεστών σβώλων που εισέρχονται στον ψύκτη. Αυτό εξασφαλίζει την ομοιόμορφη ψύξη και το ομοιογενές στέγνωμα των σβώλων.

Οι σβώλοι γεμίζουν σταδιακά το τμήμα του ψύκτη αυτού του συστήματος μέχρι να πλησιάσουν το διάφραγμα που βρίσκεται κοντά στην κορυφή του περιβεβλημένου χωνιού. Η πίεση πάνω σ' αυτό ενεργοποιεί τις θύρες εξόδου και οι σβώλοι φεύγουν μέχρι το επίπεδο που είναι κάτω από το διάφραγμα. Ένα μάγγανο ή ένας κοχλίας μεταφέρουν τους ψυγμένους σβώλους είτε σε αποθήκη, είτε σε κιβώτιο, είτε σε φορητό για μαζική διανομή. Αυτός ο τύπος ψύκτη προτιμάται όταν ο χώρος είναι περιορισμένος και είναι σε γενικές γραμμές πιο οικονομικός από τον οριζόντιο τύπο.

### **3.3.2 Οριζόντιος ψυκτήρας – ξηραντήρας.**

Οι ψυκτήρες οριζόντιου τύπου αποτελούνται από έναν κινούμενο συρματένιο ιμάντα ή έναν τμηματικό ιμάντα διατρυπημένων μεταλλικών δίσκων που μεταφέρουν τους σβώλους από το στόμιο εξόδου του μύλου σβώλων. Το πλάτος των σβώλων σ' αυτόν τον ιμάντα και η ταχύτητα της μεταφοράς τους μπορούν να προσαρμοστούν έτσι ώστε οι σβώλοι να φύγουν για αποθήκευση σε μια επιθυμητή υγρασία και θερμοκρασία. Οι οριζόντιοι ψυκτήρες μπορεί να είναι ένα οριζόντιο πάτωμα με σβώλους που φεύγουν στο άκρο απέναντι από την είσοδο, ή ένα διπλό πάτωμα με δύο ιμάντες στο ίδιο περίβλημα. Οι σβώλοι επιστρέφουν στο ίδιο άκρο καθώς εισέρχονται. Αέρας από έναν φυγόκεντρο ανεμιστήρα δημιουργείται

για να ρέει από τον πυθμένα του ψυκτήρα μέσα απ' το στρώμα των σβόλων. Όπως και στον κατακόρυφο ψυκτήρα, ο αέρας απελευθερώνεται σ' ένα σύστημα συλλογής σκόνης που απομακρύνει τα υπολείμματα ή μόρια που διαχωρίζονται από τους σβώλους. Αυτά επιστρέφουν στο μύλο συνεχώς για επανασβωλοποίηση.

### **3.4 Θρύμματα.**

Οι παγωμένοι σβώλοι μπορεί να αλεστούν πάνω σε αυλακωτούς κυλίνδρους και το αποτέλεσμα που προκύπτει να μετατραπεί σε διάφορα μεγέθη κόκκων ή θρυμμάτων. Για τα μικρά ψάρια, οι ιδιότητες των θρυμμάτων είναι συχνά πιο επιθυμητές από ένα σιτηρέσιο σε μορφή σκόνης και ευκολότερες στην παρασκευή από ένα μικρό σβώλο. Τα θρύμματα προσφέρουν μια πολυεδρική επιφάνεια για να αντανακλά φως, κάτι που δελεάζει τους καταναλωτές όρασης. Βεβαιώνονται ότι όλα τα συστατικά μιας φόρμουλας θα αφομοιωθούν, ενώ συστατικά στοιχείων σε μορφή αλεύρου διαχωρίζονται κατά την είσοδό τους στο νερό, επιτρέποντας την επιλογή ορισμένων συστατικών και τη διάλυση ή την κολλοειδή αιώρηση άλλων.

Η παραγωγή σβόλων 4 mm ή μεγαλύτερων ως προς τη διάμετρο προχωρά με μεγαλύτερο ρυθμό απ' ότι όταν η τροφή συμπιέζεται σε μια μικρότερη διάμετρο. Οι μήτρες σβόλων με οπές μικρής διαμέτρου είναι ακριβές και ο χρόνος που καταναλώνεται στην αλλαγή τους μπορεί να κάνει την παρασκευή μικρών ποσοτήτων τροφής για γόνους ψαριών αρκετά δαπανηρό. Σε γενικές γραμμές, οι κύλινδροι θρυμματισμού θα πρέπει να αποτελούν συμπληρωματικό εξοπλισμό σε κάθε λειτουργία σβωλοποίησης.

### **3.5 Κοσκίνισμα ή διαβάθμιση.**

Κάποιο κοσκίνισμα είναι απαραίτητο για την παραγωγή σβόλων ή θρυμμάτων. Μικρά τεμάχια, (υπολείμματα), παράγονται καθώς ζεστοί, υγροί σβώλοι αποσπώνται από τη μήτρα στο εσωτερικό του θαλάμου σβόλων, και καθώς οι σβώλοι περνούν από τον ψυκτικό και μεταφορικό εξοπλισμό. Τα υπολείμματα είναι δυνατό να επιστραφούν στο μύλο σβόλων για επανεπεξεργασία ή χρήση για ιχθύδια.

Υπάρχουν πολλοί τύποι συστημάτων για κοσκίνισμα τόσο χειροκίνητα όσο και μηχανοποιημένα. Τα περισσότερα δονούνται ή περιστρέφονται από πλευρά σε πλευρά με τις ουσίες να περνούν

πάνω από κόσκινα με ειδικά ανοίγματα και καλυμμένα για να περιορίζουν τη σκόνη στον εξοπλισμό. Το κοσκίνισμα είναι η τελευταία διαδικασία στην παρασκευή σβόλων και θρυμμάτων και αυτός ο εξοπλισμός θα πρέπει να τοποθετείται ακριβώς πάνω από το σακούλιασμα ή το τεχνητό κιβώτιο εξόδου.

### 3.6 Η χρήση των σκληρών σβόλων.

Δοκιμαστικό τάισμα μέσα σε τεχνητές λιμνούλες ή πάνω σε εξέδρες με φοξίνους, χρυσόψαρα, γατόψαρα, πέστροφες και κυπρίνους έχουν δείξει ότι για γόνους ψαριών και μεγαλύτερα ψάρια, οι σβόλοι προσφέρουν μια φυσική περιουσία που βελτιώνει την οικονομία χρησιμοποιώντας τεχνητές τροφές. Πολύ μικρά ψάρια έχουν δείξει καλύτερη ανάπτυξη και μετατροπή τροφής με τροφές σε μορφή σβόλων, ακόμα και εκείνα που διασπώνται πριν την πέψη, απ' ό, τι με την ίδια φόρμουλα σε μορφή αλεύρου. Η συγκέντρωση τροφής σε έναν περιορισμένο χώρο και η ανικανότητα των ψαριών να επιλέξουν και να απορρίψουν συγκεκριμένα συστατικά, αποτελούν παράγοντες για τη χρήση σβόλων. Καθώς τα ψάρια γίνονται όλο και μεγαλύτερα, πολλά είδη σταματούν να δέχονται μικρά μόρια τροφής και αιωρούμενα στερεά όπως παρέχονται με τροφές τύπου αλεύρου, και τα περισσότερα από αυτά τα υπολείμματα χάνονται ή γίνονται λίπασμα. Οι τροφές για να είναι αποτελεσματικές για ορισμένα ψάρια πρέπει να διατηρούν μια υφή μεγέθους μπουκιάς.

Για ψάρια με βράγχια στα οποία εφαρμόστηκε ένα πρόγραμμα διατροφής με άνθη πλαγκτόν και τεχνητές πρόσθετες τροφές, οι σβόλοι μπορεί να είναι αντιοικονομικό όταν υπάρχει φυσική τροφή διαθέσιμη. Ωστόσο, σε νεογεμισμένες τεχνητές λιμνούλες ή σε εκείνες με νέους πυθμένες και μέσα σε δεξαμενές, πισίνες και κανάλια μια ολοκληρωμένη τροφή σε σχήμα σβόλου έχει καταλήξει σε μεγαλύτερη μετατροπή τροφής απ' ό,τι οι τροφές αλεύρου. Από τη στιγμή που θα καθιερωθούν φυσικές ζωοτροφές σε μια τεχνητή λιμνούλα και οι πρόσθετες τεχνητές ουσίες θα μπορούν να ελαττωθούν από τη φόρμουλα, τα οικονομικά της σβωλωποίησης αντίθετα με τη σίτιση με άλευρο θα πρέπει να μελετηθεί όσον αφορά το κόστος παρασκευής και τη μετατροπή τροφής. Έχει αποδειχθεί ότι οι σβόλοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ταΐσουν επιλεκτικά μεγαλύτερα ψάρια, επιτρέποντάς τους να αναπτυχθούν γρήγορα στο μέγεθος της αγοράς, χωρίς να ανταγωνίζονται μικρότερα ψάρια για την ίδια τροφή.



Μια σειρά δοκιμών πάνω στην αποδεκτικότητα των σβώλων από τα γατόψαρα ενδιαφέρει σ' αυτό το σημείο. Τα γατόψαρα (*Ictalurus punctatus*), τα μπλε γατόψαρα (*Ictalurus catus*) παρατηρήθηκαν για δύο περιόδους ανάπτυξης. Σβώλοι μιας καθιερωμένης φόρμουλας τοποθετήθηκαν πάνω σε δίσκο από κόσκινο δύο τύπων. Ο πρώτος με διαστάσεις 60 x 120 cm περίπου χαμηλώθηκε στον πυθμένα της τεχνητής λιμνούλας και ανέβηκε για τη φόρτωση και την επιθεώρηση με την προσκόλλησή του σε ένα τρίποδο τοποθετημένο πάνω στο τεχνητό ανάχωμα που βρισκόταν στην όχθη της τεχνητής λίμνης. Ο άλλος τύπος ήταν ελεύθερος να τοποθετηθεί σε οποιαδήποτε θέση και να φορτωθεί και σηκωθεί με το χέρι. Οι σβώλοι τοποθετήθηκαν επίσης πάνω στον πυθμένα της τεχνητής λιμνούλας και συλλέχθηκαν από τον βυθοκόρο Ekman. Τα ψάρια πιάστηκαν με γρίπο σε χρονικά διαστήματα 10 λεπτών έως μία ώρα μετά το τάισμα για αναλύσεις των περιεχομένων του στομάχου.

Όπως έδειξε η έρευνα, σβώλοι με διάμετρο 3 mm έγιναν εμμέσως αποδεκτοί από τα ψάρια με βάρος από 5 μέχρι 1500 gr, με όλα τα ψάρια να χωνεύουν σβώλους με μήκος από 3 μέχρι 9 mm. Τα ψάρια που ζυγίζουν πάνω από 225 gr δέχτηκαν τους σβώλους με μήκος 5 mm και πλάτος 5 mm. Και ψάρια βάρους 454 gr και πάνω δέχτηκαν σβώλους 6x6 mm. Οι σκληροί σβώλοι με διάμετρο 13x13mm δεν έγιναν αμέσως αποδεκτοί από κανένα ψάρι που συμμετείχε στο τεστ.

Δέκα λεπτά μετά το τάισμα στο νερό σε θερμοκρασίες 25 και 35°C, από 5 – 9 % του συνολικού βάρους των ψαριών ήταν στομαχικά υγρά. Αυτό το ποσοστό ήταν ισοδύναμο με το 1 – 3 % του βάρους των ψαριών ως ξηροί σβώλοι. Στη διαδικασία της πέψης των σβώλων, τα ψάρια κατανάλωσαν νερό με αποτέλεσμα να βρεθούν στο στομάχι περιεκτικότητες υγρασίας 70 – 80 %. Μία ώρα μετά το τάισμα, περίπου 75 % των συνολικών γαστροεντερικών περιεκτικότητων παρέμενε στο στομάχι, μεγάλες ποσότητες πρωτεΐνης και λίπους μεταφέρθηκαν από τη μάζα της τροφής στα έντερα, η περιεκτικότητα σε νερό στο στομάχι είχε αυξηθεί, και η κοιλιακή κοιλότητα των ψαριών διογκώθηκε σε σημαντικό βαθμό.

### **3.7 Σκληρότητα και σταθερότητα των σβώλων.**

Οι ιδανικοί σβώλοι δελεάζουν τα ψάρια με το μέγεθος, το σχήμα και τις οργανοληπτικές τους ιδιότητες και διατίθενται στο νερό χωρίς απώλεια συστατικών στοιχείων. Αυτός ο τελευταίος παράγοντας, που

ονομάζεται «ποιότητα σβώλων», είναι σημαντικός για την καλή μετατροπή της τροφής. Μέτρο για την ποιότητα των σβώλων όπως εφαρμόζεται σε συνθήκες ξηρής διατροφής είναι η ποσότητα μικρών σπασμένων κομματιών υπολειμμάτων που παράγονται κατά τη χρήση. Αυτό μπορεί να σχετίζεται με την αποξεστική πίεση που απαιτείται για να τα διασπάσει. Ωστόσο, η ποιότητα ξηρών σβώλων που εκφράζεται ως σκληρότητα ή με το ποσοστό των υπολειμμάτων δεν συνδέεται απαραίτητα με τη σταθερότητα στο νερό. Η μέση υψηλή ποιότητα των σβώλων που παράγονται για τα πουλερικά, για τους χοίρους και τα βοδινά, υψηλοί σε σπόρους δημητριακών, γίνεται πολτώδης μέσε σε μερικά λεπτά μετά τη βύθιση στο νερό. Υπάρχουν ενδείξεις ότι τροφές με τραχιά υφή, τα διαλυτά στο νερό και υγροσκοπικά συστατικά εξασθενούν τη δομή των σβώλων στο νερό, επιτρέποντας στα συστατικά στοιχεία να διαχωριστούν και κάνοντας την τροφή μόνο εν μέρει αποδεκτή.

Μια εργαστηριακή τεχνική για τη μέτρηση της σταθερότητας των σβώλων στο νερό είναι χρήσιμη για την καθιέρωση σχηματισμού τροφών και την επεξεργασία των προδιαγραφών. Μια τέτοια δοκιμή που έχει δώσει τιμές που μπορούν να αναπαραχθούν και έχει δείξει καλό συσχετισμό με τη συλλογή των σβώλων από τις εξέδρες ταΐσματος και δειγματοληπτικές συσκευές βυθού, είναι η εξής:

(α) 10 gr σβώλων ίσης διαμέτρου και μήκους κατανέμονται πάνω σε ένα δίσκο από κόσκινο περίπου 100 cm<sup>2</sup> μέσα σε μια περιοχή με ανασηκωμένες πλευρές. Τα ανοίγματα που έχει το κόσκινο είναι ελαφρώς μικρότερα από τη διάμετρο των σβώλων.

(β) διπλά δείγματα βυθίζονται σε ήρεμο νερό ενός ενυδρείου ή μιας δεξαμενής. Αν συμβεί θρυμματισμός και επίπλευση, τοποθετείται ένα κομμάτι κομμένου κόσκινου στην κορυφή των σβώλων για να τους κρατήσει κάτω από το νερό σε μια διασκορπισμένη θέση.

(γ) μετά από 10 λεπτά οι δίσκοι απομακρύνονται από το νερό, στρέφονται λοξά για να στραγγίσουν, και τοποθετούνται σε έναν κλίβανο υγρασίας 130<sup>0</sup> C για δύο ώρες, και έπειτα ψύχονται σε ξηραντήρα.

(δ) το ίζημα στο κόσκινο καταγράφεται ως ξηρά στερεά που δεν χάθηκαν στο νερό. Το σύνολο των στερεών μέσα σε 10 gr ξηρών μέσω αέρα σβώλων καθορίζονται με διπλά ξηραμένα στον αέρα

δείγματα.

(ε) ο λόγος των ξηρών στερεών στο κόσκινο μετά από 10 λεπτά μέσα στο νερό προς το σύνολο των ξηρών στερεών μέσα στους ξηρούς με αέρα σβώλους, χρησιμοποιείται ως ένα μέτρο σύγκρισης της σταθερότητας των σβώλων στο νερό.

Κατά τη διάρκεια των πρώτων ημερών χρήσης σκληρών σβώλων, για την καλλιέργεια ψαριών, εξετάστηκε μια σύντομη επιλογή εμπορικής τροφής για τη σταθερότητα στο νερό μ' αυτήν την τεχνική και καμία δεν βρέθηκε να έχει πάνω από 60% κατακράτηση μετά από 10 λεπτά μέσα στο νερό. Για να καταφέρουμε να έχουμε πιο σταθερούς σβώλους ως ιχθυοτροφή και να βελτιώσουμε τη μετατροπή της τροφής, έχουν προταθεί οι ακόλουθες κατευθυντήριες γραμμές για τη βιομηχανία:

- 1) πριν τη σβωλοποίηση, αλέστε την ανάμικτη τροφή με ένα κόσκινο 2mm σε ένα αποτελεσματικό μέγεθος 125 microns.
- 2) Αντικαταστήστε τουλάχιστον το 5% των μη ουσιωδών συστατικών με ένα οργανικό αλεύρι όπως είναι το ριζάλευρο, το στεγνό υγρό ξυλοπολτού, το ενδόσπερμα σιταριού, ή άλλο υλικό επικόλλησης.
- 3) Λειτουργήστε το μύλο σβώλων στη μέγιστη ένταση ηλεκτρικού ρεύματος για μέγιστες πιέσεις συμπίεσης και εξώθησης.
- 4) Προσθέστε αρκετό ξηρό ατμό για να μαλακώσετε τη μαλακιά τροφή σε μια θερμοκρασία των 85 –90°C, προκαλώντας έτσι ζελατινοποίηση του καθαρού αμύλου στην επιφάνεια όλων των αμυλούχων συστατικών.
- 5) Κρυώστε και στεγνώστε τους σβώλους πριν τη μεταφορά στην αποθήκη ή κιβώτια χωρία σακιά.

### **3.8 Επιπλέοντες σβώλοι.**

Οι ιχθυοτροφές μπορούν να σβωλοποιηθούν μέσω αυτού που συχνά καλείται «εξώθηση», διαστέλλοντας έτσι παρά συμπιέζοντας τα διάφορα συστατικά. Μεταβολές στο σχηματισμό και την επεξεργασία επιτρέπουν μια ευρεία κλίμακα στην πυκνότητα της μάζας. 0,25 έως 0,3 gr / cc είναι συνήθεις τιμές για τη σίτιση των ψαριών. Αυτό το χαρακτηριστικό τους κάνει ελκυστικές για ορισμένους τύπους ιχθυοκαλλιέργειας. Τα ψάρια μπορεί να παρατηρηθούν ενώ τρώνε και

την ποσότητα της τροφής που περιορίζεται σε εκείνη που γίνεται αποδεκτή. Ο αριθμός των ψαριών σε έναν εγκλεισμό νερού καθώς και η υγεία τους μπορούν να παρατηρηθούν χωρίς δειγματοληψία.

Σε γενικές γραμμές η διαδικασία της επέκτασης (διαστολής) της εξώθηση αποτελείται από:

(α) το μαλάκωμα της μαλακής τροφής που υπάρχει σε μορφή αλευριού προκειμένου να περιέχει 25 –30% νερό.

(β) η μεταφορά αυτής της μαλακωμένης τροφής με τρυπάνι σε ένα κύλινδρο πωματισμένο με πίεση.

(γ) έγχυση ατμού, μειώνοντας έτσι την τριβή των υλών μέσα στον κύλινδρο και αυξάνοντας τη ζελατινοποίηση του καθαρού αμύλου.

(δ) εξώθηση της ατμοσφαιρικής πίεσης, σχεδόν ανατινάσσοντας τις ύλες μέσα από τρύπες στο δίσκο της μήτρας στο άκρο του κυλίνδρου.

(ε) διακοπή της λουρίδας εξώθησης στο εξωτερικό του δίσκου της μήτρας μέσω ενός περιστρεφόμενου μαχαιριού, και

(στ) το στέγνωμα των σβώλων σε έναν κλίβανο υψηλής θερμοκρασίας 120<sup>0</sup> C μέχρι να δημιουργηθεί περιεκτικότητα υγρασίας κατάλληλη για αποθήκευση.

Διάφορες λεπτομέρειες θα πρέπει να προστεθούν σ' αυτή τη γενική περιγραφή της διαδικασίας για καλύτερη κατανόηση της επίπλευσης των σβώλων. Η φόρμουλα τροφών είναι σημαντική για την επίτευξη μιας επιθυμητής επεκτεινόμενης υφής. Οι κόκκοι δημητριακών μπορούν να επεκταθούν σε μια πολύ χαμηλή μαζική πυκνότητα, ενώ συγκεντρώσεις πρωτεΐνης χαμηλές σε άμυλο είναι δυνατό να παραμείνουν αμετάβλητες στη μαζική πυκνότητα. Το καθαρό άμυλο αποτελεί προϋπόθεση για ένα καλό επιπλέοντα σβώλο, με το 90 % να είναι ζελατινοποιημένο κατά τη διάρκεια των 30 – 60 '' που η τροφή είναι στο διαστροφέα κύλινδρο. Η πίεση σχηματίζεται σε διάφορες ατμόσφαιρες λόγω του περάσματος προς τα μπρος των υλών μέσα σε ένα μικρότερο όγκο. Ο υπερεπιβεβλημένος ατμός προκαλεί μια υψηλή θερμοκρασία προϊόντος, μεταβάλλοντας τη σταθερότητα των υλών από ένα ελεύθερο πλεούμενο άλευρο σε ένα ζυμάρι. Με την

ξαφνική απελευθέρωση της πίεσης στο άκρο της εξόδου, η τροφή θεωρεί ως δεδομένη μια υφή «εκτοξευόμενου ρυζιού» όπως μερικά τρόφιμα για πρωινό ή σνακς.

Μετά το στέγνωμα μέσω του κλιβάνου, χρησιμοποιείται συχνά ένας καθιερωμένος ψυκτήρας σβώλων για να χαμηλώσει τη θερμοκρασία των προϊόντων αφού η εσωτερική εργασία έχει φτάσει σε λιγότερο από 13 %. Ακόμα και μ' αυτή την επεξεργασία, οι προηγούμενες υψηλές θερμοκρασίες καταστρέφουν εν μέρει τις ασταθείς στη θερμοκρασία βιταμίνες και μειώνουν τη διαθεσιμότητα μερικών αμινοξέων. Ευαίσθητες στη θερμοκρασία πρόσθετες ουσίες μπορεί να ψεκαστούν πάνω στους διασταλμένους σβώλους μετά την εξώθηση, παρά να υπερενισχυθεί η φόρμουλα πριν τη σβωλοποίηση, όπως γίνεται για την προετοιμασία των σκληρών σβώλων.

Οι βιολογικοί έλεγχοι υπό συνθήκες τεχνητών λιμνών με φυσική τροφή έχουν δείξει ότι δεν υπάρχει καμία διαφορά στην ανάπτυξη των γατόψαρων και χρυσόψαρων χρησιμοποιώντας μια τροφή φόρμουλας που θα υποβληθεί στη διαδικασία της σκληρής σβωλοποίησης και της εξώθησης. Επίσης δεν βρέθηκε καμία σημαντική διαφορά χημικά σε πλήρως καθαρή πρωτεΐνη ή σε ατομικά αμινοξέα για διάφορες τροφές φόρμουλας προετοιμασμένες ως σκληροί και ως εξωθούμενοι σβώλοι. Ωστόσο, ο έλεγχος της ανάπτυξης ψαριών στις δεξαμενές και σε κλουβιά έχει αποκαλύψει μια μονομερή καταστροφή μερικών θρεπτικών συστατικών σε εξωθούμενες τροφές.

Υπάρχουν ενδείξεις ότι τα ψάρια που τρέφονται με επιπλέοντες σβώλους περιέχουν περισσότερο σκώπι και σωματικό λίπος από εκείνα που τρέφονται με τροφή της ίδιας φόρμουλας που έχει επεξεργαστεί ως σκληρός σβώλος. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην αυξημένη ευπεψία του μέρους των υδατανθράκων του σιτηρεσίου. Η διαστολή είναι μια ακριβή διαδικασία σε σχέση με άλλες μεθόδους της παρασκευής τροφών όσον αφορά το κόστος λειτουργίας, της θερμότητας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού και το στέγνωμα με τον κλίβανο, και την απώλεια θρεπτικών συστατικών. Μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η αξία των εξωθούμενων σβώλων μετριέται καλύτερα με πρακτικά τεστ σίτισης χρησιμοποιώντας δεδομένα σχετικά με τη μετατροπή τροφής, το κόστος διοίκησης, και την αποδεκτικότητα από τα ψάρια ως καθοριστικούς παράγοντες.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. *"Fish Feed Technology"*, FAO, 1980
2. Brody, S., *"Bioenergetics And Growth"*, London, Hafner Press
3. Maynard, L.A. & J.K. Loosli, *"Animal Nutrition"*, New York