

71 2090-0834

Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ - ΑΛΙΕΙΑΣ

ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΑ ΙΧΘΥΕΛΑΙΑ

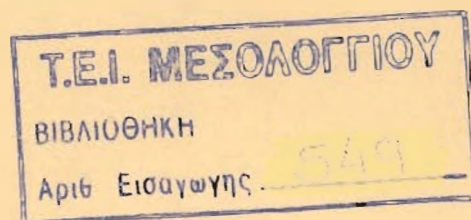
ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ:

ΜΑΚΡΗ ΜΑΡΙΑ

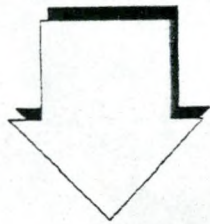
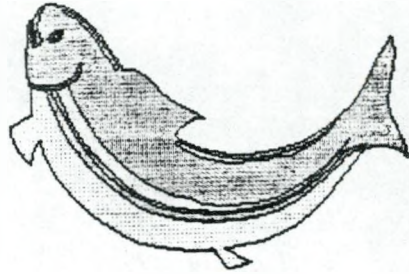


ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ
ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

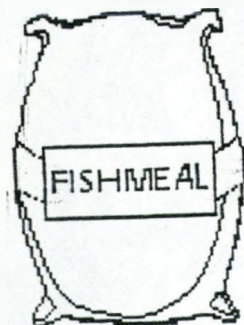
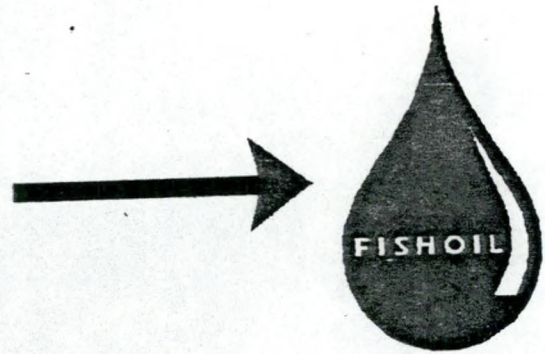
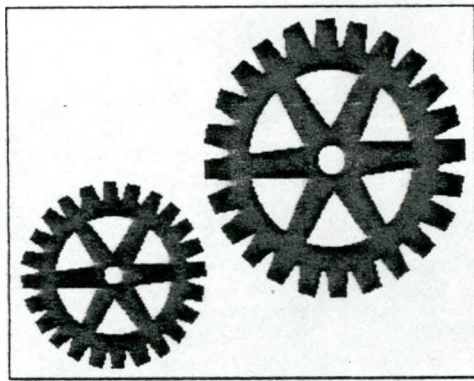
ΚΟΡΡΕ ΑΝΔΡΕΑ
ΠΟΛΥΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟ ΓΕΩΡΓΙΟ
ΠΡΙΟΝΑ ΚΑΤΕΡΙΝΑ



Αριθ. Εργ. 549



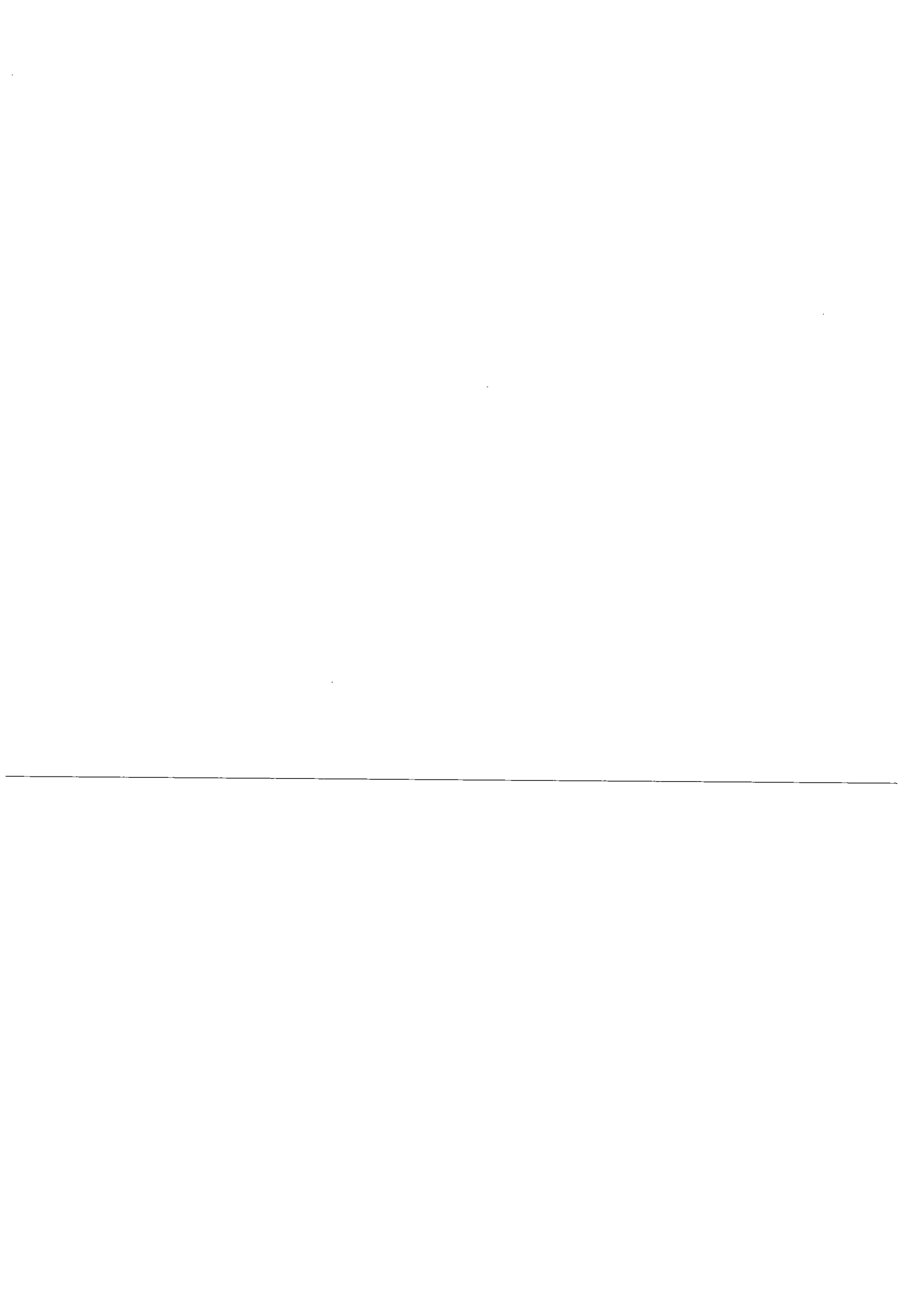
Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
Αριθ. Εργασίας 549



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: Χημική σύσταση λιπών και ελαίων	4
1.1. Τα λίπη ως συστατικό της σάρκας των ψαριών	5
1.2. Λιπίδια	5
1.2.1. Γλυκερίδια	7
1.2.2. Λιπαρά οξέα	7
1.2.3. Στερόλες	8
1.2.4. Φωσφολιπίδια	8
1.2.5. Βιταμίνες	9
1.3. Τα λίπη στη διατροφή των οργανισμών	9
1.4. Υδρογονάνθρακες	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: Χημική σύσταση ιχθυελαίων	10
2.1. Έλαιο από Capelin	13
2.2. Έλαιο ρέγγας	13
2.3. Ηπατέλαια	15
2.4. Έλαια αντσούγιας και σαρδέλας	16
2.5. Έλαιο από Sardine και Menhaden	17
2.6. Έλαιο από φάλαινα	18
2.7. Οι βιταμίνες A, D και E στα ιχθυέλαια	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: Διαχείριση πρώτης ύλης	21
3.1. Πρώτη ύλη	22
3.2. Αλιεία	23
3.3. Συντήρηση των αλιευμάτων στο σκάφος	24
3.4. Μέθοδοι εκφόρτωσης	24
3.4.1. Ξηρή εκφόρτωση	25
3.4.2. Υγρή εκφόρτωση	25
3.5. Συντήρηση αλιευμάτων που χρησιμοποιούνται ως πρώτη ύλη	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: Παραγωγική διαδικασία και μέθοδοι	29
4.1. Υγρή αναγωγή	30
4.1.A. Γραμμή παραγωγής στερεών	30
4.1.B. Ανάκτηση και μεταχείριση υγρών	45
4.2. Άλλες μέθοδοι ανάκτησης των πρωτεϊνών και του λίπους των ψαριών	53

4.2.1. Παραγωγή πολτού	53
4.2.2. Υδρόλυση	55
4.2.3. Ξηρή απόδοση	57
4.2.4. Εξαγωγή διαλύματος	59
4.2.5. Παραγωγή ηπατελαίων	61
4.3. Βιομηχανική απόδοση	63
4.4. Απόσπηση των χώρων παραγωγής	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: Ποιοτικός έλεγχος και standards στα ιχθυάλευρα και ιχθυέλαια	65
5.1. Εμπορικές ποιότητες ιχθυάλευρων	66
5.2. Παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα στα ιχθυάλευρα ως τελικό προϊόν	68
5.2.1. Πρωτεΐνες	68
5.2.2. Λίπος	69
5.2.3. Αντιοξειδωτικά	70
5.2.4. Υγρασία	71
5.2.5. Αλάτι	71
5.2.6. Άμμος	71
5.2.7. Σαλμονέλα	72
5.3. Κριτήρια ποιότητας των ιχθυάλευρων που χρησιμοποιούνται στις δίαιτες των ζώων	72
5.3.1. Υπεροξειδία	72
5.3.2. Ακόρεστα λιπαρά οξέα	73
5.3.3. Αφομοίωση - σύσταση των πρωτεϊνών	73
5.3.3.1. Λυσίνη και μεθειονίνη	74
5.3.4. Άλλοι θρεπτικοί παράγοντες των ιχθυαλεύρων	76
5.4. Χρήσεις των ιχθυαλεύρων	77
5.5. Κριτήρια ποιότητας ιχθυελαίων	80
5.5.1. Γενικά	80
5.5.2. Η ποιότητα του ιχθυελαίου	81
5.6. Ποιοτικά standards διαφόρων τύπων ιχθυελαίων	83
5.6.1. Έλαιο φάλαινας	83
5.6.2. Έλαιο σαρδέλας	84
5.6.3. Έλαιο από Menhaden	84

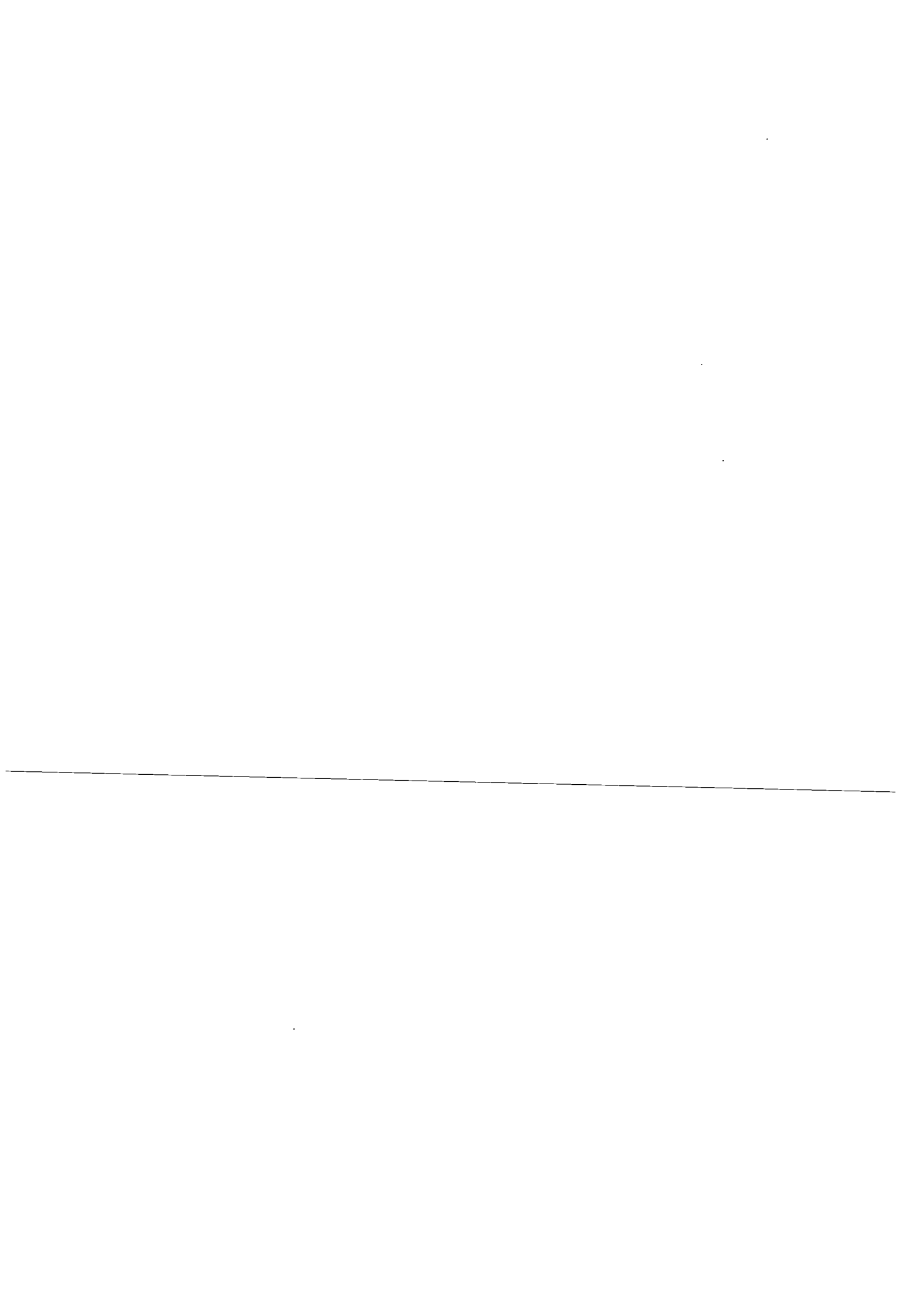


5.6.4. Έλαιο ρέγγας	84
5.6.5. Έλαιο αντσούγιας	85
5.6.6. Ηπατέλαια	85
5.7. Οσμή και γεύση στα ιχθυέλαια	86
5.8. Χρήσεις ιχθυελαίων	87
5.9. Περιγραφές προϊόντων	89
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ: Ικανότητα προσρόφησης - αποβολής νερού από τα ιχθυάλευρα	95
6.1. Εισαγωγή	96
6.2. Καθορισμός προσρόφησης - αποβολής νερού από ιχθυάλευρα και υδρολυμένα συστατικά	97
6.2.1. Υλικά και μέθοδοι	97
6.2.2. Αποτελέσματα	98
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ: Οικονομικά στοιχεία	101
7.1. Κατανάλωση ενέργειας κατά την παραγωγή ιχθυαλεύρων	102
7.2. Προοπτικές	103
7.3. Υπολογισμοί	106
7.4. Προοπτικές στην Ελληνική βιομηχανία αλιευμάτων	108
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΩΟ: Σύγχρονες μέθοδοι επεξεργασίας	109
8.1. Εισαγωγή	110
8.2. Χαρακτηριστικά ενός συστήματος μικροκυμάτων	110
8.3. Διαδικασία απόδοσης τροφών με την τεχνολογία μικροκυμάτων σε σύγκριση με τις συνήθεις μεθόδους	111
8.4. Επεξεργασία ιχθυάλευρων με μικροκύματα	112
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΟΡΩΝ	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΑΝΑΦΟΡΕΣ	

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παραγωγή των ιχθυάλευρων και ιχθυελαίων είναι η επικρατέστερη μέθοδος επεξεργασίας των ποσοτήτων των ψαριών, τα οποία δεν καταναλώνονται από τον άνθρωπο, καθώς και υπολειμμάτων (σκελετοί, σπλάχνα) τα οποία απομένουν από τη διαδικασία φιλετοποίησης των ψαριών. Αυτή η διαδικασία της παραγωγής ιχθυάλευρων και ιχθυελαίων άρχισε στις αρχές του προηγούμενου αιώνα στη Βόρεια Ευρώπη και τη Νότια Αμερική με την παραγωγή ελαίου από τη ρέγγα. Τα υπολείμματα τα οποία προέκυπταν, είτε απορρίπτονταν, είτε χρησιμοποιούνταν ως λίπασμα. Ωστόσο, η χρήση των παραπάνω υποπροϊόντων στη διατροφή των ζώων δεν είναι μια καινούργια ιδέα. Πράγματι, η χρήση τους αυτή μνημονεύεται στις περιγραφές των ταξιδιών του Marco Polo στις αρχές του 14^{ου} αιώνα, όπου αναφέρει ότι συνηθιζόταν να τρέφουν τα βοοειδή, τα μοσχάρια, τα πρόβατα, τις καμήλες και τα άλογα με αποξηραμένα ψάρια. Είναι γεγονός ακόμη ότι το 800 μ.Χ. στη Νορβηγία υπήρχε μια πρωτόγονη διαδικασία παραγωγής ελαίου από τη ρέγγα, χρησιμοποιώντας ξύλινες σανίδες που πίεζαν τα ψάρια πάνω σε πέτρες.

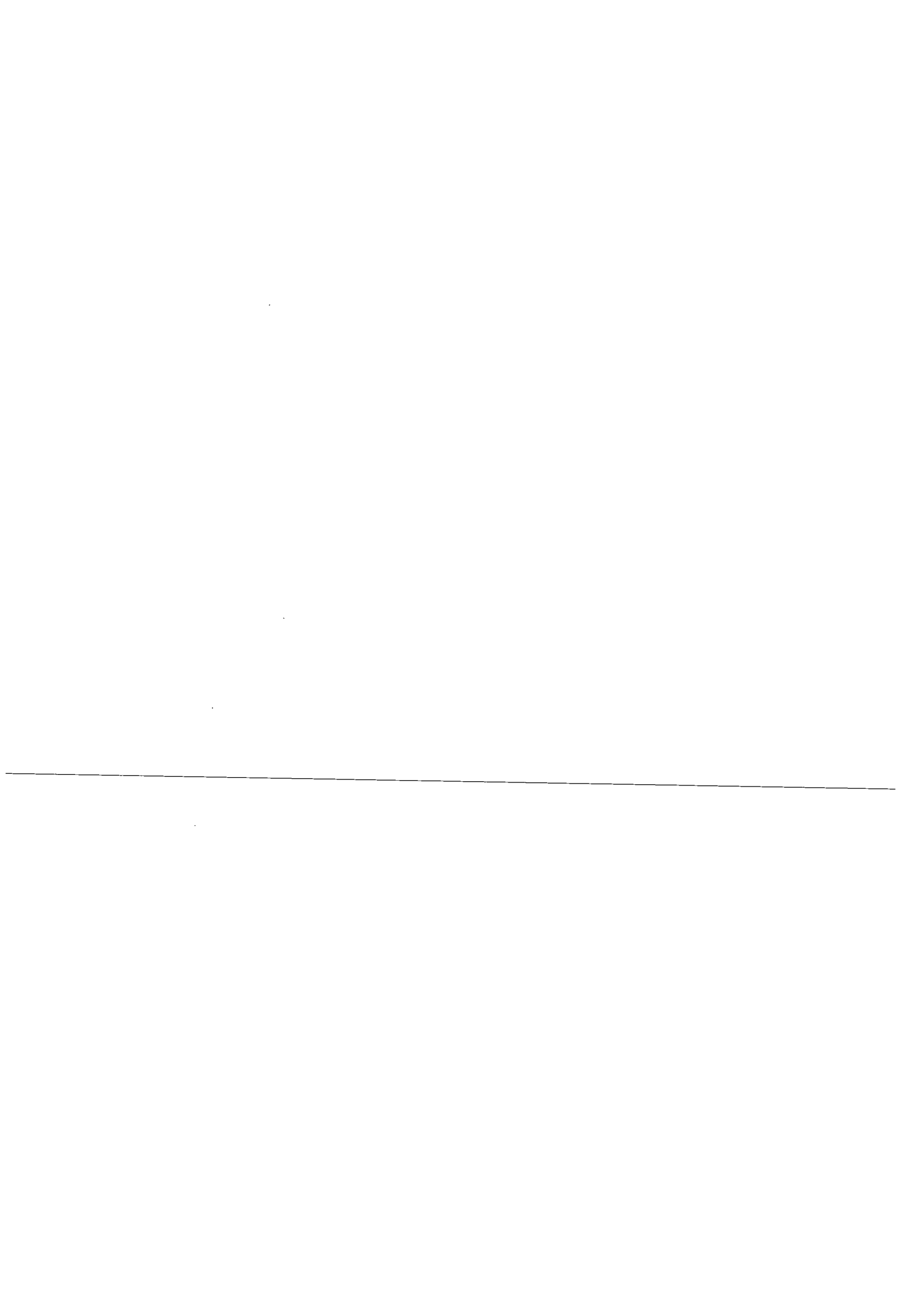
Στις μέρες μας τα ιχθυάλευρα παράγονται με διαφορετικό τρόπο αν και οι βασικές αρχές έχουν μεταβληθεί εκπληκτικά λίγο. Η σύγχρονη παραγωγή είναι ωστόσο πιο βελτιωμένη. Τα ιχθυάλευρα παράγονται σ' όλο τον κόσμο κι έχουν πολλές πρακτικές εφαρμογές. Το 1/3 της παγκόσμιας παραγωγής σε αλιεύματα χρησιμοποιείται για ιχθυάλευρα και ιχθυέλαια, συν εκείνα τα είδη που αλιεύονται αποκλειστικά για την παραγωγή τους, από τα οποία το μεγαλύτερο ποσοστό (90%) είναι ακατάλληλα για άμεση κατανάλωση από τον άνθρωπο, λόγω μικρού μεγέθους, γεύσης και ταγγίσματος. Έτσι, αυτά μαζί με τα εντόσθια χρησιμοποιούνται από τις βιομηχανίες ιχθυάλευρων. Εξάλλου, τα ψάρια αλλοιώνονται πάρα πολύ γρήγορα και χωρίς την παραγωγή ιχθυάλευρων είναι δύσκολο να φανταστούμε πως αυτές οι μεγάλες ποσότητες ενός τόσο ευαίσθητου προϊόντος όπως τα ψάρια, θα μπορούσαν σχετικά φθηνά να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη και να μεταφερθούν σε όλο τον κόσμο. Η Περουβιανή βιομηχανία παραγωγής ιχθυάλευρων είναι ένα καλό παράδειγμα, για το πως οι μεγάλες ποσότητες ψαριών που αλιεύονται στις ακτές της Νότιας Αμερικής μπορούν να μεταποιηθούν υπό τη μορφή ιχθυάλευρων, που αργότερα θα πωληθούν στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική. Οι ποσότητες που αλιεύεται η αντσούγια του Περού έχουν φτάσει



στο παρελθόν τους 10 εκατ. τόνους ετησίως και στην πραγματικότητα ο κύριος όγκος αυτών των αλιευμάτων δεν προοριζόταν για ανθρώπινη κατανάλωση, αλλά για την παραγωγή ιχθυάλευρων.

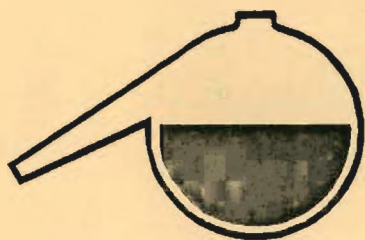
Οι κύριοι παραγωγοί επεξεργασίας των υποπροϊόντων των αλιευμάτων βρίσκονται στο Περού, στη Νορβηγία, τη Νότια Αφρική, την πρώην Σοβιετική Ένωση, τη Δανία, τις Ηνωμένες Πολιτείες, την Κίνα και την Ιαπωνία.

Στην παρούσα εργασία θα αναφερθούμε αρχικά στη χημική δομή των λιπών τα οποία αποτελούν ένα από τα βασικότερα συστατικά των αλιευμάτων. Στη συνέχεια η αναφορά μας περιλαμβάνει τη χημική σύσταση των ελαίων των ψαριών, τα αλιεύματα και τη διαχείριση αυτών ως πρώτη ύλη, τη γραμμή παραγωγής ιχθυάλευρων και ιχθυελαίων η οποία είναι κοινή εφόσον το ιχθυέλαιο είναι προϊόν της διαδικασίας παραγωγής ιχθυάλευρων. Τέλος δε, θα ασχοληθούμε με τις ποιότητες και τις προδιαγραφές των τελικών προϊόντων, με τις διαδικασίες αποθήκευσης και διάθεσης αυτών καθώς και με τις χρήσεις τους σε διάφορους τομείς.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΛΙΠΩΝ ΚΑΙ ΕΛΑΙΩΝ



Λόγω της φύσης του θέματος της παρούσας εργασίας, καθώς και λόγω του ότι η χημική σύσταση και η παραγωγή των ιχθυάλευρων και ιχθυελαίων εξαρτώνται βασικά από το είδος της πρώτης ύλης, θεωρήσαμε απαραίτητο να αναφερθούμε αρχικά στη χημική δομή των λιπών τα οποία μαζί με το νερό και τις πρωτεΐνες αποτελούν τα βασικά συστατικά της σάρκας των ψαριών. Εξάλλου είναι αυτά που κατά κύριο λόγο καθορίζουν το είδος της πρώτης ύλης (λιπαρά, ημίπαχα και άπαχα ψάρια) καθώς και τις ποιότητες διαφόρων υποπροϊόντων και κυρίως των ιχθυελαίων.

1.1. ΤΑ ΛΙΠΗ ΩΣ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ ΤΗΣ ΣΑΡΚΑΣ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

Τα ψάρια ανάλογα με τη λιποπεριεκτικότητά τους διακρίνονται σε:

- ☉ Άπαχα: έχουν λίπος κάτω από 3% (πέρκα, γλώσσα, τσιπούρα, λαβράκι, γριβάδι, λούτσος, μπακαλιάρος).
- ☉ Ημίπαχα: είναι τα ψάρια που έχουν λίπος από 3 - 8% (σκουμπρί, ρέγγα).
- ☉ Λιπαρά: είναι τα ψάρια που έχουν λίπος πάνω από 8% (σαρδέλα, σολωμός, χέλι, τόνος).

Τα παραπάνω όρια είναι ενδεικτικά και γενικά το ποσοστό του λίπους στο ψάρι κυμαίνεται από 0.5 - 22% και εξαρτάται κυρίως από τη διατροφή του ψαριού.

Τα λίπη των θαλασσινών ψαριών είναι πλούσια σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα με 20 και 22 άτομα C και 5 - 6 διπλούς δεσμούς. Για το λόγο αυτό είναι εύκολη η τάγγισή τους. Στα λίπη οφείλεται και η θερμική αξία των ψαριών. Η διαφορά στα λίπη των θαλασσινών ψαριών και αυτών των γλυκών υδάτων είναι ότι τα μεν πρώτα περιέχουν λιπαρά οξέα με 18, 20 και 22 άτομα C, ενώ τα δεύτερα περιέχουν λιπαρά οξέα με 16 και 18 άτομα C.

1.2. ΛΙΠΙΔΙΑ

Τα λίπη και οι λιποειδείς ενώσεις (έλαια) συγκροτούν την κατηγορία των λιπιδίων. Τα λιπίδια είναι αδιάλυτα στο νερό και σχηματίζουν με αυτό κολλοειδές διάλυμα ή μκκύλια. Τα λιπίδια διαλύονται σε οργανικούς διαλύτες όπως βενζόλιο, αιθέρας, χλωροφόρμιο ή μίγματα χλωροφορμίου - μεθανόλης (το συνηθέστερο).

Τα περισσότερα λιπίδια ταξινομούνται σε δύο ομάδες, τα απλά και τα συζευγμένα λιπίδια. Στα πρώτα κατατάσσονται τα γλυκερίδια, οι εστέρες, δηλαδή, μονοκαρβοξυλικών οξέων με γλυκερίνη και οι κηροί, δηλαδή οι εστέρες ανωτέρων μονοσθενών αλκοολών με μονοκαρβοξυλικά οξέα. Τα συζευγμένα λιπίδια αποτελούνται από απλά λιπίδια ενωμένα με μη λιπιδικά μόρια. Σ' αυτά ανήκουν τα φωσφατίδια, τα γλυκολιπίδια και τα λιποπρωτεΐδια. Υπάρχουν όμως και άλλες φυσικές ύλες που κατατάσσονται στα λιπίδια, αλλά δεν μπορούν να περιληφθούν σε καμία από τις παραπάνω κατηγορίες λιπιδίων. Σ' αυτές περιλαμβάνονται ορισμένες αλκοόλες κυκλικής συντάξεως (στερόλες) ή μακράς αλυσίδας, οι λιποδιαλυτές βιταμίνες (Α, D, Ε και Κ) και μερικοί υδρογονάνθρακες (καροτινοειδή).

Τα λίπη και έλαια είναι ουσίες όμοιας χημικής συντάξεως και υφίστανται τις ίδιες μεταβολικές διαδικασίες. Τα λίπη είναι στερεά στη συνήθη θερμοκρασία, ενώ τα έλαια είναι υγρά.

Οι βρώσιμες λιπαρές ύλες από διάφορες πηγές είναι μίγματα μικτών τριγλυκεριδίων με μικρά ποσά άλλων λιπιδίων ή και άλλων ουσιών, οι οποίες είτε υπάρχουν στις φυσικές ύλες, είτε σχηματίζονται κατά την επεξεργασία ή την αποθήκευση αυτών. Γενικά οι ουσίες που περιλαμβάνονται σε μια εμπορική βρώσιμη λιπαρή ύλη είναι:

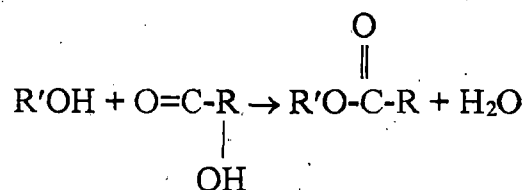
Τριγλυκερίδια	Στερόλες	Υδρογονάνθρακες
Διγλυκερίδια	Φωσφατίδια	Υγρασία
Μονογλυκερίδια	Χρωστικές	Προϊόντα οξείδωσης
Λιπαρά οξέα	Λιποδιαλυτές βιταμίνες	Τιχνη μετάλλων

Βεβαίως τα τριγλυκερίδια αποτελούν τον κύριο όγκο των λιπών και των ελαίων και συγκεντρώνουν συνεπώς το μέγιστο τεχνικό ενδιαφέρον. Ωστόσο, οι μικρές ποσότητες των συνυπαρχουσών ουσιών παρουσιάζουν επίσης σημαντικό ενδιαφέρον, διότι μερικές από αυτές είναι υπεύθυνες για τη γεύση, την οσμή και το χρώμα του προϊόντος. Από φυσιολογικής και διαιτητικής απόψεως, σημαντικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι λιποδιαλυτές βιταμίνες, τα καροτίνια, οι στερόλες και τα φωσφατίδια. Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα αποτελούν δείκτη του βαθμού υδρολύσεως του λίπους ή του ελαίου, ενώ τα προϊόντα οξείδωσης (υπεροξειδία, αλδεΐδες, κετόνες, κ.λ.π.) δείχνουν την έκταση της οξειδωτικής αποικοδόμησης αυτού. Ορισμένες στερόλες,

χρωστικές και μεταλλικές προσμίξεις επηρεάζουν τη σταθερότητα των λιπαρών υλών όσον αφορά την οξείδωσή τους.

1.2.1. ΓΛΥΚΕΡΙΔΙΑ

Τα γλυκερίδια είναι εστέρες της γλυκερίνης με λιπαρά οξέα. Οι εστέρες προκύπτουν από τις αλκοόλες κατά τη γενική αντίδραση:



Η γλυκερίνη είναι τρισθενής αλκοόλη και παρέχει καθ' όμοιο τρόπο εστέρες με διάφορα καρβοξυλικά οξέα. Οι εστέρες της γλυκερίνης, στους οποίους τα 3 υδροξύλια αυτής είναι εστερικά ενωμένα με ισάριθμα μόρια λιπαρών οξέων, λέγονται τριγλυκερίδια. Όταν οι λιπαρές ύλες υφίστανται υδρόλυση σχηματίζονται διγλυκερίδια και μονογλυκερίδια.

1.2.2. ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ

Όσον αφορά τα λιπαρά οξέα που απαντώνται στα φυσικά λίπη περιέχουν πάντοτε άρτιο αριθμό ατόμων C. Αυτό συμβαίνει διότι τα λιπαρά οξέα συντίθενται από διανθρακικές ομάδες οξικού οξέος. Συνήθως εμφανίζονται τα οξέα που φέρουν 16 και 18 άτομα C (παλμιτικό, στεαρικό οξύ). Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα φέρουν το διπλό δεσμό στη cis- χωροδιάταξη. Τα κυριότερα πολυακόρεστα είναι το παλμιτικό της σειράς ω7, το ελαϊκό της σειράς ω9, το λινελαϊκό της σειράς ω6 και το λινολενικό της σειράς ω3. Το λινελαϊκό οξύ και τα ομόλογά του αποτελούν απαραίτητα θρεπτικά συστατικά. Αυτά δεν μπορούν να συντεθούν, αλλά έχουν την ιδιότητα σε μερικά ψάρια να μετατρέπονται σε ακόμη πιο ακόρεστα. Γενικά ισχύει ότι τα λίπη που περιέχουν πολλά ακόρεστα λιπαρά οξέα έχουν μορφή υγρή και ελαιώδη.

Τα οξέα που περιέχονται στα ουδέτερα λίπη ανήκουν στην κατηγορία των λιπαρών οξέων. Το αλκοολικό τους συστατικό είναι η γλυκερίνη (τριτοταγής αλκοόλη) και μπορεί να σχηματίζει μονο-, δι-, και τριεστέρες. Στην τριάκυλο- γλυκερίνη περιέχονται συνήθως 2 ή 3 διαφορετικά λιπαρά

οξέα. Τα φυσικά απαντώμενα λίπη αποτελούν πάντοτε μίγμα πολυάριθμων τριάκυλο-γλυκεριδίων.

1.2.3. ΣΤΕΡΟΛΕΣ

Είναι κυκλικές αλκοόλες μεγάλου μοριακού βάρους. Απαντώνται σε όλες τις φυσικές λιπαρές ύλες είτε ελεύθερες είτε σε μορφή εστέρων με λιπαρά οξέα. Αποτελούν το κύριο συστατικό των ασαπωνοποιήτων συστατικών μιας λιπαρής ύλης μετά από την πλήρη σαπωνοποίησή της (αλκαλική υδρόλυση).

1.2.4. ΦΩΣΦΟΛΙΠΙΔΙΑ

Τα φωσφολιπίδια (φωσφατίδια) είναι διγλυκερίδια που περιέχουν φωσφορικό οξύ και μια αζωτούχο βάση, κατά το πλείστον χολίνη, αιθανολαμίνη ή σερίνη. Τα φωσφολιπίδια αποτελούν το 1 - 2% πολλών ακατέργαστων φυτικών ελαίων. Τα επεξεργασμένα λίπη ή έλαια περιέχουν μικρά μόνο ποσά φωσφατιδίων διότι το μεγαλύτερο μέρος απομακρύνεται με το ραφινάρισμα. Τα φωσφολιπίδια μετέχουν σε ποικίλες και σημαντικές βιολογικές διεργασίες, όπως:

1. Αποτελούν κύρια δομικά στοιχεία των κυττάρων.
2. Μετέχουν έμμεσα στη μεταφορά, την απορρόφηση και την αφομοίωση των λιπαρών οξέων.
3. Είναι μέσα αποταμιεύσεως λιπαρών οξέων και φωσφορικού οξέως.
4. Αποτελούν απαραίτητους παράγοντες για διάφορες βιολογικές οξειδώσεις.
5. Μετέχουν έμμεσα στη μεταφορά και τη χρησιμοποίηση των ιόντων Na^+ και K^+ .
6. Μετέχουν στις μεταβολές που προκαλούν την πήξη του αίματος.

Σε αντίθεση με τα ουδέτερα λίπη που περιέχουν μόνο λιπόφιλες (υδρόφοβες) ομάδες και είναι επομένως αδιάλυτα στο νερό, τα φωσφολιπίδια περιέχουν λιπόφιλες και λιπόφωβες ομάδες. Η ιδιότητά τους αυτή τα καθιστά πολύτιμα μόρια για τη δομή των κυτταρικών μεμβρανών.

1.2.5. BITAMINEΣ

Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες Α και D απαντώνται σε σημαντικά ποσά στο ηπατέλαιο ορισμένων ψαριών και κυρίως του τόνου, του μπακαλιάρου και της ρέγγας. Η λιποδιαλυτή βιταμίνη Ε βρίσκεται σε όλες σχεδόν τις φυσικές λιπαρές ύλες ως α-, β-, γ- και δ- τοκοφερόλη.

1.3. ΤΑ ΛΙΠΗ ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

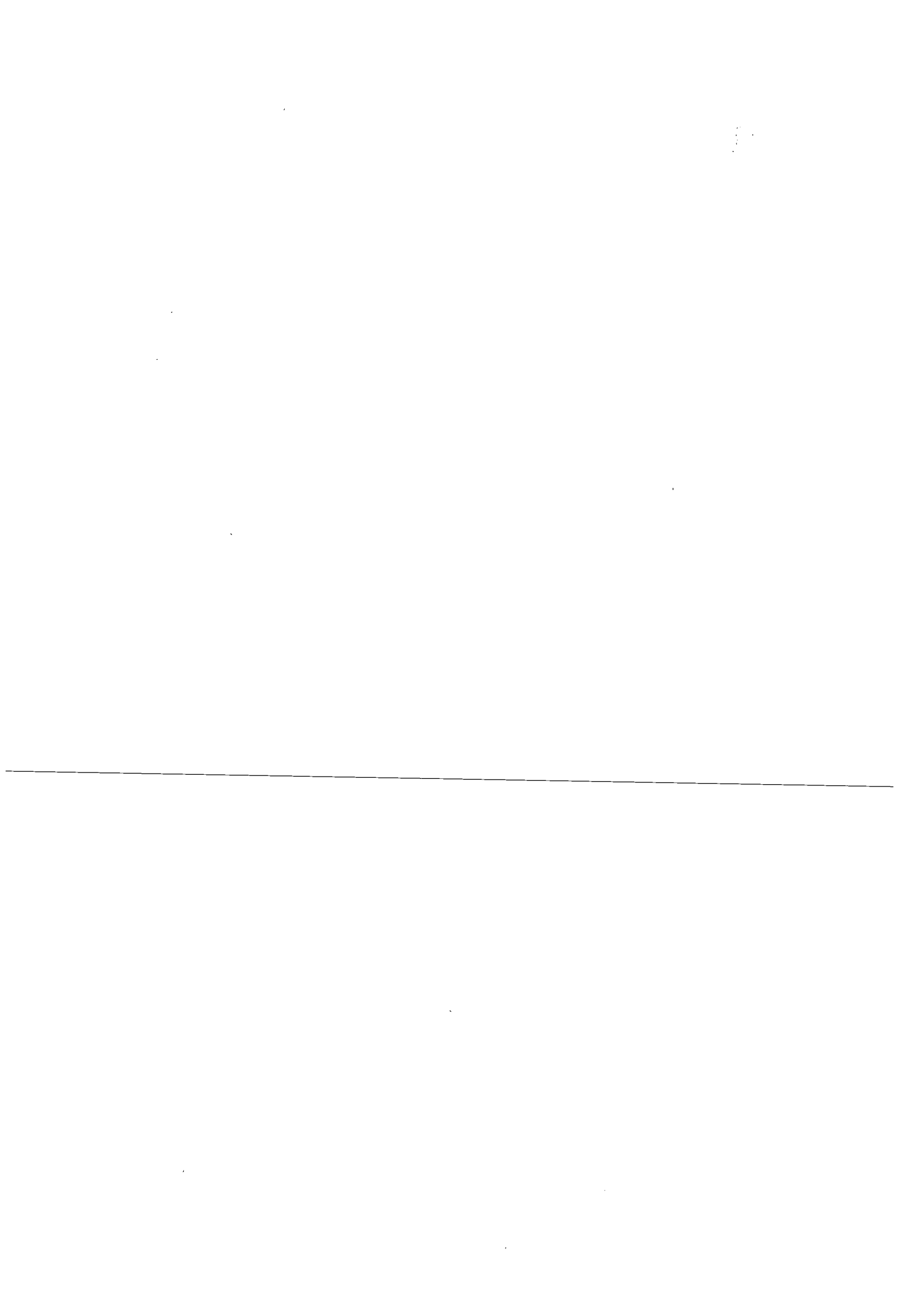
Τα λίπη στους οργανισμούς παίζουν το ρόλο εφεδρικών ουσιών. Ο κάθε οργανισμός αποθηκεύει σε λίπος την περίσσεια ενέργειας που λαμβάνει μέσω της τροφής, ενώ σε περίπτωση έλλειψης της τροφής τα λίπη αποικοδομούνται πάλι. Η διάσπασή τους γίνεται υπό την επίδραση λιπασών προς γλυκερίνη και λιπαρά οξέα τα οποία διασπώνται μέσω της β - οξειδωσης.

1.4. ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ

Το χρώμα των φυσικών λιπαρών υλών οφείλεται σε διάφορες χρωστικές ύλες, όπως τα καροτινοειδή. Αυτά είναι υψηλώς ακόρεστοι υδρογονάνθρακες. Κατά τη υδρογόνωση των ελαίων γίνεται και υδρογόνωση των χρωστικών, με αποτέλεσμα το υδρογονωμένο προϊόν να εμφανίζεται ασθενέστερα χρωματισμένο από την πρώτη ύλη. Απομάκρυνση χρώματος συμβαίνει και κατά την κατεργασία φυσικών λιπαρών υλών με ατμό, διότι τα καροτινοειδή είναι ασταθή σε υψηλές θερμοκρασίες. Η απομάκρυνση των χρωστικών με οξείδωση δεν είναι πρακτικώς εφικτή, διότι μια τέτοια κατεργασία προκαλεί τάγγιση των λιπαρών υλών. Πάντως αυτές μπορούν να αφαιρεθούν με προσρόφηση χρησιμοποιώντας κατάλληλα προσροφητικά υλικά.

Εκτός από τα καροτίνια σε πολλές λιπαρές ύλες υπάρχουν κι άλλοι υδρογονάνθρακες. Από αυτούς σημαντικότερος είναι το σκουαλένιο ($C_{30}H_{50}$) το οποίο βρίσκεται σε μεγάλα ποσά στο ηπατέλαιο μερικών ψαριών.

Η ανάλυση των υδρογονανθράκων των ιχθυελαίων πραγματοποιείται με την μέθοδο της αέριας χρωματογραφίας (*gas layer chromatography*) ή τη χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας (*silica gel*).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΙΧΘΥΕΛΑΙΩΝ



Η περιορισμένη βιομηχανία ιχθυελαίων τον 19^ο αιώνα βασιζόταν κυρίως στο πλεόνασμα της εποχιακής παραγωγής αλιευμάτων. Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα η εισαγωγή της υδρογόνωσης (*hydrogenation*) στη βιομηχανία επέκτεινε κατά πολύ τη χρήση των ιχθυελαίων πέρα από την παρασκευή σαπουνιών και γλυκερίνης, όπως στη βιομηχανία μαγειρικών λιπών.

Πριν εισέλθουμε σε λεπτομέρειες σχετικά με την παραγωγή και αποθήκευση των ιχθυάλευρων και ιχθυελαίων, θεωρήσαμε απαραίτητο να αναφέρουμε το χημικό χαρακτήρα των ακατέργαστων ιχθυελαίων, έτσι ώστε να γίνει κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζουν την ποιότητα των παραπάνω προϊόντων σε συνδυασμό με τις διαδικασίες παραγωγής και αποθήκευσης τους. Θα αναφέρουμε δε ξεχωριστά τη χημική σύσταση ιχθυελαίων από διάφορα είδη ψαριών.

Πολλά από τα ιχθυέλαια που διατίθενται στην παγκόσμια αγορά προέρχονται από το σώμα των ψαριών από το οποίο αποσπώνται με τη διαδικασία της πίεσης (*pressing*) κι έτσι αποδεσμεύεται το λάδι που είναι συγκεντρωμένο στο σώμα των ψαριών.

Η ακριβής θέση του λίπους στο σώμα των ψαριών εξαρτάται από το είδος τους και η λιποπεριεκτικότητά τους επηρεάζεται από την εποχή αλίευσης. Για παράδειγμα, το κύριο μέρος αποθήκευσης λίπους για το Carelin είναι το δέρμα και η εσωτερική επιφάνεια της σωματικής κοιλότητας. Στο σκουμπρί το κύριο μέρος συσσώρευσης του λίπους είναι η επιδερμίδα και λιγότερο οι μύες.

Τα ιχθυέλαια και τα ηπατέλαια αποτελούνται κυρίως από τριγλυκερίδια. Σ' αυτά εμπεριέχονται 3 λιπαρά οξέα που συνδέονται με το μόριο της γλυκερόλης. Σ' αυτή τη μορφή η οξύτητα των λιπαρών οξέων είναι ίση με την αλκαλικότητα της γλυκερίνης στο ουδέτερο έλαιο. Η διάσπαση μεταξύ της γλυκερίνης και των λιπαρών οξέων έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων η παρουσία των οποίων επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα των ιχθυελαίων όπως θα αναφερθεί παρακάτω.

Τα έλαια από θαλασσινά ψάρια αποτελούν μια ειδική ομάδα για το εμπόριο. Αυτό έγκειται στο γεγονός ότι δεν μοιάζει η σύνθεσή τους όσον

αφορά τα λιπαρά οξέα και ιδίως τα πολυακόρεστα με 14 και 22 άτομα C που μπορούν να περιέχουν έως και 6 διπλούς δεσμούς. Επίσης οι τιμές ιωδίου (*iodine values*) κυμαίνονται από 99 - 211. Οι διαφορές στα λιπαρά οξέα εξαρτώνται από το είδος του ψαριού, τη γεννητική ωριμότητα, τη διατροφή, τη θερμοκρασία περιβάλλοντος καθώς και από τη θέση την οποία καταλαμβάνουν στο σώμα του ψαριού. Όλοι οι παραπάνω παράγοντες επιδρούν στο βαθμό ακορεσμού ενός λιπαρού οξέος.

Οι ποιότητες των ελαίων εξαρτώνται κάθε φορά από τις δραστηριότητες των οργανισμών που μεταβάλλουν τη σύνθεσή τους σε λιπαρά οξέα. Έτσι π.χ. οι σολωμοί μεταναστεύοντας από γλυκά σε αλμυρά νερά μεταβάλλουν στο σώμα τους τον τύπο των σωματικών ελαίων. Οι ρέγγες πριν μεταναστεύσουν, τρώνε αδηφάγα, αυξάνοντας το περιεχόμενό τους σε έλαιο καθώς και το βαθμό ακορεσμού τους. Έτσι τα έλαια είναι δυνατόν να καταταγούν βάση του αριθμού των διπλών δεσμών σε σχέση με τις τιμές ιωδίου σε διάφορες κατηγορίες, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2.1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1

ΤΥΠΟΣ ΕΛΑΙΟΥ	ΤΙΜΕΣ ΙΩΔΙΟΥ	ΤΥΠΟΣ ΛΙΠΑΡΟΥ ΟΞΕΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΛΙΠΑΡΟΥ ΟΞΕΟΣ (%)
		ΚΟΡΕΣΜΕΝΑ	19
Capelin	C.100	ΜΟΝΟΕΝΙΚΑ	76
		ΠΟΛΥΑΚΟΡΕΣΤΑ	5
Herring	C.130		
Cod (liver)	C.160	ΚΟΡΕΣΜΕΝΑ	κάτω από 30
Halibut (liver)	C.160	ΜΟΝΟΕΝΙΚΑ	C.50
Haddock (liver)	C.160	ΠΟΛΥΑΚΟΡΕΣΤΑ	15 - 30
Whale, Seal	C.120		
Anchovy	C.200	ΚΟΡΕΣΜΕΝΑ	C.35
Pilchard	C.200	ΜΟΝΟΕΝΙΚΑ	κάτω από 30
Sardine	C.170	ΠΟΛΥΑΚΟΡΕΣΤΑ	35 - 45
Menhaden	C.165		

2.1. ΕΛΑΙΟ ΑΠΟ CAPELIN

Η αναλογία των λιπαρών οξέων C 22 : 1 είναι υψηλή και γι' αυτό το έλαιο μπορεί να χρειαστεί να αναμιχθεί με άλλα ιχθυέλαια ή φυτικά έλαια που έχουν υποστεί υδρογόνωση, ώστε να κρατηθεί η προηγούμενη αναλογία στο 5% που έχει τεθεί από την Ε.Ο.Κ. (Ιούλιος 1979).

Η απλοποιημένη σύνθεση του ελαίου σε λιπαρά οξέα παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2

ΤΥΠΟΣ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΕΠΙ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ
C 14 : 0	8.0
C 16 : 0	11.0
C 16 : 1	10.0
C 18 : 0	2.5
C 18 : 1	13.5
C 18 : 2	0.7
C 20 : 0	2.0
C 20 : 1	23.0
C 22 : 0	1.0
C 22 : 1	24.0
C 20 & C 22 πολυακόρεστα	1.7
	ΟΛΙΚΟ: 97.4%

Αν όλη η διαδικασία επεξεργασίας των ψαριών γίνει στη διάρκεια μιας εβδομάδας (από τη στιγμή που αλιεύθηκαν) έχουμε παραγωγή ελαίου με χαμηλή περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα και θειικά καθώς και απαλό χρωματισμό.

2.2. ΕΛΑΙΟ ΡΕΓΓΑΣ

Η πιο σημαντική περιοχή αλιείας της ρέγγας είναι ο Βόρειος Ατλαντικός. Οι τιμές ιωδίου κυμαίνονται από 115 - 130 το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι φθάνουν εώς 160. Η σύνθεση του ακατέργαστου ελαίου ρέγγας σε λιπαρά οξέα φαίνεται στον Πίνακα 2.3.

Απ' ότι φαίνεται ο βαθμός ακορεσμού του ελαίου ρέγγας παρουσιάζεται σε μεγάλο ποσοστό ως μονοενικά λιπαρά οξέα, όπως και στο Capelin, οδηγώντας έτσι σε ένα σταθερό και απαλής υφής υδρογονωμένο έλαιο μετά από μια σχετικά μικρή διάρκεια υδρογόνωση.

Το έλαιο του Menhaden ως αντιπρόσωπος ελαίου πλούσιου σε πολυακόρεστα οξέα με 3, 4, 5 και 6 διπλούς δεσμούς και το έλαιο ρέγγας πλούσιο σε μονοενικά, επιλέχθηκαν από τον Sebedio για μια λεπτομερή μελέτη και σύγκριση της επίδρασης διαφόρων συνθηκών κατά τη διάρκεια της υδρογόνωσης. Δύο ενδιαφέροντα αποτελέσματα ήταν η προοδευτική μετακίνηση και η ισομερείωση (*isomerisation*) καθώς και η εξαφάνιση των διπλών δεσμών, επιδρώντας έτσι θετικά στην οξειδωτική σταθερότητα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3

ΤΥΠΟΣ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΕΠΙ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ
C 14:0	6.0
C 16:0	11.0
C 16:1	7.0
C 16:3	7.0
C 16:4	1.3
C 18:0	1.4
C 18:1	10.0
C 18:2	1.0
C 18:3	2.0
C 18:4	3.0
C 20:1	13.0
C 20:5	7.5
C 22:1	21.0
C 22:6	7.0
	ΟΛΙΚΟ: 98.2%

Έλαιο ρέγγας με τιμή ιωδίου 79 και έλαιο Menhaden με τιμή ιωδίου 84.5 είχαν σημαντική αντίσταση στην οξείδωση σε σύγκριση με δείγματα που είχαν ληφθεί νωρίτερα, κατά τη διάρκεια της υδρογόνωσης.

Για το έλαιο ρέγγας τιμές σαπωνοποίησης από 180 - 192, ασαπωνοποίητα συστατικά από 0.5 - 2.5% (συνήθως 1.0 - 1.6%), ελεύθερα λιπαρά οξέα κάτω του 3% και περιεκτικότητα θειικών μεταξύ 12 και 18 ppm είναι αναμενόμενα για ένα καλό ακατέργαστο έλαιο. Τιμές υπεροξειδίων

(P.V.) με μέγιστο το 6, τιμή ανισαδίνης (*anisadine value*) με μέγιστο το 12, τιμές E232 με μέγιστο το 12 και E269 με μέγιστο το 4 θεωρούνται ικανοποιητικές. Δεν υπάρχουν προδιαγραφές θρεπτικότητας για τα ιχθυέλαια (*codex alimentarius*). Το χρώμα κυμαίνεται μεταξύ 13Y2R και 40Y12R (1"). Οι φωσφατίδες ελαττώνονται με εξουδετέρωση σε αλκαλικό περιβάλλον καθώς και με το πλύσιμο. Αυτή η ελάττωση είναι περισσότερο αποτελεσματική αν γίνει σχετική επεξεργασία με 0.1% (W/W) φωσφορικό οξύ για την απομάκρυνση των κολλοειδών όπως γίνεται στα περισσότερα έλαια.

2.3. ΗΠΑΤΕΛΑΙΑ

Αυτά χρησιμοποιούνται στη φαρμακευτική επειδή είναι πλούσια σε βιταμίνες A, D και E, αλλιώς χρησιμοποιούνται στις μαργαρίνες και στα μαγειρικά λίπη κατόπιν υδρογόνωσης. Οι τιμές ιωδίου κυμαίνονται από 120 - 190 (M.O. = 160). Τα μονοενικά λιπαρά οξέα φαίνεται να κυριαρχούν στη συγκρότησή του όπως δείχνει ο Πίνακας 2.4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4

ΤΥΠΟΣ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΕΠΙ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ
C 14 : 0	3.5
C 15 : 0	0.5
C 16 : 0	10.4
C 16 : 1	12.2
C 17 : 0	0.1
C 18 : 0	1.2
C 18 : 1	19.6
C 18 : 2	0.8
C 18 : 3	0.2
C 18 : 4	0.7
C 20 : 1	14.6
C 20 : 4	1.7
C 20 : 5	5.0
C 22 : 1	13.3
C 22 : 5	2.0
C 22 : 6	10.5
	ΟΛΙΚΟ: 96.3%

2.4. ΕΛΑΙΑ ΑΝΤΣΟΥΓΙΑΣ ΚΑΙ ΣΑΡΔΕΛΑΣ (ΠΕΡΟΥΒΙΑΝΗ ΚΑΙ ΝΟΤΙΟΥ ΑΦΡΙΚΗΣ)

Αυτά τα έλαια περιέχουν μέτριες αναλογίες μονοενικών οξέων, αλλά είναι πλούσια σε λιπαρά οξέα που έχουν 3, 4, 5 και 6 διπλούς δεσμούς. Επομένως απαιτούν περισσότερο υδρογόνο για την αναγωγή τους σε μια κατάσταση σχετικής οξειδωτικής σταθερότητας. Από τη στιγμή που οι αρχικές αλληλουχίες διακοπτόμενων διπλών δεσμών μεθυλενίου (-CH₂-) μετατρέπονται όχι απλώς σε λιγότερο ακόρεστες αλυσίδες λιπαρών οξέων, αλλά σε αλυσίδες στις οποίες μερικοί απομείναντες διπλοί δεσμοί διαχωρίζονται με περισσότερες από μια ομάδες μεθυλενίου η οξειδωτική αστάθεια του ελαίου (*oxidative instability*) ελαττώνεται επίσης. Επομένως είναι πιθανό να τερματιστεί η υδρογόνωση σε υψηλές τιμές ιωδίου. Παρακάτω δίνεται η σύσταση των δύο αυτών ελαίων τα οποία φαίνεται ότι μοιάζουν στη συγκρότησή τους, γεγονός που κατά πάσα πιθανότητα οφείλεται στον ίδιο τρόπο διατροφής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5

ΤΥΠΟΣ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ	
	ΕΛΑΙΟ ΑΝΤΣΟΥΓΙΑΣ	ΕΛΑΙΟ ΣΑΡΔΕΛΑΣ
C 14 : 0	7.5	7.3
C 16 : 0	17.5	16.0
C 16 : 1	9.0	9.0
C 16 : 2	1.0	2.0
C 16 : 3	2.0	2.0
C 16 : 4	2.0	3.0
C 18 : 0	4.0	4.0
C 18 : 1	12.0	10.0
C 18 : 2	2.0	2.0
C 18 : 3	1.0	1.0
C 18 : 4	3.0	-
C 20 : 1	2.0	1.0
C 20 : 2	1.0	-
C 20 : 3, 4, 5	19.0	21.0
C 21 : 5	-	1.0
C 22 : 1	1.0	2.0
C 22 : 3, 4, 5, 6	11.0	12.0
C 24 : 1	0.5	0.7
	ΟΛΙΚΟ: 95.5%	ΟΛΙΚΟ: 94.0%

Όσον αφορά τα ελεύθερα λιπαρά οξέα (F.F.A), τα θειϊκά και την οξειδωτική αλλοίωση οι κανόνες επεξεργασίας είναι οι ίδιοι με αυτούς αφορούν τη ρέγγα όπως προαναφέρθηκαν.

Το ακατέργαστο έλαιο έχει συνήθως χρώμα 60Y7R (1") και σε σπάνιες περιπτώσεις περιέχει ως χρωστική κάποιου τύπου χλωροφύλλη που τη μεταδίδει μια απαλή χρώση πράσινου, παρόλη τη διαδικασία λεύκανσης (*bleaching*) και υδρογόνωσης. Επίσης ιχνοστοιχεία των ακατέργαστων ιχθυελαίων μπορεί να μειωθούν κατά τις παραπάνω διαδικασίες (Fe κάτω των 0.15 ppm και Cu κάτω των 0.05 ppm). Όσον αφορά τα έλαια με χρώμα 20Y2R (5¼") είναι πολύ εύγευστα και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μαργαρινών. Τα ασαπωνοποίητα συστατικά στο έλαιο σαρδέλας κυμαίνονται κυρίως γύρω στο 2% έως και 6% που μπορούν να φτάσουν τον Αύγουστο όταν η περιεκτικότητα των ελαίων μειωθεί κατά την ωορρηξία.

2.5. ΕΛΑΙΟ ΑΠΟ SARDINE (ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΗ) ΚΑΙ MENHADEN

Τα έλαια αυτά επίσης αποτελούν μια ομάδα στην οποία κυριαρχούν τα ακόρεστα λιπαρά οξέα. Η σύστασή τους φαίνεται στον Πίνακα 2.6.

Η τιμή ιωδίου σ' αυτά τα έλαια είναι συνήθως 165, τα ασαπωνοποίητα συστατικά 1% και οι παράγοντες που αφορούν τα ελεύθερα λιπαρά οξέα, τα θειϊκά και την οξειδωτική σταθερότητα είναι αυτοί που αναφέρθηκαν για τη ρέγγα. Σε χαμηλής ποιότητας έλαια εμπεριέχονται κολλοειδείς ουσίες και οξειδωμένα λίπη σε ποσοστό 0.5% (W/W). Όσον αφορά τα άλλα ιχθυέλαια, οι κολλοειδείς ουσίες και τα οξειδωμένα λίπη εναποτίθενται με βραδύ ρυθμό μετά τη διάσπαση αποθέματος σαπουνιού. Αυτά πρέπει να αφαιρούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα απ' την εκάστοτε βιομηχανία. Οι προβλεπόμενες αλλαγές που γίνονται κατά τη διάρκεια της υδρογόνωσης ελαίου Menhaden έως τιμή ιωδίου 84.5 έχουν καταγραφεί από τον Sebedio. Σε αυτήν την τιμή ιωδίου επιτυγχάνεται μια ικανοποιητική οξειδωτική σταθερότητα.

2.6. ΕΛΑΙΟ ΑΠΟ ΦΑΛΑΙΝΑ

Τα έλαια από φάλαινες διαφέρουν σημαντικά στη σύνθεσή τους ανάλογα με το είδος και τη γεωγραφική κατανομή και συνεπώς θα ποικίλλει ο αριθμός σαπωνοποίησης και η τιμή ιωδίου. Παρ' όλα αυτά για τα περισσότερα έλαια από φάλαινες της Ανταρκτικής οι τιμές ιωδίου κυμαίνονται από 110 εώς 125.

Από τα πιο πρόσφατα δεδομένα (1964 - 1965) η κατανομή των λιπαρών οξέων στα έλαια διαφόρων ειδών φαλαινών δίνεται στον Πίνακα 2.7.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.6

ΤΥΠΟΣ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΕΠΙ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ	
	ΕΛΑΙΟ ΣΑΡΔΕΛΑΣ	ΕΛΑΙΟ ΜΕΝΗΑΔΕΝ
C 14 : 0	8.0	7.0
C 16 : 0	16.0	19.0
C 16 : 1	9.0	9.0
C 16 : 2	-	2.0
C 16 : 3, 4	-	4.0
C 18 : 0	4.0	4.0
C 18 : 1	11.0	13.0
C 18 : 2	1.0	2.0
C 18 : 3, 4	3.0	5.0
C 20 : 1	3.0	2.0
C 20 : 2	-	1.0
C 20 : 3, 4, 5	19.0	13.0
C 22 : 1	4.0	1.0
C 22 : 3, 4, 5, 6	15.0	12.0
	ΟΛΙΚΟ: 93.0%	ΟΛΙΚΟ: 94.0%

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.7**ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΠΟΣΟΣΤΟΥ
ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΟΥΣ ΣΕ ΛΙΠΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΕΙΔΩΝ ΦΑΛΛΙΝΑΣ**

ΤΥΠΟΣ ΛΙΠΑΡΟΥ ΟΞΕΩΣ	ΛΙΠΟΣ ΦΑΛΛΙΝΑΣ ΒΕΑΚΕΔ	ΦΑΛΛΙΝΑ FINBACK (ΛΙΠΟΣ ΔΕΡΜΑΤΟΣ)	ΦΑΛΛΙΝΑ FINBACK (ΛΙΠΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ)	ΕΛΑΙΟ- ΦΑΛΛΙΝΑΣ SPERM ΑΝΤΑΡΚΤΙ- ΚΗΣ	ΕΛΑΙΟ ΦΑΛΛΙΝΑΣ SPERM ΑΡΚΤΙΚΗΣ	ΕΛΑΙΟ ΦΑΛΛΙΝΑΣ SPERM ΙΑΠΩΝΙΑΣ
14:0	4.2	5.7	5.1	8.3	7.4	7.5
16:0	4.3	7.1	12.1	11.9	10.4	10.0
16:1	11.9	8.4	7.1	18.0	15.9	15.4
17:0	-	0.4	0.8	-	-	-
18:0	0.9	1.4	3.0	1.1	1.0	1.2
18:1	29.1	28.9	27.9	32.8	27.7	26.2
18:2	2.0	2.0	1.6	0.1	0.7	0.5
18:3	-	0.8	0.4	-	-	-
18:4	-	0.5	0.7	-	-	-
20:1	30.1	19.6	14.9	-	16.6	16.7
20:4	-	0.6	0.8	11.9	-	-
20:5	-	0.9	4.1	-	-	-
22:1	11.3	17.9	11.0	-	8.6	9.9
22:5	-	0.7	2.5	3.8	-	-
22:6	-	1.1	5.2	-	-	-

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα κυριαρχούν τα ακόρεστα μονοενικά οξέα και κυρίως αυτά που έχουν 18 άτομα C.

2.7. ΟΙ ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ A, D ΚΑΙ E ΣΤΑ ΙΧΘΥΕΛΑΙΑ

Η βιταμίνη A μπορεί να θεωρηθεί ότι προέρχεται από τη β-καροτίνη, με το σπάσιμο του δεύτερου μορίου στο μέσο της αλυσίδας των υδρογονανθράκων και την προσθήκη ενός μορίου νερού σε κάθε τεμάχιο. Η μετατρέπομενη β-καροτίνη σε βιταμίνη A στο σώμα των ζώων έχει ονομαστεί προβιταμίνη A. Η αναλογία της προβιταμίνης συνήθως ποικίλλει, αλλά δεν ξεπερνά το 50 - 60% της ολικής περιεκτικότητας σε βιταμίνες στο σώμα των ζώων.

Η νεοβιταμίνη A έχει αναφερθεί από τους Robeson & Baxter ότι αποτελεί συστατικό των ηπατελαίων. Αυτή η χημική ένωση η οποία έχει την ίδια βιολογική δραστηριότητα όπως η κανονική βιταμίνη A, συνεισφέρει

περίπου 30% στην περιεκτικότητα της συνολικής βιταμίνης Α των ιχθυελαίων. Πιστεύεται δε ότι είναι ένα γεωμετρικό ισομερές της βιταμίνης Α, που διαφέρει στη cis - trans διαμόρφωση των διπλών δεσμών κοντά στην υδροξυλική ομάδα.

Η βιταμίνη D ή καλσιφερόλη σχετίζεται και προέρχεται από τις στερόλες και συγκεκριμένα από την ακτινοβολία της εργοστερόλης. Τα ιχθυέλαια και τα έλαια από θαλάσσια θηλαστικά περιέχουν καθορισμένα ποσά βιταμινών Α και D. Για παράδειγμα 500 και 100 U.S.P. μονάδες/gr ελαίου βιταμίνης Α και D αντίστοιχα, για τα έλαια σαρδέλας, ρέγγας και Menhaden. Επίσης για τα έλαια μπακαλιάρου και καρχαρία έχει αναφερθεί ότι περιέχουν 100000 έως 300000 U.S.P. μονάδες/gr ελαίου βιταμίνη Α. Η βιταμίνη D ανέρχεται στις 200000 U.S.P. μονάδες/gr ελαίου από συκώτι τόνου.

Όσον αφορά την βιταμίνη Ε τα ιχθυέλαια περιέχουν ποικίλα ποσά. Έχουν αναφερθεί (Einset et. al., 1957) τα ακόλουθα ποσά βιταμίνης Ε για τα ιχθυέλαια που κυκλοφορούν στο εμπόριο: για το έλαιο ρέγγας 140 mgr (E)/gr, για το έλαιο Menhaden 70 mgr (E)/gr και για το έλαιο τόνου 160 mgr (E)/gr ελαίου. Η ποικιλία της βιταμίνης Ε μπορεί να αποτελεί μερικώς την εξήγηση των διαφορών στην σταθερότητα των ιχθυελαίων. Η βιταμίνη Ε δεν είναι χημικό αντιοξειδωτικό, αλλά παίζει ρόλο στην ενδοκυτταρική προστασία. Επαρκείς ποσότητες βιταμίνης Ε είναι σημαντικές στις ζωοτροφές διότι προλαμβάνεται η αβιταμίνωση και τα αποτελέσματα των ασθενειών από την έλλειψη αυτής. Επίσης τα υψηλά ποσοστά πολυακόρεστων οξέων αυξάνουν την απαίτηση κάποιων ζώων σε βιταμίνη Ε. Πολλά είδη αναπτύσσουν μια μυϊκή δυσπλασία από έλλειψη βιταμίνης Ε. Οι απαιτήσεις της διαφέρουν από είδος σε είδος και εξαρτώνται από την περιεκτικότητα πολυακόρεστων λιπαρών οξέων στις δίαιτές τους.

Οι Mattill και Columbic (1942) ανακάλυψαν ότι αυτή η μυϊκή δυσπλασία προερχόταν λόγω της χρήσης ηπατελαίου μπακαλιάρου στις δίαιτες των ζώων και ήταν ίδια με αυτή που προκαλείται από έλλειψη της βιταμίνης Α. Ο Mattill έδειξε ότι η βιταμίνη Ε οξειδώθηκε παρουσία των ακόρεστων λιπαρών οξέων του ηπατελαίου. Η βιταμίνη Ε προλαμβάνει τη μυϊκή δυσπλασία στα ψάρια και μπορεί επίσης να βελτιώσει την εκκολασιμότητα των αυγών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΡΩΤΗΣ ΥΛΗΣ

3.1. ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ

Στην πραγματικότητα οποιοδήποτε είδος ψαριού ή οστράκου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή ιχθυάλευρων. Είναι γεγονός ωστόσο, ότι το ιχθυάλευρο που προκύπτει από όστρακα, είναι χαμηλότερης ποιότητας λόγω μειωμένης πρωτεΐνης. Αυτό συμβαίνει διότι το όστρακο θα αποφέρει μεγάλο ποσοστό τέφρας στο τελικό προϊόν.

Ίσως είναι δύσκολο να διατεθούν στην αγορά ιχθυάλευρα με μικρότερο ποσοστό πρωτεΐνης και πλούσια σε χυτίνη, εφόσον αυτή δεν έχει καμία διατροφική αξία για τα ζώα. Υπάρχουν όμως ορισμένες περιπτώσεις που η χρήση τους είναι απαραίτητη ειδικά στις εκτροφές σαλμονειδών, όπου απαιτείται ένας ελαφρύς κόκκινος χρωματισμός στη σάρκα τους. Σ' αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιούνται ιχθυάλευρα από ασπόνδυλα (π.χ. γαρίδες) τα οποία περιέχουν καροτινοειδή, ως χρωστική, τα οποία τους παρέχουν το κόκκινο χρώμα. Τα είδη των ψαριών τα οποία χρησιμοποιούνται περισσότερο για την παρασκευή ιχθυάλευρων δίνονται στον Πίνακα 3.1 όπου δίνεται και η συγκέντρωση των πρωτεϊνών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1

ΜΕΣΗ ΣΥΝΘΕΣΗ (ΚΑΤΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ) ΜΕΡΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ (ΟΛΟΚΛΗΡΑ ΨΑΡΙΑ)

Είδη	Πρωτεΐνη (%) (N x 6.25)	Λίπος (%)	Νερό (%)
Cod (Βακαλάος), <i>Gadus morhua</i>	16	3	79
Hake (Βακαλάος), <i>Merluccius merluccius</i>	17	2	79
Norway pout, <i>Trisopterus esmarkii</i>	16	6	73
Anchoveta (Αντσούγια), <i>Engraulis ringens</i>	18	6	78
Herring (winter) (Ρέγγα), <i>Clupea harengus</i>	18	11	70
Herring (spring) (Ρέγγα), <i>Clupea harengus</i>	18	8	73
Pilchard (Σαρδέλα) <i>Sardinops ocellata</i>	18	9	69
Mackerel (autumn) (Σκουμπρί), <i>Scomber scombrus</i>	15	27	56
Mackerel (spring) (Σκουμπρί), <i>Scomber scombrus</i>	18	6	74
Horse mackerel (Σαφρίδι), <i>Trachurus trachurus</i>	16	17	63
Dogfish (Σκυλόψαρο), <i>Squalus acanthias</i>	19	9	70
Capelin (Σαλμονίδα), <i>Mallotus villosus</i>	14	10	75
Blue whiting, <i>Micromesistius poutassou</i>	15	2	79
Sand eel (Αμμόγελο), <i>Ammodytes sp.</i>	18	7	73
Sprat, <i>Spattus spattus</i>	15	8	75

Τα διάφορα είδη ψαριών παρουσιάζουν διαφορές ως προς τη συγκέντρωση υγρασίας και ελαίου. Γενικά, όταν υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση υγρασίας και ελαίου, η συγκέντρωση των πρωτεϊνών είναι χαμηλή. Έτσι η διαφορά μεταξύ των ψαριών που χρησιμοποιούνται για ιχθυάλευρα δεν επικεντρώνεται στο ποιο είδος αποφέρει καλύτερης ποιότητας πρωτεΐνη, αλλά στο ποια είδη αποδίδουν ιχθυέλαια και ποια είναι η συγκέντρωσή τους στα ιχθυάλευρα.

Οι βιομηχανίες ιχθυάλευρων πρέπει να έχουν υπόψη τους τη διάρκεια της αλιευτικής περιόδου, την ποσότητα των ψαριών που αλιεύονται και την απόσταση των αλιευτικών πεδίων από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας των αλιευμάτων.

Σύμφωνα με τον F.A.O (Feed and Aquaculture Organisation) (1986) η πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ιχθυάλευρου και ιχθυέλαιου είναι:

1. Ψάρια που αλιεύονται ειδικά για την παραγωγή ιχθυάλευρων και ιχθυελαίων (ρέγγα, σαρδέλα, menhaden, κ.α.).
2. Ψάρια που αλιεύονται τυχαία και άλλου είδους αλιεύματα (π.χ. γαρίδες).
3. Υπολείμματα και εντόσθια από την επεξεργασία φιλέτων και κονσερβών, αυγά ψαριών ή υλικά που περισσεύουν κατά την παραγωγή surimi.

Οι δύο τελευταίες κατηγορίες παράγουν μικρή ποσότητα ελαίου συγκρίνοντας με την ποσότητα που παράγεται από την επεξεργασία ολόκληρου ψαριού, διότι τα συνήθη εδώδιμα είδη δεν είναι λιπαρά.

Το menhaden είναι το κύριο ψάρι το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ιχθυάλευρων και ιχθυελαίων στις Η.Π.Α. Το ψάρι αυτό είναι μικρό, λιπαρό, σκουρόχρωμο και μοιάζει με ρέγγα.

3.2. ΑΛΙΕΙΑ

Τα ψάρια που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ιχθυάλευρων και ιχθυελαίων συνήθως αλιεύονται με σκάφη τα οποία δουλεύουν αρκετά κοντά στα μέρη επεξεργασίας. Τα κυκλικά δίχτυα είναι η κύρια μέθοδος που χρησιμοποιείται, από τη στιγμή που τα περισσότερα είδη είναι πελαγικά. Ελικόπτερα επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό των κοπαδιών. Τα ψάρια αφαιρούνται από τα δίχτυα με τη βοήθεια αντλιών όπου

υπάρχει ενσωματωμένος ένας διαχωριστής νερού. Τα σκάφη μπορούν να μεταφέρουν από 400 - 600 τόνους κατεψυγμένου ψαριού.

Σε κάθε περίπτωση, η μέθοδος αλιείας εξαρτάται από τα είδη που πρόκειται να αλιευθούν, το μέγεθος του κοπαδιού, την τοποθεσία και το βάθος της.

Υπάρχουν μεγάλα σε μέγεθος σκάφη τα οποία μπορούν να παρασκευάζουν ιχθυάλευρα εν πλω. Τα ιχθυάλευρα όμως σε αυτήν την περίπτωση αποτελούν ένα υποπροϊόν της παραγωγής τροφίμων από τα ψάρια (π.χ. κατά τη φιλετοποίηση και την κονσερβοποίηση, όπου τα ιχθυάλευρα αποτελούν δευτερεύον προϊόν της επεξεργασίας των ψαριών, που γίνεται στο σκάφος). Πλοία - εργοστάσια αποκλειστικά για την παραγωγή ιχθυάλευρων δεν έχουν κατασκευαστεί, διότι το κόστος επεξεργασίας και το κόστος αλιείας για τέτοια σκάφη είναι πολύ μεγάλο.

3.3. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΛΙΕΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΣΚΑΦΟΣ

Οι χειρισμοί που γίνονται στα αλιεύματα εξαρτώνται από το είδος των ψαριών, το σκάφος και τη διάρκεια του ταξιδιού. Η διατήρηση των αλιευμάτων σε καλή κατάσταση είναι σημαντική διότι επηρεάζει την ποιότητα της πρώτης ύλης και επομένως του τελικού προϊόντος.

Η χρήση του πάγου είναι απαραίτητη για τα σκάφη εκείνα που αλιεύουν σε περιοχές που απέχουν 12 - 24 ώρες από το μέρος επεξεργασίας ή όταν οι θερμοκρασίες είναι υψηλές. Η αναλογία του πάγου καθορίζεται βάση της ποσότητας των αλιευμάτων.

3.4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ

Ένα σύστημα εκφόρτωσης πρέπει να εξασφαλίζει τις κατάλληλες συνθήκες για τα αλιεύματα, να έχει μεγάλη ικανότητα εκφόρτωσης, να διαχειρίζεται και να καθαρίζεται εύκολα καθώς και να μην επηρεάζεται από το εξωτερικό περιβάλλον (π.χ. κυματισμός).

3.4.1. ΞΗΡΗ ΕΚΦΟΡΤΩΣΗ (DRY UNLOADING)

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι ξηρής εκφόρτωσης:

Αρπάγη: εδώ γίνεται χρήση ενός γερανού και μιας αρπάγης για τη μετακίνηση του ψαριού κατευθείαν από το αμπάρι του σκάφους.

Ανελκυστήρας: συνδυάζεται η δράση ενός ανελκυστήρα κι ενός μεταφορέα για την άμεση μεταφορά των ψαριών από το σκάφος.

Αναρρόφηση και μέθοδος κενού: και τα δύο προϋποθέτουν για τη μετακίνηση των αλιευμάτων από το σκάφος κι ένα σύστημα "κυκλώνα" για το διαχωρισμό των ψαριών από τον αέρα. Η αναρρόφηση με αέρα γίνεται βάση μιας αντλίας κενού, ενός ακροφύσιου και μιας περιστροφικής βαλβίδας που βοηθά στο ερμητικό κλείσιμο και τη καλή λειτουργία του αγωγού, μεταφέροντας σιγά σιγά τα ψάρια. Η ξηρή εκφόρτωση προϋποθέτει τη χρήση αντλίας, η οποία είναι ειδικά κατασκευασμένη να μεταφέρει ψάρια με αγωγό ερμητικά κλεισμένο. Λόγω συνωστισμού μεταφέρονται τα ψάρια κι έτσι δε χρειάζεται το νερό ως μέσο μεταφοράς (*direct pumping without water*, Sola, 1979). Με τη μέθοδο αυτή είναι δυνατόν να εκφορτώνονται μέχρι 300 τόνοι ψαριών την ώρα.

3.4.2. ΥΓΡΗ ΕΚΦΟΡΤΩΣΗ (WET UNLOADING)

Κατά την υγρή μέθοδο αναρρόφησης γλυκό ή θαλασσινό νερό έχει προστεθεί στη δεξαμενή του σκάφους, ώστε η αντλία κενού να μπορεί να ρουφά ψάρια και νερό από τη δεξαμενή. Το νερό χρησιμοποιείται ως βοηθητικό μέσο για τη μεταφορά των ψαριών. Τα ψάρια περνώντας από σουρωτήρια διαχωρίζονται από το νερό. Όταν το νερό είναι γλυκό μπορεί να λάβει άφοβα μέρος στην επεξεργασία, ενώ όταν αυτό είναι θαλασσινό διαχωρίζεται κι αντλείται προς τη θάλασσα.

Η χρήση του νερού ως μέσο μεταφοράς των ψαριών έχει το μειονέκτημα της επιμόλυνσης του προϊόντος κι επιπλέον χάνεται αρκετό από το υλικό που βρίσκεται σε διαλυμένη μορφή, καθώς και τα ψάρια μικρού μεγέθους. Έτσι παράγονται λιγότερα ιχθυάλευρα και ιχθυέλαια.

3.5. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΑΛΙΕΥΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΩΣ ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ

Τα ψάρια είναι ένα προϊόν που αλλοιώνεται εύκολα. Όταν τα ψάρια αρχίζουν να "μυρίζουν" υπάρχει ένδειξη καταστροφής της χημικής τους σύνθεσης όπου γίνεται λύση της σάρκας τους και χάνεται το λίπος τους. Τα βακτήρια που υπάρχουν στην επιδερμίδα και την περιοχή του πεπτικού συστήματος των ψαριών είναι η κύρια αιτία για την αποικοδόμηση των πρωτεϊνών και λιπών. Έτσι η επεξεργασία των ψαριών δυσκολεύει και τα προϊόντα που παράγονται από αυτά έχουν άσχημη οσμή. Η θερμοκρασία παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των βακτηρίων. Επιπλέον όταν είναι αποθηκευμένος μεγάλος όγκος αλιευμάτων δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες, οι οποίες, συν την οξείδωση, συντελούν στην απελευθέρωση αμμωνίας, υδρόθειου και μερκαπτανών. Οι συγκεντρώσεις θείου δημιουργούν άσχημες οσμές, ακόμη και τοξικές. Η αμμωνία που παράγεται σε σημαντικές ποσότητες οφείλεται στην καταστροφή των πρωτεϊνών. Ορισμένα είδη ψαριών, όπως αυτά που ανήκουν στην οικογένεια των καρχαριοειδών, περιέχουν σε υπολογίσιμα ποσά ουρία που είναι ικανή να παράγει αμμωνία.

Άλλη αιτία για την υποβάθμιση της ποιότητας των αλιευμάτων είναι τα ένζυμα. Αυτά είναι βιολογικοί καταλύτες που επιταχύνουν τις χημικές αντιδράσεις. Τα ένζυμα υπάρχουν στα ζωντανά ψάρια και η δράση τους συνεχίζεται και μετά το θάνατο αυτών προκαλώντας αυτόλυση. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται κυρίως στην κοιλιακή περιοχή, με αποτέλεσμα να μαλακώνει η σάρκα του ψαριού και να χάνεται ένα μεγάλο ποσοστό των υγρών, το οποίο περιέχει λίπος και διάφορα διαλυμένα συστατικά. Τα ψάρια ανάλογα με το είδος παρουσιάζουν διαφορετική τάση ως προς την αυτόλυση. Όμως τα μικρά πελαγικά είδη, όπως η αντσούγια, είναι ιδιαίτερα επιρρεπή. Το λίπος των ψαριών κατά τη φάση της αυτόλυσης υφίσταται επίδραση από λιπάσες που το διασπούν και παράγονται ελεύθερα λιπαρά οξέα. Έτσι τα προϊόντα που θα παρασκευαστούν είναι χαμηλότερης ποιότητας.

Η οξείδωση των λιπών των αλιευμάτων οδηγεί σε τάγγιση. Όμως αν αυτά έχουν αποθηκευτεί σε μεγάλες ποσότητες υπό συνθήκες έλλειψης οξυγόνου, το φαινόμενο της οξείδωσης περιορίζεται.

Ο ρόλος της θερμοκρασίας είναι πάρα πολύ σημαντικός στις παραπάνω διαδικασίες υποβάθμισης των αλιευμάτων. Για την ελαχιστοποίηση αυτών των φαινομένων τα αλιεύματα πλένονται και ψύχονται με πάγο ή με παγωμένο νερό. Η κατάψυξη δε συνίσταται διότι είναι αντιοικονομική. Απαραίτητη για την καλή συντήρηση των αλιευμάτων είναι η απομάκρυνση του αίματος και των υγρών (bloodwater) που δημιουργούνται, με αποστράγγιση. Η αιτία της δημιουργίας του bloodwater είναι η μεταφορά των αλιευμάτων με το σκάφος και η εκφόρτωσή τους. Το bloodwater συλλέγεται, βράζεται και προστίθεται μαζί με τη μάζα των ψαριών στο βραστήρα. Έτσι εξοικονομούνται σημαντικές ποσότητες πρωτεΐνης και ελαίου.

Ως μέσα συντήρησης χρησιμοποιούνται και διάφορα χημικά όπως NaSO_3 , ασκορβικά και βενζοϊκά οξέα. Κατά τη μέθοδο αυτή συνήθως γίνεται ψεκασμός ή ανακάτεμα των ψαριών με το κατάλληλο συντηρητικό το οποίο έχει διαλυθεί σε νερό. Η μέθοδος αυτή είναι αποτελεσματική για τα βακτήρια που βρίσκονται στην εξωτερική επιφάνεια των ψαριών και λίγο επηρεάζει αυτά που βρίσκονται στο εσωτερικό ή τα ένζυμα τα οποία σχετίζονται με τη διαδικασία της αυτόλυσης. Διάλυμα NaNO_3 περιορίζει τα μικρόβια, αλλά η χρήση του γίνεται υπό αυστηρές συνθήκες, διότι μπορεί να αντιδράσει με τα προϊόντα που παράγονται κατά τις αλλοιώσεις των ψαριών και να δημιουργηθούν νιτραμίνες που είναι πολύ τοξικές. Η φορμαλδεΰδη χρησιμοποιείται επίσης ως μέσο συντήρησης. Η προσθήκη της γίνεται σε ποσότητα έως 1% με τη μορφή διαλύματος. Σε μικρές ποσότητες μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σκλήρυνση της σάρκας των ψαριών όταν αυτή έχει μαλακώσει, έτσι ώστε να διευκολυνθεί η επεξεργασία τους. Η φορμαλδεΰδη πρέπει να χρησιμοποιείται προσεκτικά έτσι ώστε να μην καταστρέφει τις πρωτεΐνες του τελικού προϊόντος.

Γενικά η λύση του προβλήματος της αλλοίωσης των ψαριών, που λαμβάνει χώρα αμέσως μετά την αλιεία τους, είναι η συντήρησή τους σε χαμηλές θερμοκρασίες και η προσθήκη κάποιων χημικών συντηρητικών.

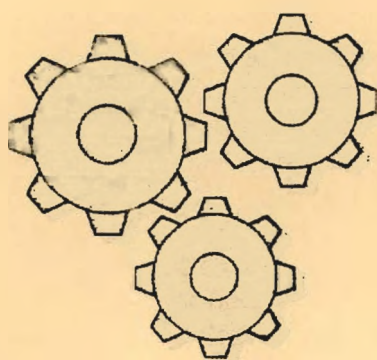
Αν το ψάρι είναι σε καλή κατάσταση και είναι σίγουρο ότι θα κατεργαστεί μέσα σε διάστημα 5 ημερών ίσως να μη χρειαστεί να προστεθούν συντηρητικά κατά το πάγωμα. Ακόμη και αν προστεθούν μερικά αντιοξειδωτικά τα ψάρια που είναι αποθηκευμένα μπορεί να αλλοιωθούν λόγω του bloodwater. Έτσι όσο το δυνατόν γρηγορότερα αυτά πρέπει να

επεξεργάζονται. Αυτό που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη λοιπόν είναι η σχέση της ποσότητας των αλιευμάτων με την ημερήσια ικανότητα επεξεργασίας τους από τη βιομηχανική μονάδα.

Πριν την επεξεργασία λαμβάνεται ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα έτσι ώστε να καθοριστούν οι πρωτεΐνες, το λίπος, το νερό και η τέφρα. Τέτοια δεδομένα δείχνουν το ποσό ιχθυάλευρων και ιχθυελαίου που μπορεί να ληφθεί καθώς και το ποσοστό του λίπους να χαθεί κατά την επεξεργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ



4.1. ΥΓΡΗ ΑΝΑΓΩΓΗ

Η επεξεργασία των ψαριών προς παραγωγή ιχθυάλευρων και ιχθυελαίων γενικά περιλαμβάνει τις ίδιες αρχές και τεχνικές που απαιτούνται και για την παραγωγή άλλων ειδών λιπών και ελαίων. Η επεξεργασία πραγματοποιείται κυρίως με τη μέθοδο της υγρής αναγωγής (Σχήμα 1) της οποίας τα βασικά στάδια είναι το μαγείρεμα, η συμπίεση και η αποξήρανση του πρωτεϊνικού υλικού καθώς και ο διαχωρισμός του λίπους από το νερό.

Εδώ θα περιγράψουμε τη μέθοδο αυτή σε δύο φάσεις: τη γραμμή παραγωγής στερεών (*solids flow*) (Σχήμα 2) και τη γραμμή παραγωγής υγρών (*liquid flow*) (Σχήμα 3).

A. ΓΡΑΜΜΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ

1. Μαγείρεμα (Cooking)

Όταν τα ψάρια θερμανθούν στους 100°C οι πρωτεΐνες μετουσιώνονται κι έτσι διαχωρίζονται υγρά και στερεά. Τα κυτταρικά τοιχώματα διαρρηγνύονται κι έτσι αποσπάται λίπος και νερό.

Το μαγείρεμα των ωμών ιχθυρών σταθεροποιεί τις πρωτεΐνες και κάνει την πίεση, που εφαρμόζεται για την αποβολή λίπους και νερού από τους ιστούς πιο αποτελεσματική. Το βάρος των υγρών που αποδεσμεύονται με το μαγείρεμα μπορεί να φτάσει εώς και 60% παραπάνω από αυτό που θα λαμβάνονταν αν συμπιεζόταν η πρώτη ύλη χωρίς να μαγειρευτεί.

Οι βέλτιστες συνθήκες για το μαγείρεμα δεν είναι εύκολο να προσδιοριστούν και εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από το είδος της πρώτης ύλης και την ποιότητά της. Πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί έχουν δείξει ότι η αύξηση της θερμοκρασίας σε τιμές από 60 εώς 100°C είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης λίπους από τα αλιεύματα. Αυτό ισχύει για τα περισσότερα αλιεύματα που κατεργάζονται και δεν έχουν υψηλά ποσοστά λίπους. Μεταξύ λιπαρών ειδών ψαριών παρουσιάζονται διαφορές. Για παράδειγμα μαγειρεύοντας φρέσκα χέλια (*sand-eels*) σε θερμοκρασία 100°C οι απώλειες του βάρους τους ήταν της τάξης του 63%, ενώ στο γαύρο 52%. Χρησιμοποιώντας μαγατιάτικα ψάρια παρατηρήθηκε μεγαλύτερη διαφορά. Αυτό αποδείχθηκε και για ορισμένα είδη ψαριών με υψηλή

περιεκτικότητα λίπους. Για παράδειγμα στο Carelin η καλύτερη απόδοση του λίπους παρατηρήθηκε σε τιμές θερμοκρασίας μόλις 50 - 60°C. Στην πράξη τα περισσότερα είδη ψαριών που χρησιμοποιούνται βράζονται σε τιμές θερμοκρασίας 95 - 100°C για χρονικό διάστημα 20 min. Για χαμηλότερες θερμοκρασίες απαιτείται ιδιαίτερος εξοπλισμός. Γενικά το νερό στους βραστήρες πρέπει να έχει θερμοκρασία κάτω από 130°C. Σε αντίθετη περίπτωση θα προκληθούν καταστροφές στις βιταμίνες και αμινοξέα.

Η συσκευή μαγειρέματος συνήθως αποτελείται από έναν επιμήκη βραστήρα κυλινδρικού σχήματος, που περιλαμβάνει θάλαμο με ατμό κι έναν εξαεριστήρα. Τα ψάρια κινούνται με περιστροφικό μεταφορέα. Υπάρχει πολλές φορές η δυνατότητα εισαγωγής του ατμού, μέσα από ένα στόμιο, κατ' ευθείαν επάνω στην πρώτη ύλη. Στους βραστήρες μπορεί ακόμα να υπάρχει εξοπλισμός για τον έλεγχο της θερμοκρασίας, της ποσότητας του υλικού κι ένα σιφώνι για τη συλλογή και απομάκρυνση ξένων υλών. Μπορεί επίσης να φέρει καπάκια έτσι ώστε να διευκολύνεται η επιθεώρηση και το καθάρισμά του.

Γενικά η βασική λειτουργία η οποία πρέπει να επιτελείται είναι όλο το υλικό να έρχεται σε επαφή με τον ατμό κι αυτός να διατηρείται σε θερμοκρασία περίπου 100°C.

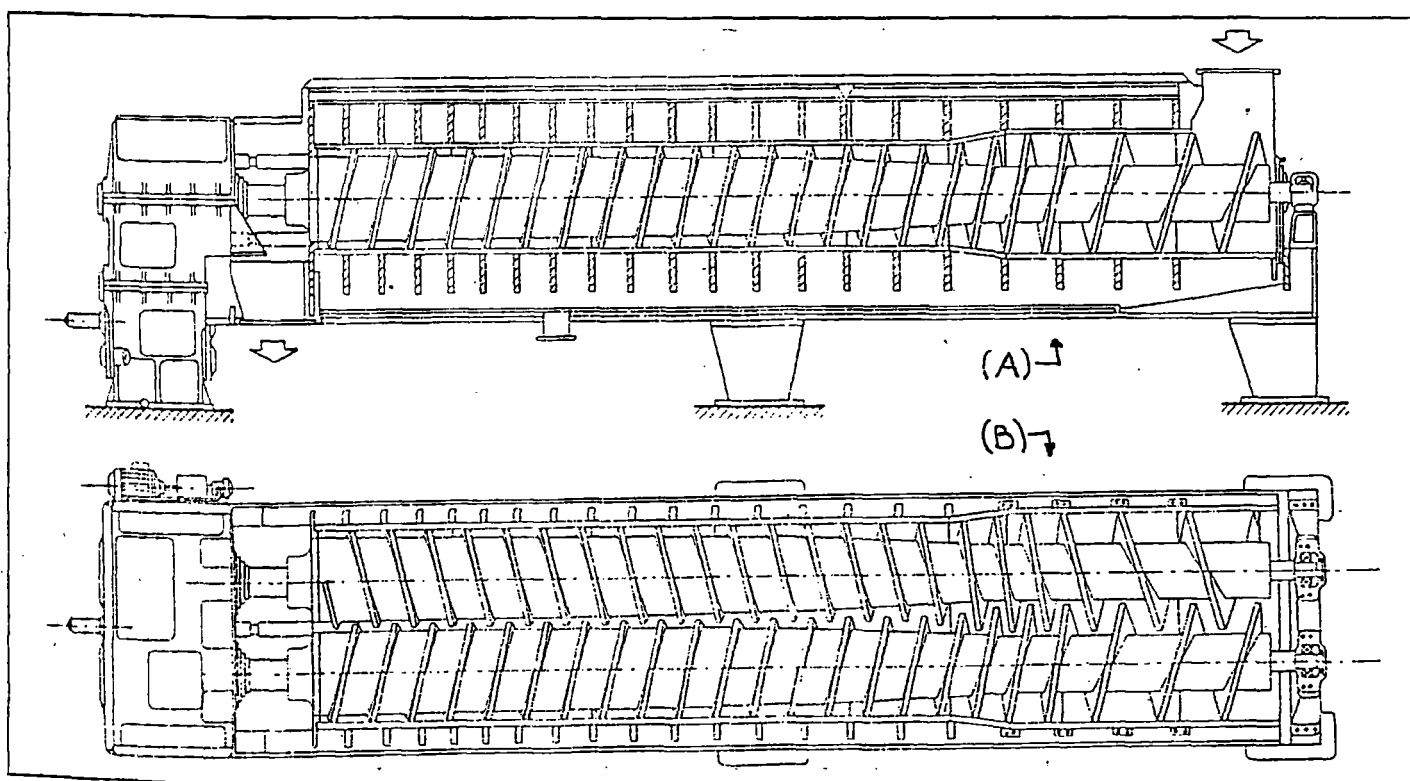
Όσον αφορά τη διάρκεια του μαγειρέματος δεν είναι ακριβώς καθορισμένη και εξαρτάται από τη θερμοκρασία. Πάντως, βάση εμπειρίας, αν η πρώτη ύλη μαγειρευτεί για λίγο χρόνο, τότε δε θα υπάρξει ικανοποιητική αποδέσμευση λίπους κατά τη συμπίεση. Αντίθετα αν η πρώτη ύλη μαγειρευτεί υπερβολικά, θα γίνει πολύ μαλακή κατά τη συμπίεση, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η αναλογία των αιωρούμενων σωματιδίων στα υγρά που προκύπτουν από τη συμπίεση, γεγονός που προκαλεί δυσκολίες στη μετέπειτα επεξεργασία.

2. Συμπίεση ή πρεσάρισμα (Pressing)

Ο κύριος διαχωρισμός στερεής και υγρής φάσης πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος. Μεγάλο μέρος όμως από την υγρή φάση (νερό και λίπος) που αποδεσμεύεται μπορεί να διαχωριστεί με αποστράγγιση. Αυτό επιτυγχάνεται όταν το μαγειρεμένο ψάρι μεταφέρεται στην πρέσα μέσω ενός κεκλιμένου διάτρητου μεταφορέα ή παλλόμενου μεταφορέα

(σουρωτήρι). Έτσι το μίγμα λίπους και νερού που περιέχει διαλυμένα και αιωρούμενα σωματίδια απομακρύνεται πριν το πρεσάρισμα. Η στραγγισμένη μάζα εισέρχεται στην πρέσα που αποτελείται βασικά από ένα κυλινδρικό θάλαμο διαμέσου του οποίου τα ψάρια μεταφέρονται με την έννοια ενός κοχλία (*tapered screw*). Η δράση του κοχλία καθορίζεται έτσι ώστε τα ψάρια να εκτίθενται σε διαδοχικά αυξανόμενη πίεση, μειώνοντας το διαθέσιμο σε αυτά χώρο κατά το πέρασμά τους από την πρέσα. Οι ποσότητες του υγρού που εξάγονται απομακρύνονται μέσω του περιστρεφόμενου κυλινδρικού θαλάμου που είναι διάτρητος.

Η πρέσα μπορεί να έχει μονό ή διπλό κοχλία. Στη μονή πρέσα το μειονέκτημα είναι ότι όταν το ψάρι είναι μαλακό, αυτό ολισθαίνει χωρίς να πιέζεται. Στη διπλή πρέσα (Εικόνα 4.1) δεν εμφανίζεται αυτό το μειονέκτημα και φυσικά προτιμάται, παρά το υψηλότερο κόστος.



Εικόνα 4.1. Α) Μονή πρέσα και Β) πρέσα με διπλό κοχλία.

Μετά από αυτό το στάδιο επεξεργασίας λαμβάνεται το λεγόμενο "συμπιεσμένο κέικ" (*press cake*). Το ποσοστό σε υγρασία ανέρχεται στο 55% και η περιεκτικότητα σε λίπος στο 3 - 4%. Η καλή ποιότητα του κέικ είναι το κύριο μέλημα κατά την επεξεργασία των ιχθυάλευρων και βασίζεται στο σωστό μαγείρεμα και την ποιότητα του ακατέργαστου υλικού. Αλλοιωμένα

αλιεύματα δυσκολεύουν τη διαδικασία του πρεσαρίσματος, λόγω της ημίρευστης κατάστασης στην οποία βρίσκονται, γεγονός που δεν οδηγεί στην παραγωγή σφικτής μάζας κέικ. Αυτό έχει δύο μειονεκτήματα: α) μειωμένη απόδοση κατά το στάδιο πρεσαρίσματος και β) εξαγωγή κακής ποιότητας υγρών. Η επίλυση του παραπάνω προβλήματος έγκειται στη χρήση καλής ποιότητας αλιευμάτων ή σε ορισμένες περιπτώσεις προσθήκη φορμαλδεϋδης για βελτίωση της στερεότητας.

3. Αποξήρανση (Drying)

Στη διαδικασία η συμπιεσμένη μάζα μαζί με το stickwater (υγρό που προέρχεται από τη φυγοκέντρηση της υγρής φάσης και περιέχει σημαντικές ποσότητες θρεπτικών συστατικών) ξηραίνεται και η υγρασία μειώνεται από το αρχικό 50% στο 8 - 10%. Το 10% της υγρασίας στα ιχθυάλευρα έρχεται σε ισορροπία με τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος που κυμαίνεται κάτω από 75% σε θερμοκρασία 20°C. Αυτό σημαίνει ότι οι μικροοργανισμοί δε βρίσκουν κατάλληλο υπόστρωμα για να αναπτυχθούν. Η μη αποξηραμένη συμπιεσμένη μάζα αποσυντίθεται τόσο γρήγορα ώστε δε θα ήταν ορθό να γινόταν η παραγωγή της πάνω σε αλιευτικό σκάφος στη θάλασσα και να μεταφερόταν για αποξήρανση στη στεριά. Η αποξήρανση μειώνει επίσης τον όγκο του κέικ και το βάρος του κατά το 40% του αρχικού και επιτρέπει την παραγωγή μιας σκόνης που μπορεί να αποθηκεύεται και να μεταφέρεται εύκολα. Αν το αλεύρι δεν ξηρανθεί αρκετά μπορεί να εμφανιστούν βακτήρια και να μειωθεί η διατροφική αξία του προϊόντος. Ενώ αν ξηρανθεί παραπάνω εκτός από την επιπλέον κατανάλωση ενέργειας, υπάρχει κίνδυνος να καταστραφεί το προϊόν.

Παλαιότερα η ξήρανση γινόταν στον αέρα. Αυτό είχε ως συνέπεια το αυξημένο ποσοστό τέφρας στο ιχθυάλευρο. Τώρα με τις νέες μεθόδους ξήρανσης το ιχθυάλευρο έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και λιγότερη σε τέφρα (Πίνακας 4.1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1

ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΑ	ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ (%)	ΛΙΠΗ (%)	ΤΕΦΡΑ (%)
1. Ξηραθέντα στον αέρα (παλαιά).	53.9	2.3	27.9
2. Ξηραθέντα στο αέρα (νέα).	49.8	1.4	34.8
3. Τεχνητής αποξήρανσης.	73.8	4.1	13.5

Υπάρχουν δύο τύποι αποξηραντήρων: ο άμεσος και ο έμμεσος. Ο άμεσος ξηραντήρας χρησιμοποιείται ευρύτατα σε μεγάλες βιομηχανίες επεξεργασίας ιχθυάλευρων όπου χρησιμοποιούνται ως πρώτη ύλη τα μικρότερα, πελαγικά, λιπαρά ψάρια. Τα πλεονεκτήματά του είναι μεγάλη χωρητικότητα, εύκολη χρήση και οικονομία στα καύσιμα. Το μειονέκτημά του δε, είναι η χρήση μεγάλων ποσοτήτων αέρα, άρα και μεγαλύτερα προβλήματα οσμών. Ο έμμεσος ξηραντήρας συνήθως λειτουργεί με ατμό ο οποίος είναι λιγότερο αποδοτικός κατά τη μεταφορά της θερμότητας, αλλά η διαδικασία είναι πιο λεπτή με λιγότερα προβλήματα οσμών.

Άμεσος ξηραντήρας

Ο άμεσος ξηραντήρας ή ξηραντήρας γυμνής φλόγας (*flame dryer*) αποτελείται από ένα μεγάλο περιστρεφόμενο σωλήνα μέσα στον οποίο το κέικ αναταράσσεται γρήγορα με ένα ρεύμα πολύ ζεστού αέρα σε θερμοκρασία εισαγωγής μέχρι και 600°C. Η ανατάραξη επιτυγχάνεται με την περιστροφική κίνηση του ξηραντήρα καθώς και από ένα αριθμό πτώσεων του υλικού που γίνεται με τη μορφή καταρράκτη ώστε να υπάρχει καλή επαφή του αέρα με το υλικό. Ο ζεστός αέρας παρέχεται από ένα ρεύμα αερίων από την καύση του ελαίου με επιπλέον διάχυση αέρα. Τα σωματίδια του υλικού δε φτάνουν αυτή την υψηλή θερμοκρασία διότι κατά τη γρήγορη εξάτμιση του νερού από την επιφάνεια κάθε σωματιδίου προκαλείται ψύξη λόγω απώλειας της θερμότητας. Η θερμοκρασία που φτάνει το αλεύρι είναι συνήθως γύρω στους 80°C. Κατά την ξήρανση με αυτό το σύστημα οποιαδήποτε επιμόλυνση του ζεστού αέρα (π.χ. από οξείδια του αζώτου και του θείου) μπορεί επίσης να επιμολύνει το αλεύρι. Γι' αυτό το λόγο πρέπει να χρησιμοποιείται ένα σχετικά καθαρό καύσιμο χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο και άζωτο και ο θάλαμος καύσης να ελέγχεται τακτικά για να διασφαλιστεί η πλήρης καύση του. Το τελευταίο είναι απαραίτητο από οικονομικής άποψης.

Η διεύθυνση κίνησης του συμπιεσμένου υλικού και του αέρα μέσα στον ξηραντήρα είναι η ίδια. Έτσι η γρήγορη ροή του ζεστού αέρα συνεισφέρει στη μεταφορά του ιχθυάλευρου μέσα στον ξηραντήρα. Γι' αυτό η ταχύτητα του αέρα πρέπει να ρυθμίζεται έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ο σωστός χρόνος παραμονής του προϊόντος. Συνήθως χρόνος παραμονής περίπου 15 min

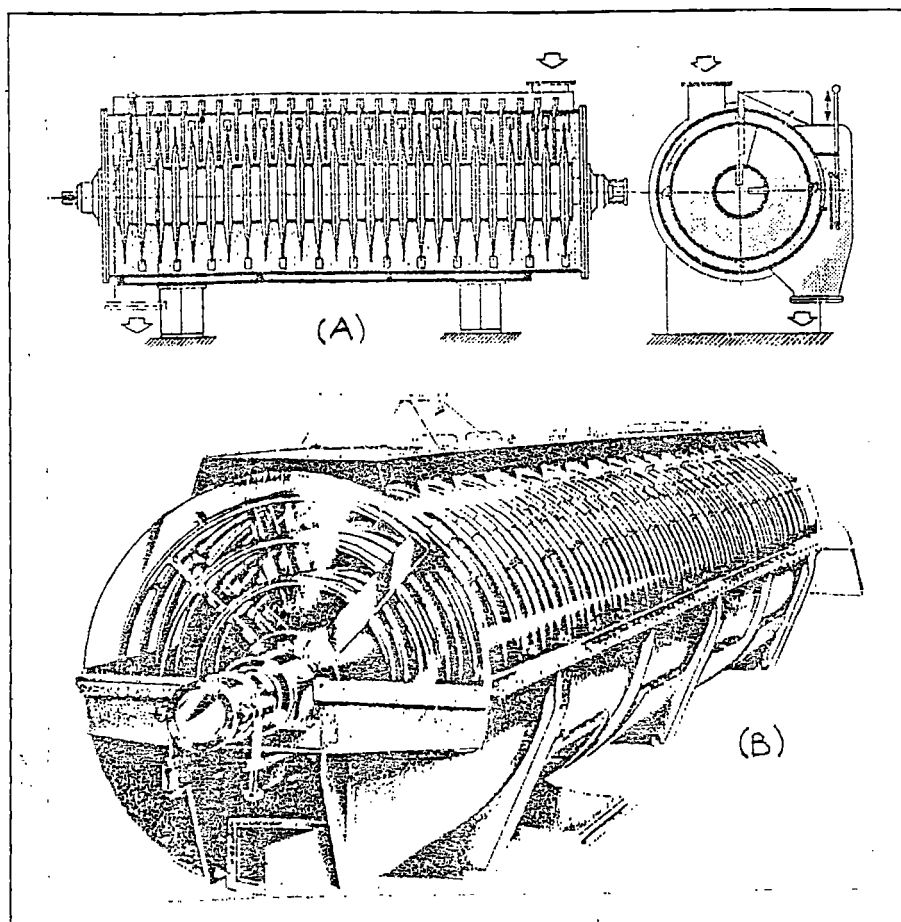
θεωρείται κανονικός. Η θερμοκρασία του εισαγόμενου αέρα ποικίλει ανάλογα με τον τύπο, την ποσότητα και την ποιότητα της πρώτης ύλης.

Σε κάποια φάση το συγκεντρωμένο stickwater πρέπει να προστεθεί στην πεπιεσμένη μάζα και να ξηρανθεί μαζί της. Το πρόβλημα είναι στο να εξασφαλιστεί η καλή μίξη και η αποφυγή συσσωμάτωσης του υγρού υλικού, το οποίο τείνει να κολλά πάνω στις ζεστές επιφάνειες. Έτσι το stickwater προστίθεται στην πεπιεσμένη μάζα είτε πριν την εισαγωγή της στον ξηραντήρα, ή μπορεί να προστεθεί σε μια μικρή ποσότητα ξηραμένου υλικού το οποίο στη συνέχεια θα αναμιχθεί με το υπόλοιπο υλικό. Μερικές φορές όταν χρησιμοποιούνται δύο άμεσοι ξηραντήρες σε σειρά το συγκεντρωμένο stickwater προστίθεται πριν την εισαγωγή του ιχθυάλευρου στον δεύτερο κατά σειρά ξηραντήρα.

Ο άμεσος ξηραντήρας χρησιμοποιείται στα μεγαλύτερα εργοστάσια επεξεργασίας ιχθυρών όπως του Περού και της Ν. Αφρικής, όπου ο γάβρος και η σαρδέλα είναι τα κύρια είδη που επεξεργάζονται. Ο άμεσος ξηραντήρας σπάνια χρησιμοποιείται για την επεξεργασία ψαριών με λευκή σάρκα ή για είδη μεγάλα σε μέγεθος. Η χωρητικότητά του είναι μεγάλη και υπάρχουν ξηραντήρες που μπορούν να χειριστούν 1000 τόνους πρώτης ύλης ανά 24 ώρες. Ενώ οι έμμεσοι ξηραντήρες με τέτοια χωρητικότητα δεν συνηθίζεται να κατασκευάζονται.

Έμμεσοι ξηραντήρες

Ο έμμεσος ξηραντήρας είναι ένας περιστρεφόμενος ξηραντήρας που αποτελείται από ένα μεγάλο τύμπανο στο οποίο αποξηραίνεται η πεπιεσμένη μάζα (Εικ.4.2), αλλά η θερμότητα μεταφέρεται έμμεσα με ατμό ή θερμαινόμενους με ζεστό αέρα δίσκους, σωλήνες και αντιστάσεις.



Εικόνα 4.2. Α) Περιστρεφόμενος δίσκος ξηραντήρα (ρότορας), Β) Ξηραντήρας ατμού.

Ένα ρεύμα αέρα διοχετεύεται μέσα στον ξηραντήρα για να αφαιρέσει τους υδρατμούς, αλλά ο αέρας αποθερμαίνεται και μεταφέρεται αντίθετα με την διεύθυνση του ιχθυάλευρου. Η περιστροφική κίνηση των δίσκων, των αντιστάσεων ή των σωλήνων μαζί με μια σειρά πτώσεων στον ξηραντήρα προκαλούν ανάδευση του ιχθυάλευρου κι έτσι πετυχαίνεται μια καλή ξήρανση. Λεπίδες ή ξύστρες χρησιμοποιούνται συχνά για να εμποδίσουν την συσσωμάτωση του προϊόντος.

Η θερμοκρασία της επιφάνειας αποξήρανσης έχει άμεση σχέση με τη θερμοκρασία του μέσου μεταφοράς της θερμότητας μέσα στους δίσκους, τις αντιστάσεις ή τους σωλήνες. Αυτό το μέσο αρχικά συνήθως είναι ο ατμός και η θερμοκρασία του καθορίζεται ανάλογα με την πίεση, η οποία εξαρτάται από το υλικό κατασκευής του ξηραντήρα. Παρ' όλα αυτά τα τελευταία χρόνια λαμβάνει χώρα η αποξήρανση σε χαμηλή θερμοκρασία (*low temperature drying*) που είναι πιο κοινή πλέον στη βιομηχανία. Έτσι όλο και περισσότερο

χρησιμοποιούνται έμμεσοι ξηραντήρες θερμού αέρα, κενού και υγρών (Sand and Burt, 1987).

Οι έμμεσοι ξηραντήρες είναι πιο περίπλοκες μηχανικές κατασκευές από τους άμεσους και είναι ανθεκτικότεροι στην πίεση. Οι πιέσεις ατμού που χρησιμοποιούνται είναι γύρω στις 6 atm με αντίστοιχη θερμοκρασία ατμού τους 170°C. Τα σωματίδια δε φτάνουν αυτή τη θερμοκρασία λόγω της γρήγορης εξάτμισης του νερού που δημιουργεί ψύξη. Αν κατά την περιστροφή το υλικό κολλήσει στην καυτή επιφάνεια του ξηραντήρα προκαλείται η απανθράκωσή του (κάψιμο), γεγονός που πρέπει να αποφεύγεται. Στους άμεσους ξηραντήρες δεν περιστρέφεται ο ίδιος ο κύλινδρος, αλλά μόνο ο ρότορας και οι σχετικοί δίσκοι. Ο χρόνος παραμονής στους έμμεσους ξηραντήρες είναι περίπου ο διπλάσιος σε σχέση με τους άμεσους, δηλαδή 30 min και περισσότερο. Ο αέρας μεταφέρεται αντίθετα με την κατεύθυνση του ιχθυάλευρου και παρέχεται από ανεμιστήρες. Έτσι ο ξηραντήρας έχει κενά ανάμεσα στους δίσκους του για να επιτρέπεται η διέλευση του αέρα.

Οι ξηραντήρες με αντιστάσεις ή σωλήνες έχουν τις ίδιες αρχές λειτουργίας, εκτός από το ότι οι δίσκοι αντικαθίστανται από ομόκεντρες αντιστάσεις που θερμαίνουν τον ατμό ή από επιμήκεις σωλήνες.

Και για τους δύο τύπους ξηραντήρων δεν υπάρχει μέχρι τώρα αξιόπιστη οργανοληπτική μέθοδος για τον καθορισμό της υγρασίας του υλικού που εξάγεται. Στους άμεσους ξηραντήρες υπάρχει η δυνατότητα συνεχούς παρακολούθησης της θερμοκρασίας από την έξοδο του αέρα, καθώς και ανατροφοδότησης αν υπάρχει απόκλιση από την καθορισμένη τιμή. Έτσι αποφεύγεται η καταστροφή των ιχθυάλευρων από τη θερμότητα.

Δεν έχει αποδειχθεί ότι υπάρχουν θρεπτικές διαφορές μεταξύ των προϊόντων άμεσου και έμμεσου ξηραντήρα. Η επιλογή τους εξαρτάται από τη φύση της πρώτης ύλης, το κόστος και τη διαθεσιμότητα των καυσίμων, την απαιτούμενη χωρητικότητα, το διαθέσιμο χώρο στο εργοστάσιο καθώς και τη δυνατότητα μείωσης της οσμής.

Οι βιομηχανίες ιχθυάλευρων μπορούν να χρησιμοποιήσουν και τους δύο τύπους ξηραντήρων. Ο άμεσος ξηραντήρας χρησιμοποιείται για να μειώσει την υγρασία του συμπιεσμένου υλικού στο 20 - 25%. Κατόπιν το υγρό

από τη φυγοκέντρωση (stickwater) προστίθεται μερικώς στο ξηραμένο υλικό, το οποίο στη συνέχεια αποξηραίνεται στον έμμεσο ξηραντήρα.

4. Άλεσμα (Grinding)

Το υλικό που βγαίνει από τους ξηραντήρες παρουσιάζει ένα εύρος μεγεθών, από μεγάλα κομμάτια εώς και σκόνη που διαφέρουν στη σύσταση. Ο σκοπός του αλέσματος είναι η δημιουργία ενός ομογενοποιημένου υλικού (σε κόκκους) απαλλαγμένου από ξένες ύλες και με καλή εμφάνιση, το οποίο μπορεί να ζυγιστεί, να συσκευαστεί, να μεταφερθεί και να χρησιμοποιηθεί σε σιτηρέσια ζώων. Πριν την άλεση ένα δονούμενο κόσκινο και ένας μαγνήτης αφαιρούν τις ξένες ύλες, όπως ξύλο, καρφιά, αγκίστρια, κ.α.

Είναι δύσκολο να αποφευχθεί η διαφοροποίηση στο μέγεθος των κόκκων του ιχθυάλευρου και οι περισσότεροι αγοραστές δε θα επιθυμούσαν να αγοράσουν ένα αλεύρι που περιέχει πολύ λεπτούς κόκκους σε μεγάλη αναλογία. Οι λόγοι γι' αυτό είναι οι απώλειες και τα προβλήματα που δημιουργεί η σκόνη. Η παραγωγή των λεπτών κόκκων μπορεί να μειωθεί με την εκτέλεση ενός προκοσκινίσματος πριν την άλεση έτσι ώστε το λεπτόκοκκο υλικό να μην αλεσθεί ξανά. Επίσης με αυτόν τον τρόπο εξοικονομείται ενέργεια κατά τη διαδικασία της άλεσης. Οι περισσότεροι αγοραστές απαιτούν αλεύρι με μέγεθος κόκκων όχι χοντρότερο των 2 mm ή λεπτότερο των 0.1 mm. Το συνήθες μέγεθος κόκκων είναι 0.365 mm με ένα εύρος από 0.147 εώς 1.651 mm.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι αλέσματος, αλλά ο θρυμματισμός είναι ο πιο κατάλληλος για την παραγωγή ιχθυάλευρων. Σε ένα θρυμματιστή περιστρεφόμενα τύμπανα (σφυριά) χτυπούν το ξηραμένο υλικό, το οποίο οδηγείται σε μια σχάρα. Το άνοιγμα του ματιού της σχάρας ποικίλει ανάλογα με το απαιτούμενο μέγεθος των κόκκων. Αυτός ο εξοπλισμός χρησιμοποιείται ευρέως και συνήθως δεν προκαλεί προβλήματα. Το μόνο μειονέκτημά του είναι ο θόρυβος που προκαλείται κατά τη λειτουργία του. Η μηχανή θρυμματισμού είναι εγκλεισμένη ανάμεσα σε τοίχους έτσι ώστε να μειώνεται ο θόρυβος και να προστατεύεται ο χώρος από τη σκόνη που προκαλεί το λεπτόκοκκο υλικό. Επίσης η τοποθέτηση της μηχανής γίνεται πάνω σε βάθρο έτσι ώστε να μειώνονται οι δονήσεις.

Οι μηχανές που φτιάχνουν pellets παράγουν ιχθυάλευρα με μέγεθος κόκκων 8 - 12 mm και με πυκνότητα όγκου 900 Kgr/m³. Τα pellets έχουν ορισμένα πλεονεκτήματα: ευκολότερη διαχείριση κατά τη συσκευασία, καλύτερη πλευστότητα και προκαλούν λιγότερη σκόνη κατά τη διαχείριση. Παρ' όλα αυτά είναι εξίσου επιρρεπή με τα ιχθυάλευρα στις υψηλές θερμοκρασίες.

Ακριβώς πριν ή κατά τη διάρκεια της άλεσης μερικά ιχθυάλευρα μεταχειρίζονται με αντιοξειδωτικά. Ορισμένα ιχθυάλευρα περιέχουν λίπη που είναι πολύ ευαίσθητα στην οξείδωση (π.χ. λίπη αντσούγιας και σαρδέλας). Το λίπος αντιδρά με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας και η προκαλούμενη θερμότητα από την αντίδραση μπορεί να αλλοιώσει τη θρεπτική αξία των ιχθυάλευρων. Γενικά όσο μεγαλύτερη τιμή ιωδίου έχει το λίπος, τόσο περισσότερο αντιοξειδωτικό χρειάζεται για να το σταθεροποιήσει. Η αιθοξυκίνη χρησιμοποιείται συχνά για τα ιχθυάλευρα. Η ποσότητα που απαιτείται ποικίλει, αλλά συνήθως βρίσκεται μεταξύ 400 - 1000 mgr/Kgr. Δεν υπάρχει ικανοποιητική μέθοδος ανίχνευσης του επιπέδου του αντιοξειδωτικού που προστέθηκε και γι' αυτό χρειάζεται έλεγχος ώστε να διασφαλιστεί η ομαλή ανάμιξη του με το αλεύρι.

Η εναλλακτική μέθοδος για σταθεροποίηση είναι η μεταχείριση του ιχθυάλευρου με σκοπό τη διάχυση της θερμότητας που εκλύεται κατά τη διάρκεια της οξείδωσης του περιεχόμενου λίπους. Αρχικά γίνεται ενσάκκιση του ιχθυάλευρου για 4 εβδομάδες περίπου. Μετά το τέλος αυτού του διαστήματος οι σάκκοι με το ιχθυάλευρο πρέπει να τοποθετηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπουν τη διάχυση της θερμότητας. Αν το ιχθυάλευρο αποθηκευθεί σε σωρούς πρέπει να ανακατεύεται περιοδικά και οι σωροί δεν πρέπει να ξεπερνούν το ύψος των 2.5 m. Πρέπει να εγκατασταθούν και θερμομέτρα σε απόσταση 3 m μεταξύ τους και κατά μήκος του σωρού χωμένα στο 1/3 της απόστασης από το πάτωμα. Η θερμοκρασία στο σωρό δεν πρέπει να ξεπερνά τους 35°C.

Επίσης γίνεται μια άλλη μεταχείριση κατά την οποία το αντιδρών λίπος αφαιρείται κατά διαστήματα από το ιχθυάλευρο. Το ιχθυάλευρο βγαίνοντας από τον ξηραντήρα απλώνεται σε μια ταινία και ψεκάζεται με έναν οργανικό διαλύτη, συνήθως εξάνιο. Ο διαλύτης απορροφά το λίπος μειώνοντας το ποσοστό του στο ιχθυάλευρο. Ο χρησιμοποιούμενος διαλύτης ανακτάται σε

μα ξεχωριστή μονάδα απόσταξης και το έλαιο που εξάγεται είναι συνήθως χαμηλής ποιότητας και προορίζεται για βιομηχανικές χρήσεις.

5. Προσθήκη αντιοξειδωτικών (Antioxidant addition)

Το αλεύρι μετά την ξήρανση ψύχεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και προστίθενται σ' αυτό διάφορα αντιοξειδωτικά για την πρόληψη της οξείδωσης από υπολείμματα λίπους. Η ποσότητα του αντιοξειδωτικού που απαιτείται για την αποφυγή αυτανάφλεξης ή καρβουνιάσματος (*spontaneous heating*) του ιχθυάλευρου, εξαρτάται από το βαθμό ακορεσμού του υπολείμματος λίπους στο αλεύρι και από τα είδη των ψαριών που επεξεργάστηκαν. Ιχθυάλευρα ψαριών του Βόρειου ημισφαιρίου, όπως ρέγγα και Capelin, απαιτούν χαμηλές συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικού διότι έχουν μικρό βαθμό ακορεσμού στα λίπη τους. Αντιθέτως όταν πρόκειται για ιχθυάλευρα ψαριών του Νότιου ημισφαιρίου (π.χ. σαρδέλα, Menhaden) οι δόσεις των αντιοξειδωτικών αυξάνονται (F.A.O., 1986).

Η σωστή επεξεργασία των ιχθυάλευρων είναι πολύ σπουδαία για την απόκτηση της μέγιστης προστατευτικής ικανότητας από την οξείδωση. Αυτό συνεπάγεται την προσθήκη της σωστής ποσότητας αντιοξειδωτικού στο αλεύρι, καθώς και την πολύ καλή ανάμιξη. Το κατάλληλο σημείο ανάμιξης κατά την επεξεργασία ποικίλει, αλλά γενικά αυτό προστίθεται αφού το αλεύρι έχει περάσει από τον ξηραντήρα, ώστε να μειωθούν οι επιδράσεις από την απόσταξη του ατμού καθώς και οι διαρροές του αντιοξειδωτικού λόγω πτητικότητας. Αυτόματοι έλεγχοι είναι απαραίτητοι για να διασφαλιστεί ότι ο ρυθμός προσθήκης του αντιοξειδωτικού είναι ίδιος με το ρυθμό που το αλεύρι περνά από την μεταφορική ταινία.

Είναι γεγονός ότι μερικά αντιοξειδωτικά πρέπει να προστίθενται πριν τον ξηραντήρα έτσι ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε οξείδωση. Τα υγρά αντιοξειδωτικά προστίθενται στο αλεύρι διαμέσου ενός μετρητή κι ενός συστήματος ψεκασμού, έτσι ώστε να αναμιγνύονται ομοιόμορφα με το προϊόν. Τα ξηρά αντιοξειδωτικά προστίθενται κατόπιν μέτρησης με διάφορα συστήματα ειδικά για να ανιχνεύουν μικρές ποσότητες χημικών σε μίγματα.

Η αιθοξυκίνη (6 - αιθοξυ - 2,2,4 τριμεθυλ - 1,2 διυδροκινολίνη) είναι το σημαντικότερο αντιοξειδωτικό που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία

ιχθυάλευρων. Η χρήση αυτής έχει εγκριθεί στις ζωικές τροφές σύμφωνα με τον Code of Federal Regulations (1982).

Στα άλευρα της σαρδέλας της Νότιας Αφρικής προστίθενται 400 ppm, στην αντσούγια 400 - 750 ppm και στη ρέγγα 700 ppm του αντιοξειδωτικού B.H.T. Το αντιοξειδωτικό προστίθεται κατά τη μεταφορά από τον ξηραντήρα στη μηχανή άλεσης ή λίγο πριν αυτά μπουν στον ξηραντήρα.

Άλλα αντιοξειδωτικά συνίστανται από συνεργιστικά μίγματα άλλων αντιοξειδωτικών, γαλακτωμάτων, αντικαταστατών μετάλλων που σήμερα χρησιμοποιούνται σε πολλά μέρη του κόσμου.

6. Αποθήκευση και αποστολή (Storage and Shipping)

Οι μέθοδοι αποθήκευσης του ιχθυάλευρου ποικίλουν, εξαρτώμενες από το κλίμα, το μέγεθος της παραγωγής και τις δυνατότητες μεταφοράς στην αγορά. Το ιχθυάλευρο πρέπει να αποθηκεύεται σε στεγανό και καλά αερισμένο μέρος και οι σάκκοι να μην αποθηκεύονται ο ένας πάνω στον άλλον.

Το μισό της παγκόσμιας παραγωγής ιχθυάλευρων αποθηκεύεται μαζικά σε υπόστεγα και σιλό. Όσον αφορά την αποθήκευση σε σιλό το ιχθυάλευρο πρέπει να αναδεύεται σε τακτά διαστήματα από τον πυθμένα προς την κορυφή. Επειδή το ιχθυάλευρο δεν έχει ιδιότητες ροής, τα σιλό πρέπει να είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε να διευκολύνεται η κίνηση του προϊόντος (F.A.O., 1986).

Ιχθυάλευρα που δε μεταφέρονται χύμα συνήθως συσκευάζονται σε πλαστικούς ή χάρτινους σάκκους. Η επιλογή της συσκευασίας εξαρτάται από τον τύπο του ιχθυάλευρου, τον τρόπο μεταφοράς, την απόσταση, τις πιθανές συνθήκες μεταφοράς και τις προτιμήσεις των αγοραστών. Η συσκευασία εν κενό σε αδιάβροχους σάκκους έχει το πλεονέκτημα της ελαχιστοποίησης της οξείδωσης και ελάχιστης οσμής του προϊόντος. Όμως τρυπούν εύκολα, γλιστρούν και γι' αυτό δεν μπορούν να στοιβαχτούν. Οι σάκκοι τύπου hessian δεν είναι αδιάβροχοι, ούτε αεροστεγείς και είναι λιγότερο ανθεκτικοί στην επιμόλυνση, αλλά στοιβάζονται καλά και σταθερά. Οι χάρτινες σακούλες επίσης είναι μια καλή λύση όταν ενισχύονται με πολυαιθυλένιο. Οι σάκκοι πριν αποθηκευτούν σε σωρούς τοποθετούνται για μερικές ημέρες σε σειρές.

Αυτή η περίοδος «αναμονής» έχει διάρκεια περίπου 28 ημέρες. Οι σάκκοι συνήθως περιέχουν 50 Kgr ιχθυάλευρο.

7. Εναλλακτικές μέθοδοι

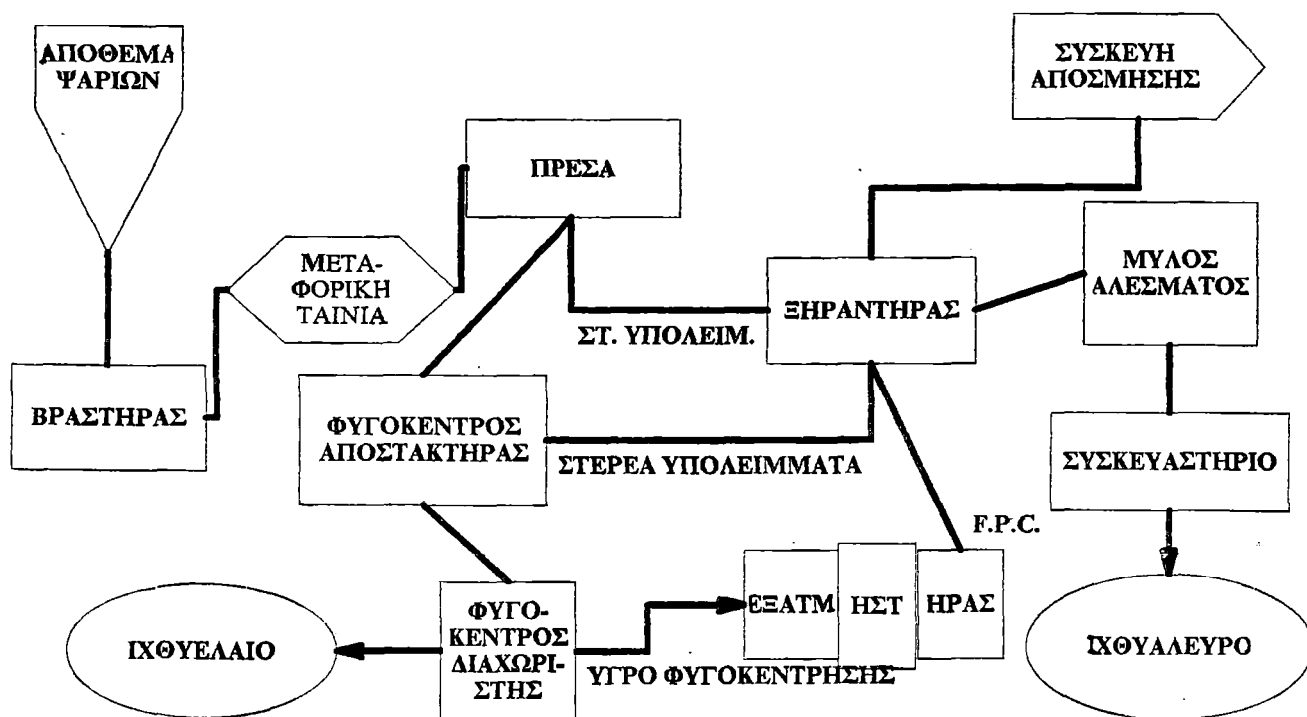
Σχεδόν όλα τα ιχθυάλευρα παράγονται με τη γενική μέθοδο που περιγράφηκε, αλλά υπάρχουν και μερικές ποικιλομορφίες, για παράδειγμα το μέσο θερμότητας σε βραστήρες και αποξηραντήρες μπορεί να μην είναι ο ατμός, αλλά ο ζεστός αέρας. Τα πλεονεκτήματα αυτού είναι η οικονομία στη θερμότητα, λιγότερος απαιτούμενος χώρος, επομένως λιγότερη κατανάλωση νερού. Όμως οι ξηραντήρες πρέπει να λειτουργούν με ατμό, επομένως δε μπορούμε να αποφύγουμε τελείως τη χρήση του.

Επίσης είναι γεγονός ότι μερικά είδη βράζουν καλύτερα σε χαμηλές θερμοκρασίες και σ' αυτή την περίπτωση ο βραστήρας πρέπει να λειτουργεί με ζεστό νερό και όχι με ατμό.

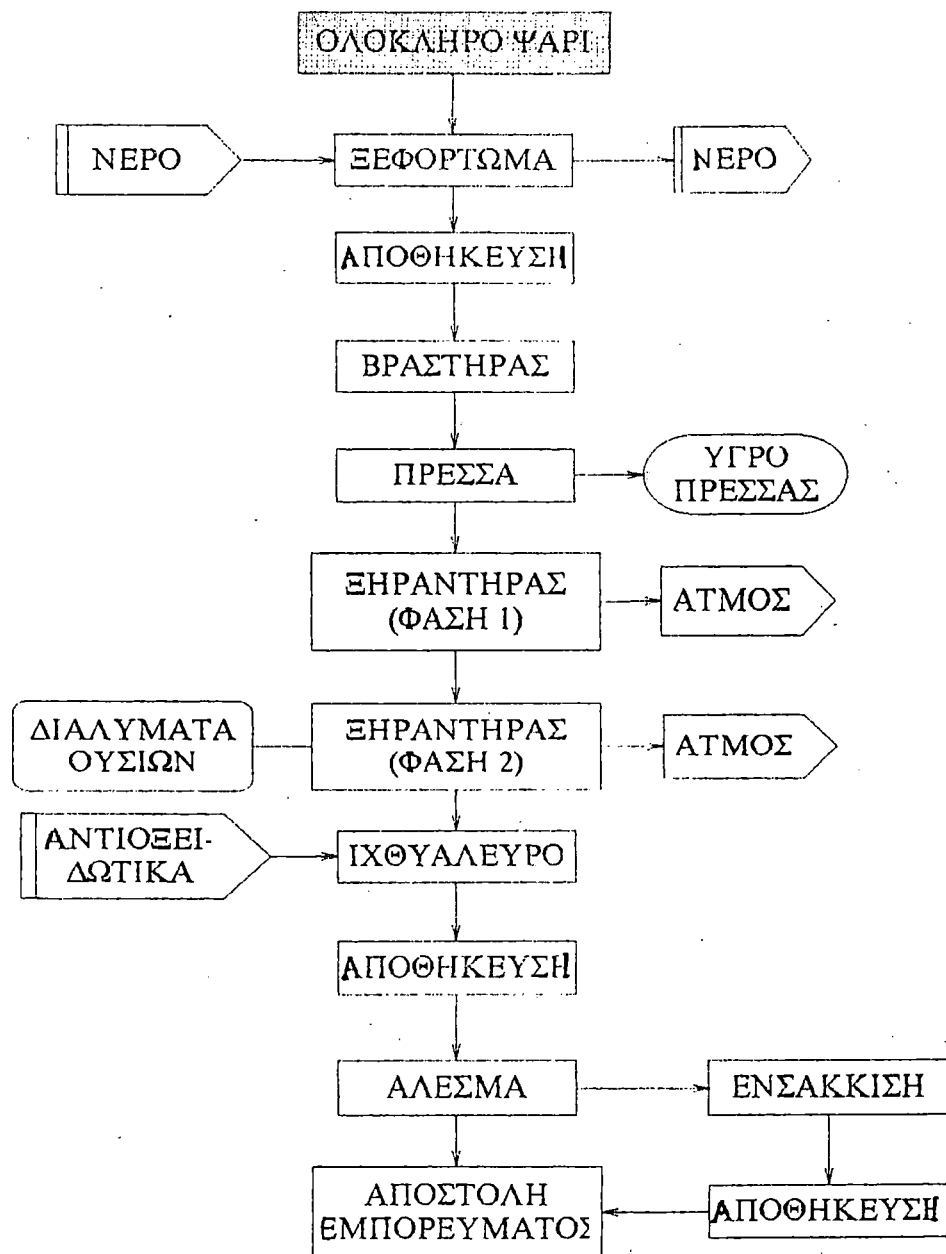
Μια άλλη ιδέα είναι να μη χρησιμοποιείται η πρέσσα και η διαδικασία αφαίρεσης του νερού και του ελαίου να γίνεται με φυγοκεντρικό αποστακτήρα (*decanter centrifuge*). Η αρχή λειτουργίας του είναι αυτή που περιγράφηκε προηγουμένα, με τη διαφορά ότι χειρίζεται το σύνολο των στερεών των βραστήρων. Τα πλεονεκτήματά του είναι ότι έχει μικρότερο βάρος από την πρέσσα, καθαρίζεται πολύ πιο εύκολα και μπορεί να χειριστεί μια ρευστή βρασμένη μάζα (π.χ. από ψάρια κακής ποιότητας) την οποία η πρέσσα δε θα μπορούσε να χειριστεί. Επίσης επιτυγχάνονται υψηλότερες αποδόσεις σε έλαιο από χαμηλής ποιότητας πρώτη ύλη. Τα μειονεκτήματα της αντικατάστασης της πρέσσας με ένα φυγόκεντρο αποστακτήρα είναι συνήθως το κόστος και η ανάγκη της πολτοποίησης όλης της πρώτης ύλης, πριν το βρασμό, με επιπρόσθετο κόστος. Επιπλέον τα στερεά από ένα φυγόκεντρο αποστακτήρα συχνά έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε νερό από τη συμπιεσμένη μάζα στην πρέσσα, αυξάνοντας έτσι το κόστος ξήρανσης. Οσον αφορά την ξήρανση των ιχθυάλευρων αυτή μπορεί να γίνει με ζεστό αέρα χωρίς βρασμό, πίεση ή φυγοκέντρωση. Αυτό είναι κατάλληλο μόνο για πρώτη ύλη χωρίς λίπος και μερικές φορές χρησιμοποιείται για την ξήρανση υπολειμμάτων γαρίδας. Ένα εργοστάσιο που επεξεργάζεται εντόσθια ψαριών με λευκή σάρκα δε χρειάζεται να έχει στάδιο αφαίρεσης του ελαίου και σε

αυτή την περίπτωση μια σειρά κυλινδρικών ξηραντήρων με ατμό είναι επαρκής.

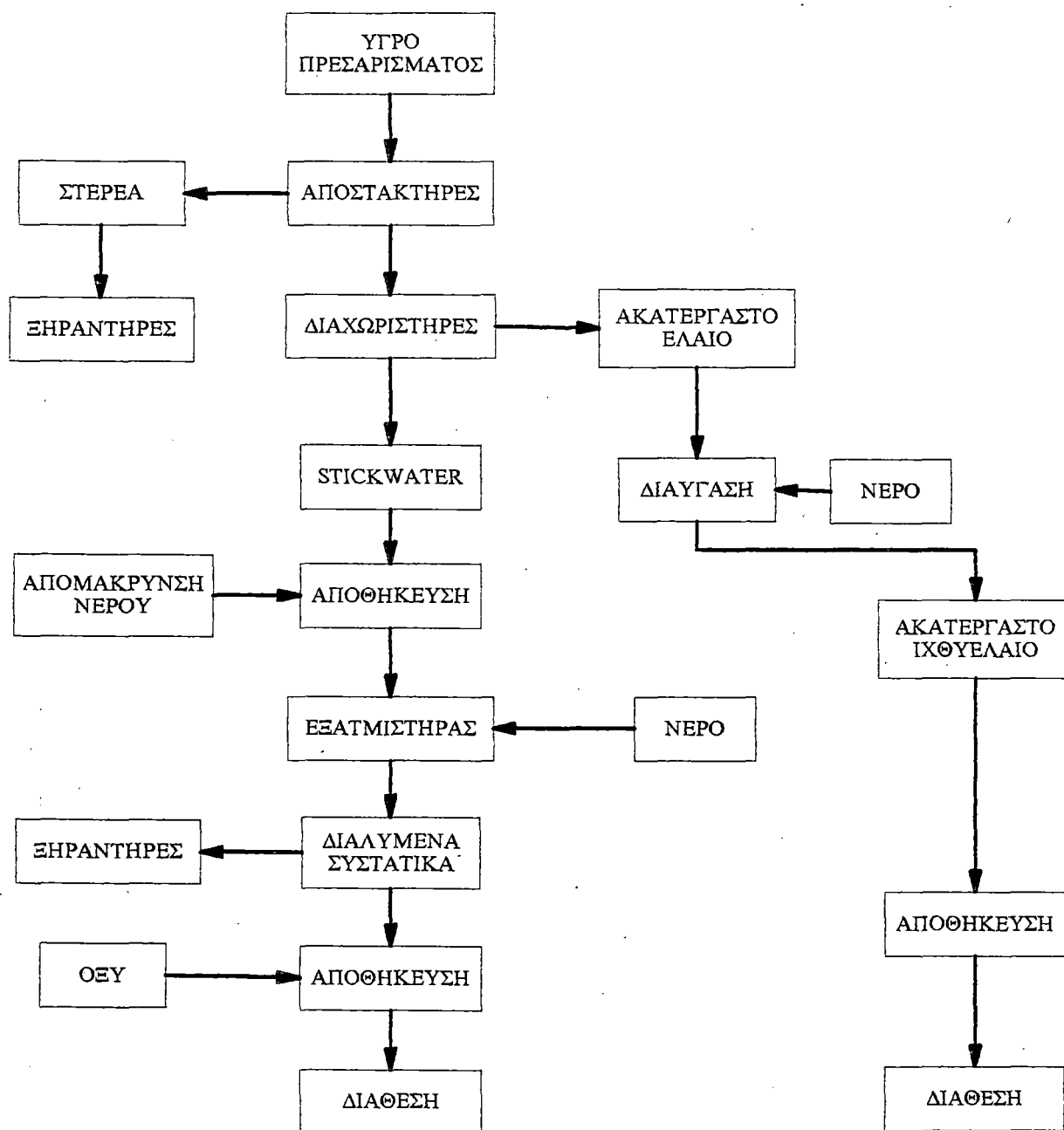
Στην πράξη όμως η παραγωγή ιχθυάλευρων βασίζεται στις αρχές της υγρής αναγωγής.



Σχήμα 1. Βασική διαδικασία παραγωγής ιχθυαλεύρων



Σχήμα 2. Διαδικασία παραγωγής στερεών στη μέθοδο της υγρής αναγωγής



Σχήμα 3. Διάγραμμα μεταχείρισης των υγρών κατά τη μέθοδο της υγρής αναγωγής

B. ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ (LIQUID FLOW)

Κατά τη διαδικασία του πρεσσαρίσματος παράγονται δύο προϊόντα: το κέικ και το υγρό. Το κέικ χρησιμοποιείται, όπως αναφέρθηκε, για την παραγωγή ιχθυάλευρου. Το υγρό που προέρχεται από τη συμπίεση του μαγειρεμένου ψαριού περιέχει χονδρά κομμάτια ψαριού και κόκκαλα, τα οποία πρέπει να αφαιρούνται πριν τη φυγοκέντρησή του. Έτσι αυτό περνά από ένα κινούμενο κόσκινο με διάμετρο όπών 5 - 6 mm. Ο διαχωρισμός του υγρού πρεσσαρίσματος (*press water*) γίνεται σε 3 στάδια και συνεπάγεται τη χρήση:

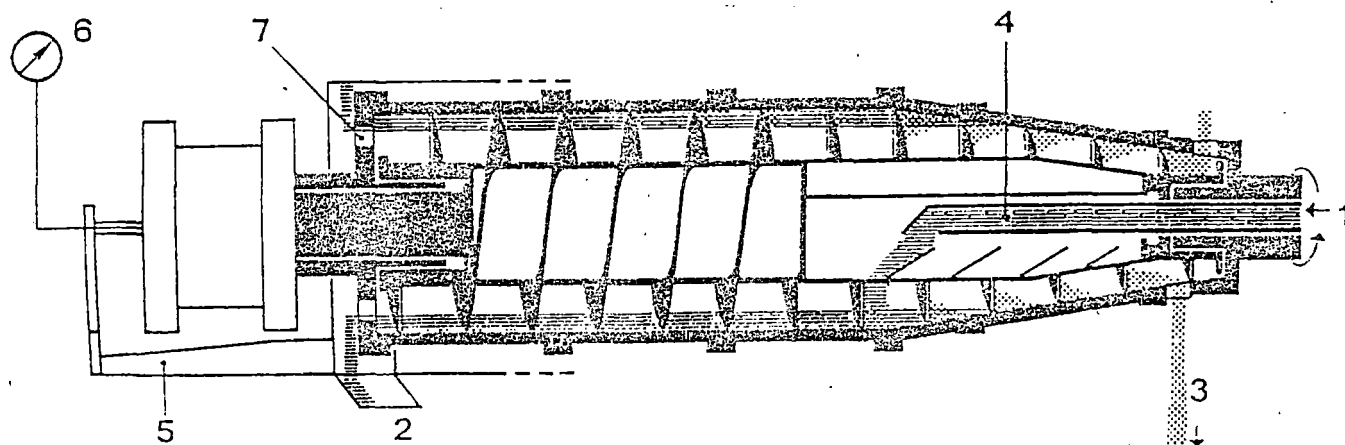
1. Αποστακτήρων (*decanters*), οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή λεπτών στερεών, συμπεριλαμβανομένης και της άμμου, από το υγρό πρεσσαρίσματος, με σκοπό να αποκτηθεί το υγρό που προορίζεται για φυγοκέντρωση.
2. Συσκευών φυγοκέντρωσης (*separators*), οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή όσο το δυνατό περισσότερου ελαίου από το υγρό πρεσσαρίσματος κι έτσι παράγεται το λεγόμενο *stickwater* (υγρό που περισσεύει από τη φυγοκέντρωση).
3. Μηχανών καθαρισμού και διαύγασης (*purifiers and polishers*), οι οποίες χρησιμοποιούνται για την αφαίρεση των τελικών ποσοτήτων υγρασίας και ξένων υλών από το έλαιο πριν αυτό αντληθεί προς αποθήκευση.

Σε μερικές βιομηχανίες υπάρχει επίσης ένα τέταρτο βήμα: η μεταγενέστερη εξαγωγή ελαίου (*deoiling*) από διαλύματα κατόπιν μερικής εξατμίσεως (Bimbo, 1987A).

1. Απομάκρυνση στερεών (*Solids removal*)

Το υγρό που προκύπτει από το πρεσάρισμα είναι ένα μίγμα νερού, λίπους και στερεών σωματιδίων. Η σύνθεση ενός χαρακτηριστικού υγρού πρεσαρίσματος περιλαμβάνει 78% νερό, 6% στερεά σωματίδια και 16% έλαιο. Τα στερεά σωματίδια είναι είτε διαλυμένα, είτε με τη μορφή ιζήματος. Πρώτα από το υγρό πρεσσαρίσματος απομακρύνονται τα χονδρά κομμάτια των στερεών υλών. Αυτό ύστερα τοποθετείται σε ένα φυγοκεντρικό αποστακτήρα όπου γίνεται ο τελικός διαχωρισμός των αιωρούμενων στερεών σωματιδίων. Εάν το ακατέργαστο υλικό είναι χαμηλής ποιότητας, θα πρέπει να γίνει

επιπλέον διαχωρισμός της λασπώδους φάσης (*sludge phase*). Ο φυγόκεντρος αποστακτήρας αποτελείται από έναν κύλινδρο με μοτέρ και φέρει εσωτερικά κυλινδρικό περιστρεφόμενο μεταφορέα (Εικόνα 4.3). Με τη φυγοκέντρωση το υγρό πιεστηρίου περνά στην περιφέρεια του περιστρεφόμενου κυλίνδρου, όπου τα στερεά σωματίδια κινούνται προς την εξωτερική επιφάνεια και με το μεταφορέα μεταφέρονται έξω από το σύστημα. Ο μεταφορέας τρέχει βάση ενός χαμηλότερου επιταχυντή απ' ότι ο κύλινδρος και διαμέσου ενός συνδυασμού επιτάχυνσης και όγκου υγρού επιτυγχάνεται η αφαίρεση των στερεών σωματιδίων. Το σύστημα είναι έτσι ρυθμισμένο ώστε τα στερεά σωματίδια να απομακρύνονται, ενώ διυλίζεται το υγρό. Τα στερεά σωματίδια συλλέγονται, προστίθενται στο κέικ και ξηραίνονται (Bimbo, 1987A).



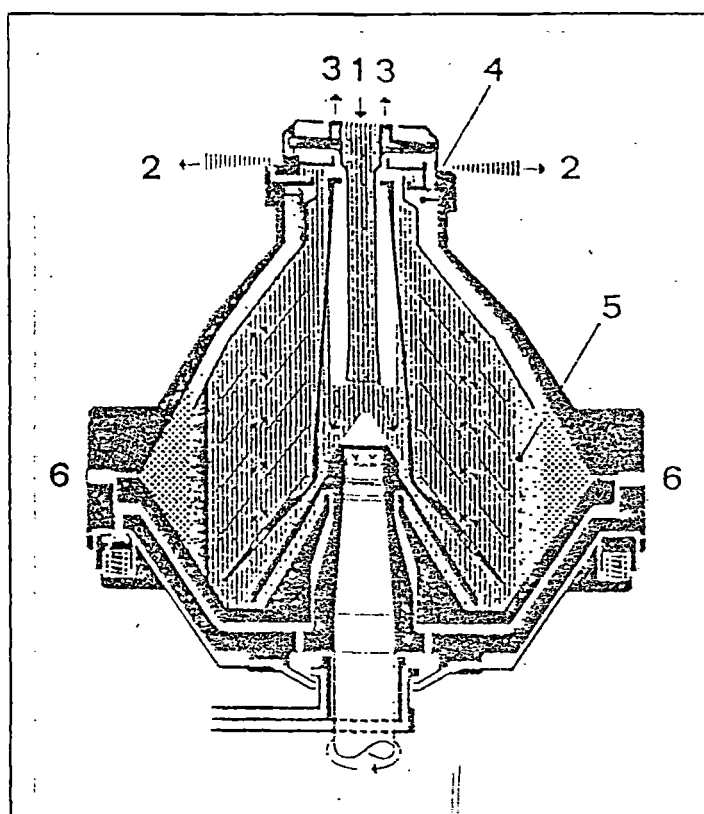
Εικόνα 4.3. Φυγόκεντρος αποστακτήρας. 1) Press water 2) Εξαγωγή υγρής φάσης 3) Εξαγωγή στερεής φάσης 4) Ρυθμιζόμενος κύλινδρος εισαγωγής 5) Στρόφομετρο 6) Επίπεδοι δίσκοι.

2. Διαχωρισμός ελαίου - υγρής φάσης με φυγοκέντρωση (Separation)

Το υγρό πρεσαρίσματος που εκρέει μετά από το διαχωρισμό των στερεών, εισάγεται με μια αντλία σε δεξαμενή. Κατόπιν αυτό θερμαίνεται αν είναι απαραίτητο κι έπειτα είτε με τη βαρύτητα, είτε με αντλία ρέει προς τις μηχανές φυγοκέντρωσης. Σήμερα οι μηχανές φυγοκέντρωσης είναι υψηλής χωρητικότητας μηχανήματα ικανά να κρατούν πολλές φορές περισσότερο όγκο υγρού την ώρα απ' ότι τα μηχανήματα που είχαν εφευρεθεί από τον

Smith το 1940. Οι μηχανές φυγοκέντρησης είναι αυτοκαθαριζόμενες βάση ενός αισθητήρα ή χρονοδιακόπτη που καθορίζουν πότε πρέπει, κατά τη διάρκεια του διαχωρισμού, να "αδειάσουν" τα συσσωρευμένα στερεά. Κατά το διάστημα του διαχωρισμού παίρνουμε 3 φάσεις του υγρού πρεσσαρίσματος: την ελαιώδη φάση, την υγρή φάση και τη λασπώδη φάση.

Η μηχανή φυγοκέντρησης αποτελείται από 2 κωνικούς δίσκους που βρίσκονται ο ένας πιο ψηλά από τον άλλον σε απόσταση 0.5 - 2 mm μεταξύ τους και συνδέονται με τέτοιο τρόπο ώστε το υγρό να μπορεί να κινείται διαμέσου των δίσκων (Εικόνα 4.4). Ο διαχωρισμός του ελαίου και του stickwater επιτυγχάνεται με συνεχείς φυγοκεντρήσεις. Το υγρό εισέρχεται στο κέντρο της μηχανής και η ενδιάμεση φάση ελαίου και νερού παραμένει στο κέντρο και διαχωρίζεται αφού το stickwater κινείται στην περιφέρεια. Η διαδικασία διαχωρισμού μπορεί να ρυθμιστεί έτσι ώστε να αποτελείται από δύο φάσεις (απουσία της ενδιάμεσης φάσης).



Εικόνα 4.4. Κάθετη τομή μηχανήματος φυγοκέντρησης με δίσκους. 1) Τροφοδότηση 2) Εξαγωγή ελαίου 3) Εξαγωγή νερού 4) Σύστημα καθορισμού της κλίσης των δίσκων 5) ενδιάμεση φάση 6) Απομάκρυνση στερεών.

3. Διαύγαση και καθαρισμός του ελαίου (Polishing and Purifing)

Το έλαιο μετά το διαχωρισμό φυγοκεντρείται επιπλέον για να απομακρυνθούν πλήρως τα σωματίδια και τα υδάτινα κλάσματα που μπορεί να προκαλέσουν γρηγορότερη αλλοίωση κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Προστίθεται ζεστό νερό στο έλαιο που εξάγει τις εναπομείναντες ακαθαρσίες και ο διαχωρισμός επιτυγχάνεται με φυγοκέντρωση και προσεκτικό έλεγχο της θερμοκρασίας, διότι το ειδικό βάρος του ελαίου και των ακαθαρσιών εξαρτάται από αυτή. Μια τιμή θερμοκρασίας περίπου 95°C είναι κατάλληλη κατά την τροφοδοσία της μηχανής φυγοκέντρωσης.

Το ιχθυέλαιο οδηγείται σε δεξαμενές όπου ελέγχεται και πωλείται για διάφορες χρήσεις. Το ακατέργαστο έλαιο μπορεί επίσης να ραφιναριστεί επιπλέον, να επεξεργαστεί και να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή άλλων προϊόντων και βιομηχανικών πρώτων υλών (Bimbo, 1988A, 1989B).

4. Εξάτμιση του stickwater (Evaporation)

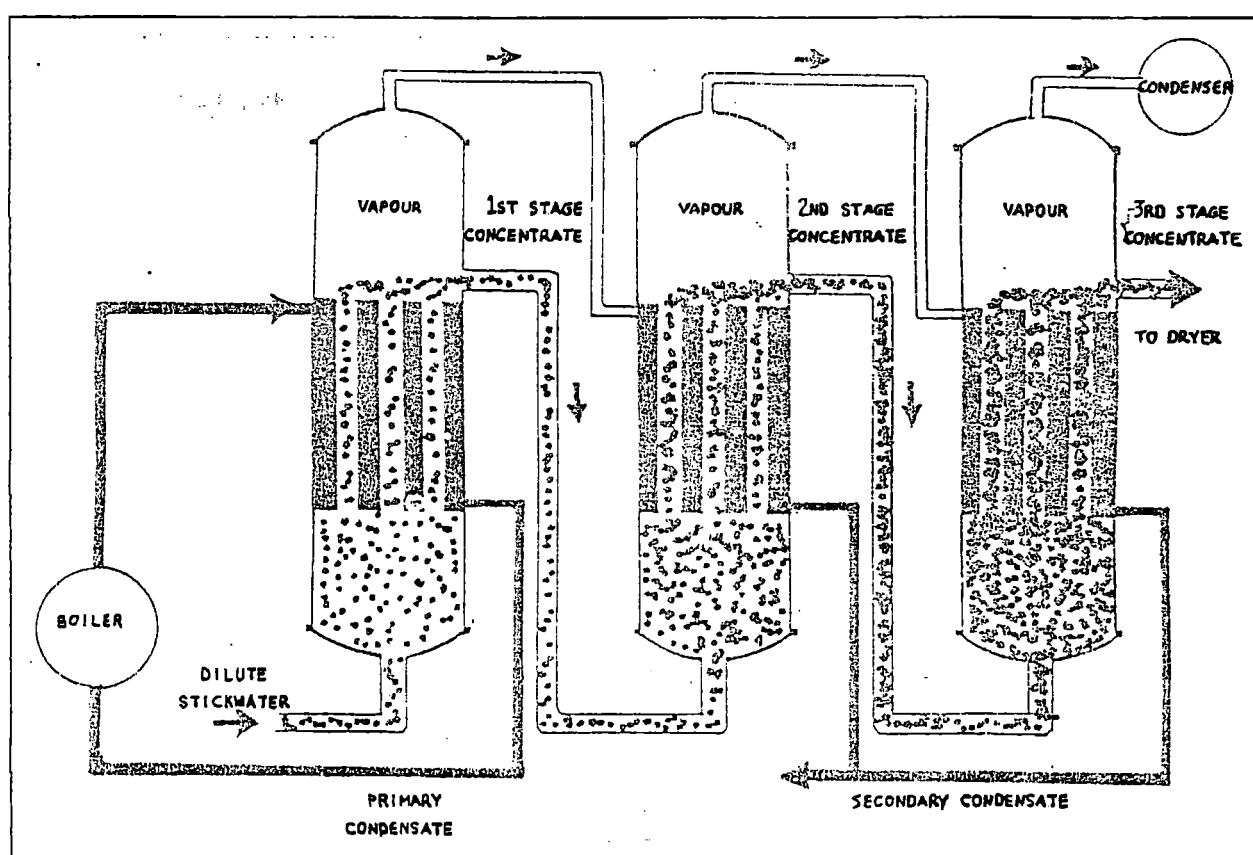
Το stickwater είναι το υγρό που προέρχεται από τη φυγοκέντρωση και περιέχει σημαντικές ποσότητες θρεπτικών συστατικών. Αυτό έχει πολύ μικρή συγκέντρωση σε έλαιο (κάτω του 0.5%) και περιέχει γύρω στο 5% στερεά σωματίδια. Το stickwater ωστόσο αποτελεί το 50% του αρχικού βάρους των ακατέργαστων ψαριών. Εξάλλου το 20% των στερεών σωματιδίων στο τελικό ιχθυάλευρο προέρχεται από το stickwater.

Η εξάτμιση είναι οικονομική από άποψη κατανάλωσης ενέργειας και ανάκτησης υλικού όταν δεν προκαλείται καταστροφή των πρωτεϊνών και των βιταμινών λόγω της θερμότητας.

Έτσι λοιπόν το stickwater το οποίο είναι πλούσιο σε διαλυμένες πρωτεΐνες και βιταμίνες αποθηκεύεται σε μεγάλες δεξαμενές κι έπειτα αντλείται προς τους εξατμιστήρες κενού (*vacuum evaporators*) όπου συμπυκνώνεται το 50% των στερεών. Αυτή η συμπύκνωση καλείται fish solubles. Σήμερα και οι εξατμιστήρες υψηλής ταχύτητας - πολλαπλής επίδρασης (*high speed - multi effect evaporators*) και οι εξατμιστήρες υποβίβασης (*falling - film evaporators*) (Εικόνα 4.5) είναι ικανοί να παρέχουν προϊόντα πολύ γρήγορα κι έτσι εξασφαλίζεται η φρεσκότητα αυτών κατά την προσθήκη τους στα ιχθυάλευρα.

Το συμπυκνωμένο stickwater μπορεί έπειτα να προστεθεί στο κέικ και να ξηραθεί δίνοντας έτσι το ολοκληρωμένο αλεύρι. Μπορεί επίσης με φυγοκέντρωση να απελαιωθεί για περαιτέρω εξαγωγή του περιεχόμενου λίπους με επανασυγκέντρωση του 50% των στερεών σε pH 4.2, τα οποία πωλούνται ως σύμπηκτα ψαριού (*condensed fish solubles*).

Αναλυτικά η συμπύκνωση του stickwater πραγματοποιείται με μια πολύ αποτελεσματική εξάτμιση, όπου αρχικά αυτό διέρχεται από θερμαινόμενους χώρους. Ο ατμός που παράγεται από αυτήν την εξάτμιση συλλέγεται και χρησιμοποιείται στα επόμενα στάδια ως μέσο θέρμανσης (Εικόνα 4.5).



Εικόνα 4.5. Απεικόνιση ενός εξατμιστήρα τριπλής επίδρασης.

Οι εξατμιστήρες πολλαπλής επίδρασης περιλαμβάνουν συνήθως 3 στάδια. Περισσότερα από 3 στάδια επίδρασης έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους, αλλά και την αύξηση της απόδοσης. Γενικά ο ατμός που καταναλώνεται στο δεύτερο, στο τρίτο και στο τέταρτο στάδιο εξάτμισης είναι περίπου 0.6, 0.4 και 0.3 Kgr ατμού για κάθε Kgr νερού που εξατμίζεται, αντίστοιχα.

Έτσι ο εξάτμιστής τροφοδοτείται με stickwater στο πρώτο στάδιο με πίεση λίγο μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική. Σταδιακά η πίεση μειώνεται ώστε το τελευταίο στάδιο συμπύκνωσης να πραγματοποιηθεί υπό κενό. Η τροφοδοσία μπορεί να γίνει κατά το δεύτερο στάδιο όπου η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη. Η συμπύκνωση όμως που πραγματοποιείται στην υψηλότερη θερμοκρασία (πρώτο στάδιο) προσφέρει το πλεονέκτημα του περιορισμού του χρόνου συμπύκνωσης και καταστρέφει τυχόν παθογενή βακτήρια.

Μερικές φορές το stickwater φυγοκεντρείται για να αποδώσει λάδι. Αυτό γίνεται διότι η διαφορά πυκνότητας μεταξύ ελαίου και υδάτινου κλάσματος είναι πιο διακριτή. Όταν χρησιμοποιείται αυτή τεχνική, γίνεται εκ των προτέρων μια φυγοκέντρηση και κατόπιν πραγματοποιείται το δεύτερο στάδιο εξάτμισης. Το έλαιο που αποσπάται είναι συνήθως χαμηλότερης ποιότητας απ' ό,τι αυτό που διαχωρίζεται πριν την επεξεργασία της εξάτμισης και θα πρέπει να αποθηκευτεί ξεχωριστά.

Το μόνο πρόβλημα που μπορεί να εμφανιστεί κατά την διάρκεια της εξάτμισης είναι η επικάλυψη της επιφάνειας των κάδων εξάτμισης, γεγονός που οδηγεί στη μείωση της μεταβίβασης της θερμότητας. Έτσι πρέπει να γίνεται συχνός καθαρισμός της επιφάνειας των κάδων εξάτμισης ή αυτοί μπορεί να είναι κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο ατσάλι στο οποίο δεν παρατηρείται διάβρωση και καθαρίζεται ευκολότερα. Ο καθαρισμός μπορεί να γίνει είτε με μηχανικό τρόπο χρησιμοποιώντας ράβδους, είτε χημικώς με χρήση καυστικής σόδας σε συγκέντρωση 12% : 5% σε θερμοκρασία 80°C για 2 ώρες. Ο χώρος εξάτμισης θα πρέπει να ξεπλένεται καλά πριν να ξαναχρησιμοποιηθεί.

5. Αποθήκευση ιχθυελαίου (Storage)

Αυτό που συνίσταται είναι το έλαιο να ψύχεται πριν τοποθετηθεί στις δεξαμενές αποθήκευσης. Η τοποθέτηση γίνεται από τον πυθμένα προς τα πάνω. Το καμένο έλαιο και το νερό που καθιζάνει στη δεξαμενή πρέπει να αφαιρείται έτσι ώστε να αποτρέπεται η αύξηση των ελεύθερων λιπαρών οξέων που επιδρούν αρνητικά στην ποιότητα του ελαίου. Ο λόγος αύξησης των ελεύθερων λιπαρών οξέων είναι η διάσπαση της τριγλυκερίνης από την παρουσία βακτηρίων και άλλων μικροοργανισμών στο καμένο έλαιο.

Το θείο είναι ακόμη ένα συστατικό που είναι ανεπιθύμητο για τους αγοραστές. Ο λόγος γι' αυτό είναι ότι κατά τη διάρκεια της στερεοποίησης των ιχθυελαίων χρησιμοποιείται ο παραδοσιακός καταλύτης νικελίου και το θείο περιορίζει το χρόνο δράσης του καταλύτη, λειτουργώντας σαν ένας ανασταλτικός καταλύτης. Ο κύριος λόγος για το υψηλό επίπεδο του θείου στο ιχθυέλαιο είναι η αύξησή του στο κλάσμα του λίπους κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης της πρώτης ύλης πριν την επεξεργασία. Αυτό μπορεί να μειωθεί ή να παρεμποδιστεί με τη γρήγορη επεξεργασία των ψαριών ή κρατώντας αυτά σε χαμηλή θερμοκρασία.

Ο διαχωρισμός του stickwater από το ιχθυέλαιο συγκρατεί σε χαμηλή συγκέντρωση το θείο στο ανακτημένο έλαιο. Έτσι προτιμάται να απομακρύνεται ποσότητα ελαίου πριν την εξάτμιση του stickwater, διότι έτσι μειώνεται επιπλέον το επίπεδο του ελαίου στο αλεύρι. Οι ποσότητες αυτές του ελαίου αποθηκεύονται σε ξεχωριστές δεξαμενές και δεν αναμιγνύονται με το καλής ποιότητας έλαιο που λαμβάνεται από τη φυγοκέντρηση του υγρού πρεσαρίσματος.

6. Στερεοποίηση ιχθυελαίου (Hardening)

Τα ιχθυέλαια είναι επιρρεπή στην οξείδωση λόγω των ακόρεστων δεσμών που παρουσιάζονται στα λιπαρά τους οξέα. Η χρήση της υδρογόνωσης των ακόρεστων δεσμών οδηγεί στη δημιουργία κορεσμένων δεσμών και επομένως στη στερεοποίηση του ιχθυελαίου. Το στερεοποιημένο ιχθυέλαιο έχει αποδεκτό άρωμα και σταθερές ιδιότητες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κατανάλωση από τον άνθρωπο.

Η επεξεργασία στερεοποίησης περιλαμβάνει 5 στάδια:

1. Διύλιση ή ραφινάρισμα (*refining*)
2. Αποχρωματισμός (*bleaching*)
3. Υδρογόνωση (*hydrogenation*)
4. Περαιτέρω διύλιση (*further refining*)
5. Απόσμηση (*deodorization*)

Κατά τη διύλιση πραγματοποιείται η επεξεργασία του ελαίου με ένα υδατικό αλκαλικό διάλυμα με σκοπό την απομάκρυνση των ελεύθερων λιπαρών οξέων με τη μορφή σαπουνιού και την υποβοήθηση της στερεοποίησης. Η μείωση του επιπέδου των ελεύθερων λιπαρών οξέων

επιβάλλεται διότι αυτά δρουν ως δηλητηριώδεις καταλύτες που μειώνουν την ταχύτητα της υδρογόνωσης. Η συνηθισμένη επεξεργασία περιλαμβάνει την άντληση του ακατέργαστου ελαίου προς ένα δοχείο, όπου προστίθεται η προκαθορισμένη ποσότητα αλκαλικού διαλύματος και γίνεται γρήγορη ανάδευση του μίγματος, με σκοπό την καλή ομογενοποίηση του ελαίου και της υδάτινης φάσης. Το μίγμα παραμένει όλη τη νύχτα ώστε να κατακαθίσει το σαπούνι στο κάτω μέρος και στη συνέχεια απομακρύνεται από το καθαρό έλαιο. Το έλαιο στη συνέχεια πλένεται με ζεστό νερό για την απομάκρυνση τυχόν υπολειμμάτων σαπουνιού. Αυτή η επεξεργασία μπορεί επίσης να γίνει και με τη χρήση αναδευτήρων και φυγοκεντρητών.

Ο κύριος σκοπός του αποχρωματισμού είναι η μείωση του χρώματος και των φυσικών χρωστικών, καθώς επίσης και η μείωση της αιωρούμενης βλέννας. Τα υλικά που συνήθως χρησιμοποιούνται για τον αποχρωματισμό είναι η φυσική ή ενεργή άργιλος.

Ο διαδοχικός αποχρωματισμός σε ανοικτά δοχεία (βραστήρες) είναι η πιο παλιά και απλή μέθοδος και χρησιμοποιείται σε πολλά εργοστάσια. Το έλαιο εισάγεται στο δοχείο το οποίο φέρει έναν αναδευτήρα και σπείρες για θέρμανση ή ψύξη. Η άργιλος προστίθεται καθώς το έλαιο αναδεύεται. Μετά το τέλος του αποχρωματισμού το μίγμα φιλτράρεται. Ο αποχρωματισμός μπορεί επίσης να γίνει με διαδοχική ή συνεχή επεξεργασία του ελαίου εν κενό.

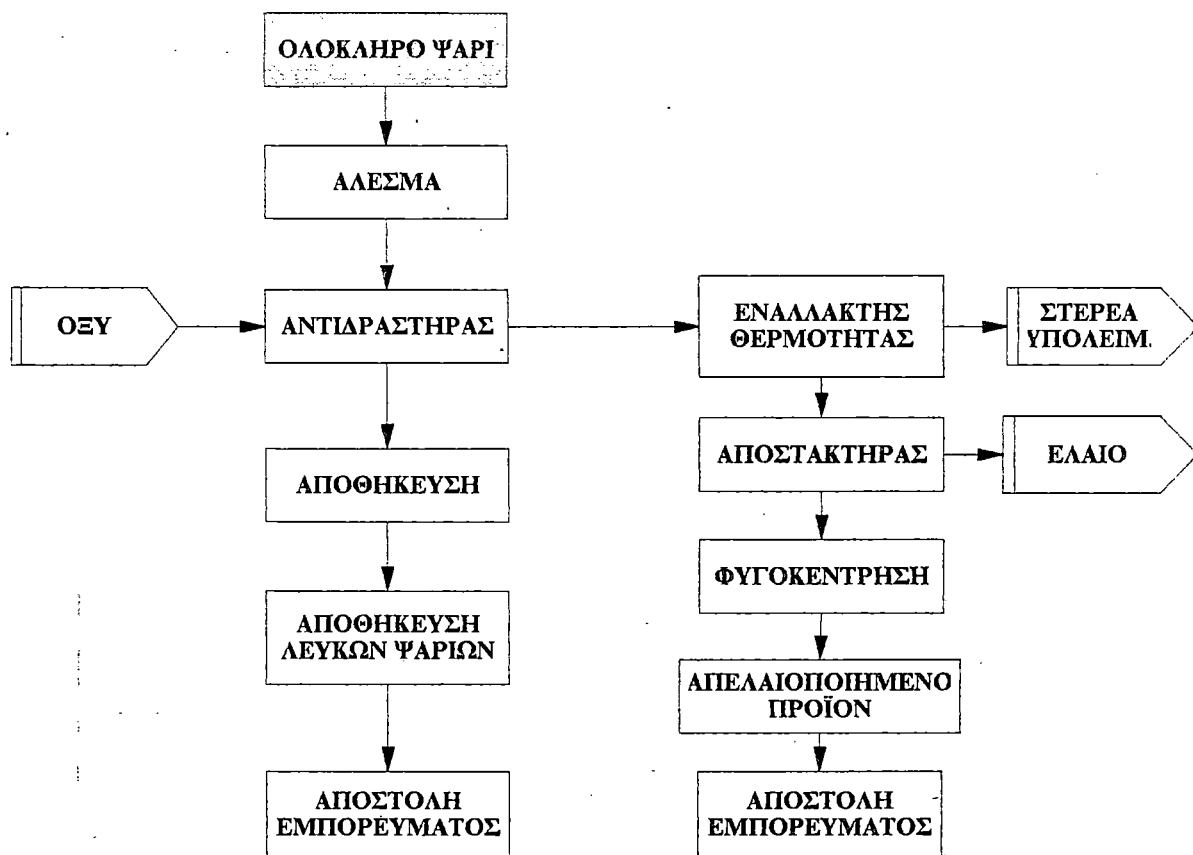
Η υδρογόνωση ενός ελαίου περιλαμβάνει την απ' ευθείας προσθήκη υδρογόνου στους ακόρεστους δεσμούς στις αλυσίδες των λιπαρών οξέων. Για να γίνει υδρογόνωση, αέριο υδρογόνο, ρευστό έλαιο και στερεός καταλύτης έρχονται σε άμεση επαφή σε κατάλληλη θερμοκρασία και πίεση. Οι συνθήκες αυτές ποικίλουν από εργοστάσιο σε εργοστάσιο. Γενικά η θερμοκρασία ποικίλει από 170 - 204°C σε διάφορες πιέσεις. Ο καταλύτης που συνήθως χρησιμοποιείται είναι το νικέλιο, το οποίο προετοιμάζεται με εναιώρημα και προστίθεται στο έλαιο σε ποσοστό 0.05 - 0.1%. Όταν η υδρογόνωση έχει φτάσει το επιθυμητό επίπεδο, σταματά η παροχή αερίου και το έλαιο παγώνει γρήγορα. Το έλαιο έπειτα φιλτράρεται για να απομακρυνθεί ο καταλύτης. Στα ιχθυέλαια συνηθίζεται να επαναδιυλίζεται το ήδη υδρογονωμένο έλαιο πριν την απόσμηση, έτσι ώστε να βελτιωθεί το άρωμα.

Η απόσπηση είναι η απομάκρυνση μικρών ποσοτήτων των πιο πτητικών ενώσεων με απόσταξη με ατμό υπό κενό. Αυτές οι πτητικές ενώσεις είναι συνήθως υπεύθυνες για οποιαδήποτε οσμή ή γεύση στα λίπη ή στα έλαια. Χρησιμοποιείται ο στεγνός ατμός (χωρίς O_2), ο οποίος περνά μέσα από το έλαιο εν κενό.

4.2. ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΛΙΠΟΥΣ ΤΩΝ ΨΑΡΙΩΝ

4.2.1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΟΛΤΟΥ (SILAGE PRODUCTION)

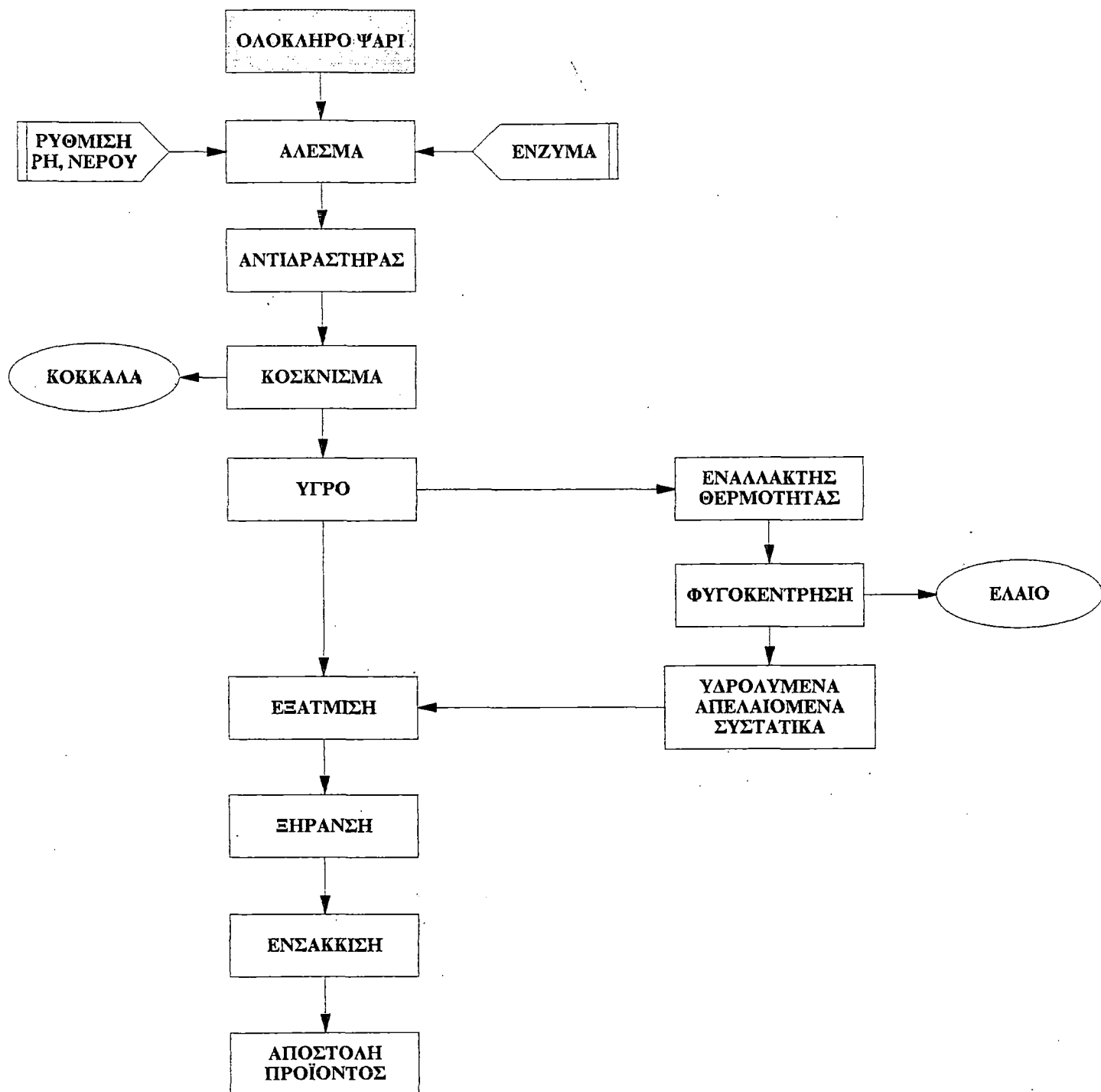
Τα προοριζόμενα για πολτοποίηση ψάρια είναι φρέσκα και σταθεροποιημένα μ' ένα οξύ ενάντια στη μικροβιακή αποσύνθεση. Η διαδικασία εμπεριέχει την πολτοποίηση των ψαριών και κατόπιν προσθήκη οξέως για συντήρηση (Σχήμα 4). Τα ένζυμα του ψαριού αποικοδομούν τις πρωτεΐνες σε μικρότερα διαλυτά μόρια (αυτόλυση) και το οξύ επιταχύνει αυτή την δραστηριότητα, ενώ συγχρόνως εμποδίζει την αποσύνθεση που προκαλείται από τα βακτήρια. Χρησιμοποιούνται φορμικά, προπιονικά, θειϊκά και φωσφορικά οξέα. Στην πράξη προστίθεται 3 - 4% οξύ έτσι ώστε το pH να παραμένει κοντά στο 4. Τα ισχυρά μεταλλικά οξέα απαιτούν εξουδετέρωση πριν προστεθούν. Η όλη διαδικασία μπορεί να θεωρηθεί ως ένα μεταβατικό στάδιο πριν την υδρόλυση. Ο πολτός που προέρχεται από εντόσθια ψαριών με λευκή σάρκα δεν περιέχει πολύ έλαιο, αλλά όταν προέρχεται από λιπαρά ψάρια όπως η ρέγγα, είναι απαραίτητο να αφαιρεθεί το έλαιο. Η σύνθεση του πολτού θα μοιάζει πολύ με αυτήν του υλικού από το οποίο προήλθε. Ο πολτός σωστής οξύτητας διατηρείται σε θερμοκρασία δωματίου για τουλάχιστον 2 χρόνια χωρίς να υποστεί αποσύνθεση. Οι πρωτεΐνες καθίστανται πιο διαλυτές και το ποσό των ελεύθερων λιπαρών οξέων αυξάνει στο ιχθυέλαιο κατά την αποθήκευση (Tatterson and Windsor, 1974). Ο πολτός αποτελεί μια λύση για τη διαχείριση των υπολειμμάτων των ψαριών, όταν η παράδοση αυτών σε βιολογικό καθαρισμό επιφέρει επιπλέον κόστος στην επιχείρηση. Η παραγωγή πολτού γίνεται είτε πάνω σε αλιευτικά σκάφη, ή σε εγκαταστάσεις στην ξηρά.



Σχήμα 4. Διάγραμμα παραγωγής πολτού

4.2.2. ΥΔΡΟΛΥΣΗ

Η ανάκτηση των πρωτεϊνών των ψαριών γίνεται με την δράση πρωτεολυτικών ενζύμων είτε των ψαριών (αυτόλυση), ή από άλλες πηγές (υδρόλυση) (Σχήμα 5), ώστε να επιταχυνθεί η διάσπαση των πρωτεϊνών σε μικρότερες μονάδες. Η υδρόλυση μπορεί να γίνει επίσης χημικά κάτω από όξινες ή αλκαλικές συνθήκες. Σύμφωνα με τους Windsor και Barlow (1981), η διαδικασία είναι γενικά αργή και μη ελεγχόμενη. Με τη χρήση μερικών νέων ενζύμων που διατίθενται στην αγορά, η διαδικασία μπορεί να εξελιχθεί έτσι ώστε η ανάκτηση των πρωτεϊνών να γίνεται σε διαφορετικούς βαθμούς διάσπασης των ψαριών. Αν και η διαδικασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιοδήποτε ψάρι, συνήθως χρησιμοποιείται για ψάρια με λευκή σάρκα ή εντόσθια με χαμηλή περιεκτικότητα σε έλαιο. Σε περίπτωση που ψάρια με μεγάλη περιεκτικότητα σε έλαιο υδρολυθούν, το πρόβλημα βρίσκεται στην ανάκτηση της ελαιώδους φάσης χωρίς να αλλοιωθεί η φυσική δομή των πρωτεϊνών. Εξάλλου είναι δύσκολο να διατεθεί ένα λιπαρό πρωτεϊνικό προϊόν στην αγορά το οποίο είναι επιρρεπές στην οξείδωση. Ίσως η νέα τεχνολογία μεταποίησης, που εφαρμόζεται για την παραγωγή surimi ή minced fish, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την προπαρασκευή των ψαριών πριν το στάδιο της υδρόλυσης.



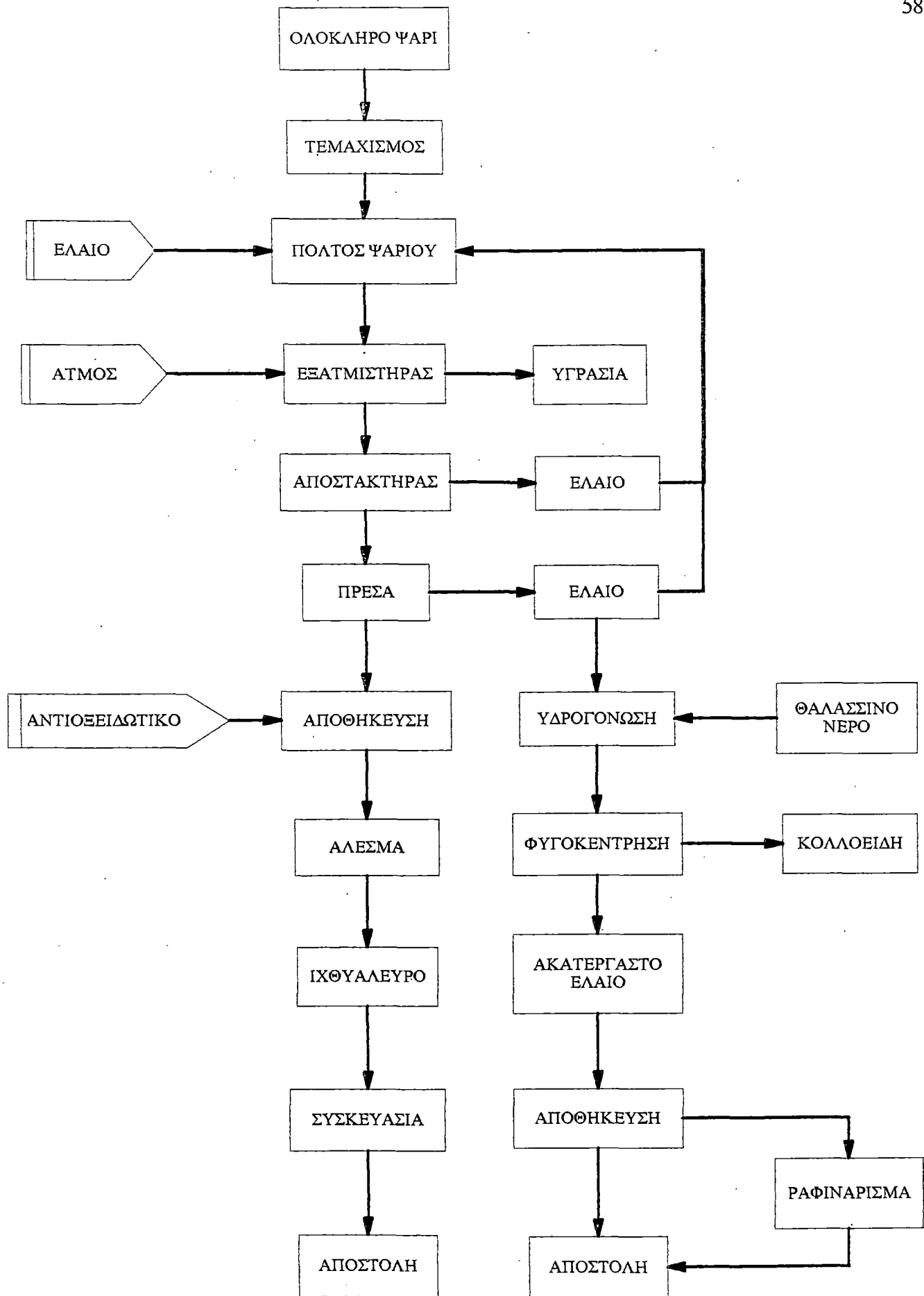
Σχήμα 5. Σχηματική παράσταση της μεθόδου της υδρόλυσης

4.2.3. ΞΗΡΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (DRY RENDERING)

Η διαδικασία της ξηρής απόδοσης κανονικά δε χρησιμοποιείται στη βιομηχανία ιχθυάλευρων και ιχθυελαίων. Η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην περίπτωση που η πρώτη ύλη έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος. Η διαδικασία περιλαμβάνει συνδυασμό βρασμού και ξήρανσης. Ο βραστήρας είναι μια περιστρεφόμενη συσκευή ατμού, που πολλές φορές λειτουργεί υπό κενό, στην οποία το υλικό αναδεύεται. Το βρασμένο και αποξηραμένο υλικό μεταφέρεται σε μια υδραυλική πρέσα όπου αφαιρείται το έλαιο, το οποίο είναι σκουρόχρωμο και πρέπει να ραφινάριστεί πριν χρησιμοποιηθεί (Pigott, 1967).

Μια βελτιωμένη παραλλαγή της μεθόδου της ξηρής απόδοσης είναι η πατέντα των Carver - Greenfield (Σχήμα 6), η οποία αποδίδει χαμηλής θερμοκρασίας, αφυδατωμένο και μερικώς απελαιωμένο ιχθυάλευρο. Κατά τη διαδικασία αυτή τα ψάρια προτεμαχίζονται, αναμιγνύονται με ιχθυέλαιο και διοχετεύονται σε ένα δεύτερο τεμαχιστή. Αυτό το μίγμα των τεμαχισμένων ψαριών και του ιχθυελαίου θερμαίνεται και διοχετεύεται μέσω μιας δεξαμενής, που ελέγχει το επίπεδο της υγρασίας, σε έναν εξατμιστήρα υποβίβασης διπλής επίδρασης (*two stage - falling film evaporator*), όπου η υγρασία μειώθηκε από 70% σε 1%. Το ιχθυέλαιο χρησιμοποιείται ως μέσο μεταφοράς της θερμότητας. Το μίγμα του αποξηραμένου ψαριού και του ιχθυελαίου διοχετεύεται σε φυγοκεντρικό δοχείο και μετά σε αποστακτήρα όπου απελαιώνεται μερικώς. Ο αποστακτήρας διαχωρίζει το ελεύθερο έλαιο από τα στερεά, αυτό επιστρέφει στη δεξαμενή ανακύκλωσης και κατόπιν αναμιγνύεται με καινούργια πρώτη ύλη. Η τελική απελαίωση γίνεται σε πρέσες και το έλαιο αυτό επιστρέφει επίσης στις δεξαμενές ανακύκλωσης. Το έλαιο που περισσεύει από τις δεξαμενές υφίσταται υδρογόνωση, όπου αφαιρούνται τα φωσφολιπίδια και το λεπτόκοκκο υλικό το οποίο επιστρέφει στον τεμαχιστή.

Το παραγόμενο αλεύρι, σε μορφή λεπτοκομμένων φύλλων ή μικρών κυλίνδρων, μεταφέρεται σε μια αποθήκη όπου του προστίθεται αντιοξειδωτικό πριν αυτό συσκευαστεί και αποθηκευτεί. Το μειονέκτημα της διαδικασίας είναι το επιπλέον ραφινάρισμα που απαιτεί το έλαιο πριν την διάθεσή του στην αγορά.

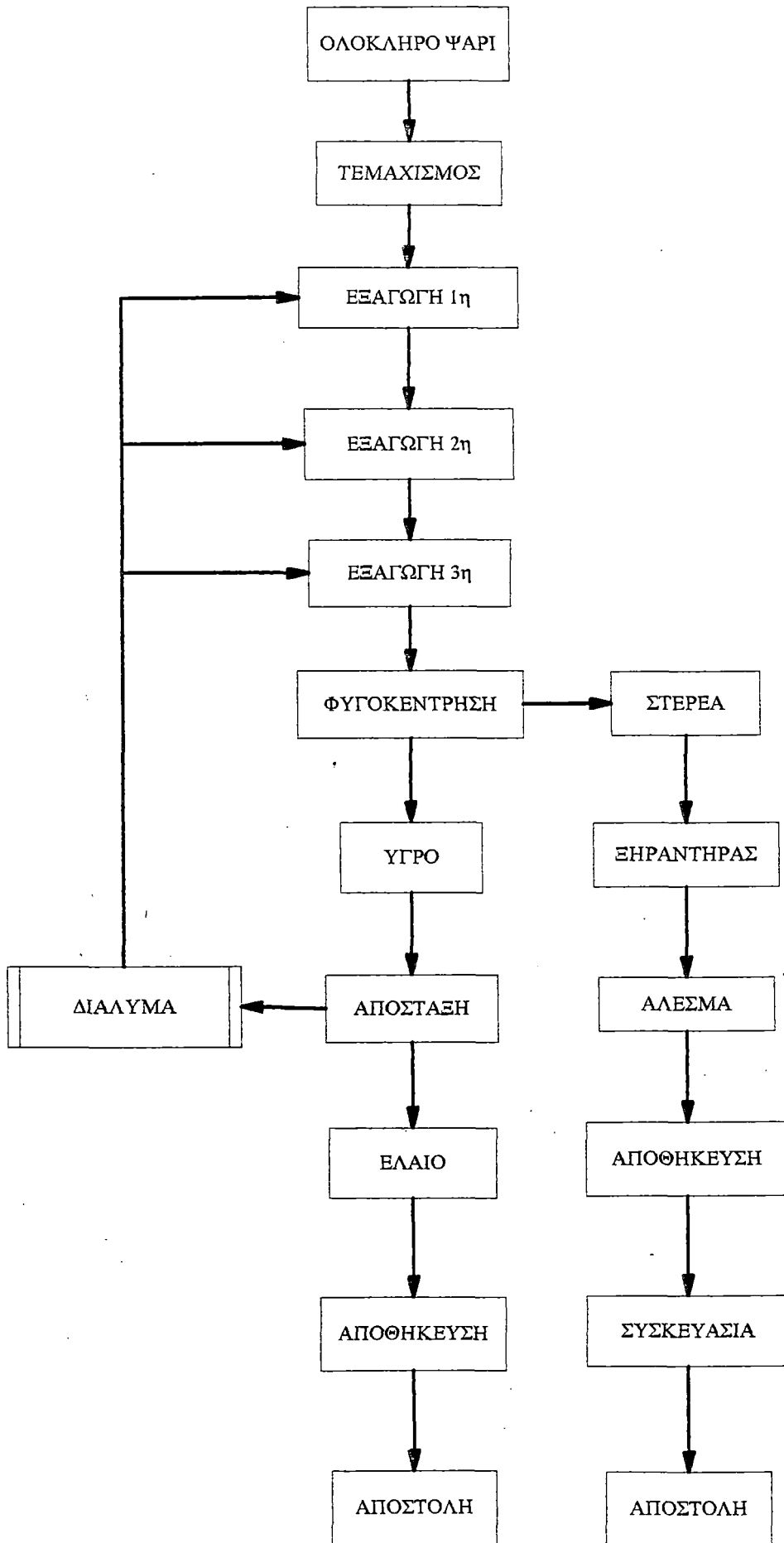


Σχήμα 6. Σχηματική παράσταση της μεθόδου της ξηρής απόδοσης κατά Carver - Greenfield.

Πολλές φορές για την εξοικονόμηση χώρου οι μονάδες παραγωγής ιχθυάλευρων τοποθετούν τα μηχανήματα της γραμμής παραγωγής το ένα πάνω στο άλλο, αξιοποιώντας και τη βαρύτητα. Τα μηχανήματα αυτά καλούνται compact ή mono block fish meal units. Στην παραπάνω μέθοδο έγινε παρόμοια καθετοποίηση της παραγωγής.

4.2.4. ΕΞΑΓΩΓΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ (SOLVENT EXTRACTION)

Η εξαγωγή διαλύματος για την παραγωγή F.P.C. (Fish Protein Concentrate) είναι μια άλλη μέθοδος από την οποία λαμβάνεται ιχθυέλαιο (Σχήμα 7). Το F.P.C. μπορεί να οριστεί σαν οποιαδήποτε μεταχείριση του ψαριού κατά την οποία η πρωτεΐνη είναι σε μεγαλύτερη συγκέντρωση απ' ότι στο αρχικό ψάρι. Το νερό και τα λίπη αποτελούν το 80% του ψαριού και σε μερικά είδη μόνο το λίπος φτάνει το 20%. Η παρασκευή του F.P.C. προϋποθέτει την απομάκρυνση του μεγαλύτερου μέρους του νερού και μερικού ή όλου του λίπους. Οι μέθοδοι που υπάρχουν βασίζονται στη χρήση χημικών διαλυτών για την απομάκρυνση του νερού, του λίπους και των στοιχείων που έχουν γεύση ψαριού. Οι διαλύτες που έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την παραγωγή F.P.C. είναι η αιθανόλη, το εξάνιο, η ισοπροπανόλη και η διχλωροαιθανόλη. Το ανακτημένο λίπος συνήθως αναμιγνύεται με ένα αζεοτροπικό μίγμα νερού, διαλύτη και υδατοδιαλυτών στοιχείων. Επειδή η λειτουργικότητα της συγκέντρωσης των πρωτεϊνών που παράχθηκαν με αυτόν τον τρόπο (υγρή μορφή) είναι μειωμένη, η μέθοδος αντικαταστάθηκε από άλλες διαδικασίες με τις οποίες παράγονται απομονωμένες πρωτεΐνες ψαριών ή surimi.



Σχήμα 7. Σχηματική παράσταση της εξαγωγής των διαλυμένων συστατικών.

4.2.5. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΠΑΤΕΛΑΙΩΝ

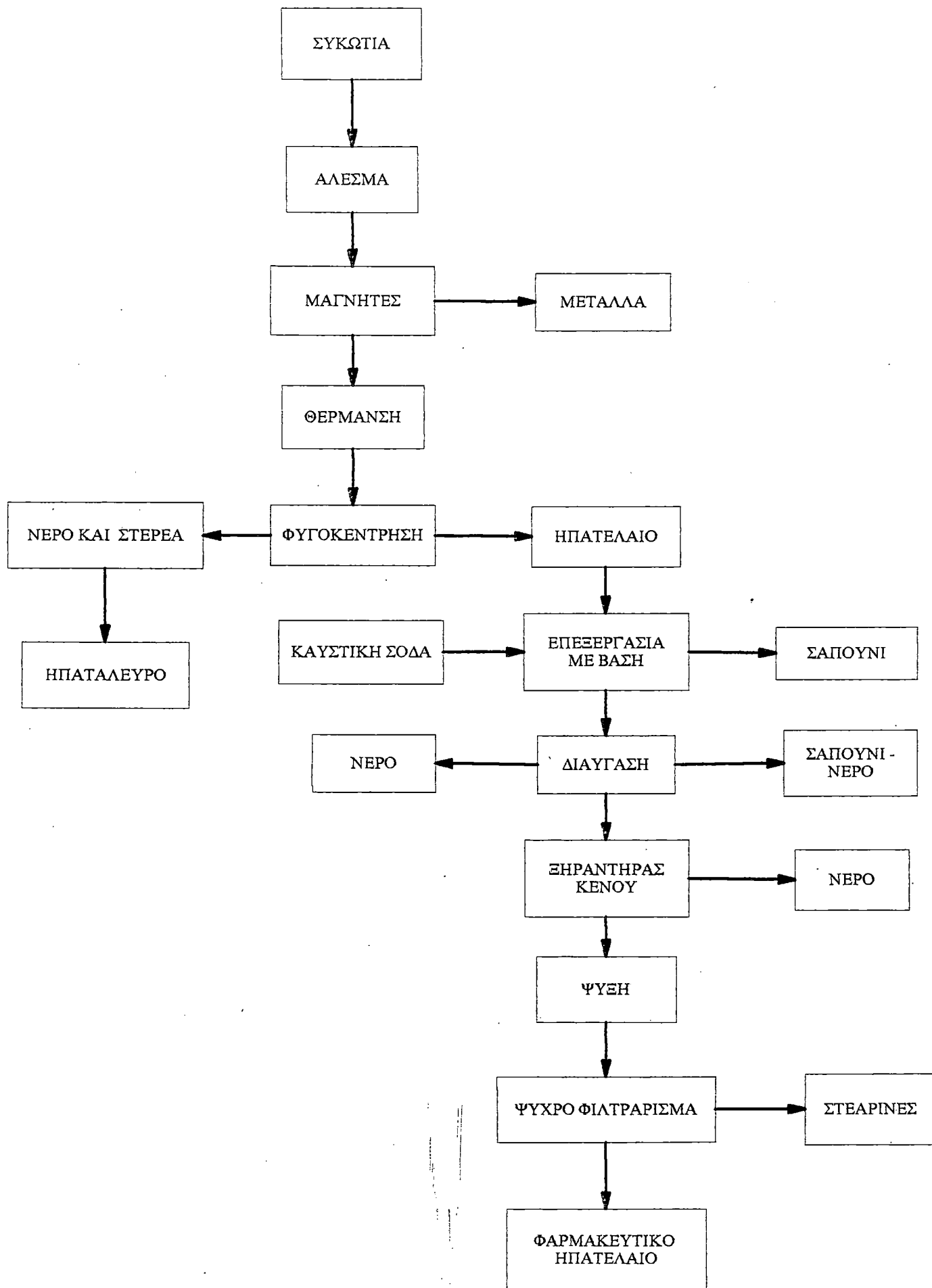
Το έλαιο περιέχεται στις πρωτεΐνες των συκωτιών των ιχθυρών και μερικές φορές αφαιρείται εύκολα με εκχύλιση. Άλλες φορές το έλαιο αφαιρείται με πέψη της ηπατικής πρωτεΐνης. Η πιο σημαντική πρώτη ύλη για την παραγωγή ηπατελαίων προέρχεται από την αλιεία βακαλάου. Άλλα είδη που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή ηπατελαίων είναι ο τόνος και τα καρχαριοειδή. Το χρώμα, το άρωμα και γενικά η ποιότητα των ηπατελαίων εξαρτώνται από τη φρεσκότητα της πρώτης ύλης.

Στη νεότερη ιστορία της βιομηχανίας τα συκώτια αποθηκεύονταν σε ξύλινα δοχεία ή βαρέλια, το έλαιο ελευθερωνόταν λόγω αυτόλυσης και απομακρυνόταν καθώς επέπλεε στην επιφάνεια. Το έλαιο που λαμβανόταν σε πρώτη φάση, χρησιμοποιούταν στη φαρμακευτική, ενώ το υπόλειμμα ελαίου για βιομηχανική χρήση.

Η μέθοδος της θέρμανσης των συκωτιών των ψαριών με ατμό εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το 1950. Αυτή η μέθοδος απέδιδε πιο διαυγές και καλύτερης ποιότητας έλαιο. Όλες οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν αργότερα βασίζονται στις αρχές της μεθόδου του ατμού (Auge, 1967).

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται συνήθως για την εξαγωγή ελαίου από συκώτι βακαλάου βασίζεται στη χρήση του ατμού ως μέσο θέρμανσης (Σχήμα 8). Ατμός χαμηλής πίεση διοχετεύεται σε μια δεξαμενή που περιέχει τα συκώτια. Η θερμότητα του ατμού ζεσταίνει τα συκώτια, ο ατμός συμπυκνώνεται, και ένα στρώμα ζεστού νερού παράγεται πάνω στο οποίο επιπλέει το έλαιο. Κατόπιν το έλαιο με τη μέθοδο της υπερχειλίσης αποθηκεύεται σε μια άλλη δεξαμενή. Η εξαγωγή των ελαίων μπορεί να γίνει και σε μονάδες οι οποίες βρίσκονται πάνω σε σκάφη όταν αυτά εκτελούν μεγάλα ταξίδια.

Πρώτη η Ισλανδία ανέπτυξε μια διαδικασία που χειριζόταν τα συκώτια με καυστική σόδα. Μετά από το συνήθη χειρισμό των συκωτιών με ατμό, το έλαιο που επέπλεε χρησίμευε ως φαρμακευτικό έλαιο (*medicinal grade oil*). Το υπόλειμμα του ελαίου χειριζόταν με καυστική σόδα. Το έλαιο που λαμβανόταν σ' αυτή την περίπτωση χρησίμευε ως κτηνιατρικό έλαιο (*veterinary - grade cod - liver oil*). Αυτή η ποιότητα είναι πιο σκούρα σε χρώμα, αλλά περιέχει ένα υψηλότερο επίπεδο βιταμινών απ' ότι το φαρμακευτικό έλαιο.



Σχήμα 8. Γραμμή παραγωγής ηπατελαίων.
(Πηγή: LYSI HF, Reykjavik, Iceland)

Η εταιρεία LYSI (Reykjavik, Iceland) ήταν η πρώτη που εφάρμοσε την φυγοκέντρωση κατά τη διαδικασία επεξεργασίας του ηπατελαίου του βακαλάου. Τα συκώτια τεμαχίζονται και περνάνε πάνω από μαγνήτες όπου απομακρύνονται τυχόν αγκίστρια. Τα συκώτια θερμαίνονται κι έτσι διασπώνται οι πρωτεΐνες. Κατόπιν περνούν από αποστακτήρες για να απομακρυνθούν τα στερεά και το απόσταγμα συλλέγεται σε δοχεία τα οποία θερμαίνονται στους 95°C. Όταν το έλαιο διαχωριστεί, κατεργάζεται με αλκάλια ώστε να απομακρυνθούν τα ελεύθερα λιπαρά οξέα, πλένεται, αποξηραίνεται σε ένα θάλαμο υπό κενό και τέλος ψύχεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

4.3. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

Η βιομηχανική απόδοση εξαρτάται βασικά από τη χημική σύσταση των ψαριών που χρησιμοποιήθηκαν. Έτσι ξεκινώντας από ψάρια που έχουν την παρακάτω σύσταση:

- νερό 70.3%
- λίπη 8%
- στερεά συστατικά 21.7%

παίρνουμε κατά μέσο όρο 250 Kgr ιχθυάλευρο (25%) και 67 Kgr ιχθυέλαιο (6.7%) για κάθε τόνο προϊόντος.

Η χημική σύσταση των διαφόρων προϊόντων κατά τα διαδοχικά στάδια της παραγωγής ιχθυάλευρων είναι η εξής:

ΥΛΙΚΟ	ΝΕΡΟ (%)	ΣΤΕΡΕΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ (%)	ΛΙΠΗ (%)
Νωπά ψάρια	70	18	12
Συμπιεσμένη μάζα	53	44	3
Υγρό πιεστηρίου	78	6	16
Νερό φυγοκεντρικού διαχωριστήρα	95	5	<1
Συμπυκνωμένο νερό φυγοκεντρικού διαχωριστήρα	65	33	2
Ιχθυάλευρα	9	85	6

4.4. ΑΠΟΣΜΗΣΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Κατά την παραγωγή ιχθυάλευρων προκύπτουν κάποιες ουσίες σε πολύ μικρές ποσότητες με χαρακτηριστική οσμή. Οι κανόνες που ακολουθούνται για τη μείωση αυτής της οσμής είναι: χρήση φρέσκιας πρώτης ύλης, καθαριότητα των μηχανημάτων και του εργοστασίου, κατάλληλη μέθοδος συλλογής και επεξεργασίας των παραγόμενων αερίων. Ο ξηραντήρας είναι η πηγή της δημιουργίας των περισσότερων οσμών, γι' αυτό χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή κατά το στάδιο της ξήρανσης.

Όσο πιο φρέσκια είναι η πρώτη ύλη, τόσο λιγότερη είναι η οσμή που δημιουργείται κατά την επεξεργασία της. Τα δοχεία για τη μεταφορά της πρώτης ύλης πρέπει να καθαρίζονται για την αποφυγή οσμών. Οι χώροι αποθήκευσης να είναι καθαροί και δροσεροί. Τα υγρά από τα αποθηκευμένα ψάρια πρέπει να αποβάλλονται προσεκτικά.

Οι σύγχρονες μονάδες διαθέτουν αυτόματες εγκαταστάσεις απόσμησης (*deodorizing plant*), οι οποίες αποτελούνται από έναν υδατόπυργο πλυσίματος (*washing tower*) από ανοξείδωτο χάλυβα με σύστημα διανομής του νερού και απορρόφησης των ατμών. Οι ατμοί με τις δυσάρεστες οσμές, με τη βοήθεια ηλεκτρικών φυγοκεντρικών απορροφητήρων, παραλαμβάνονται από τα επιμέρους μηχανήματα και αποστέλλονται με τη βοήθεια αγωγών στον υδατόπυργο. Γενικά απαιτούνται 0.5 m³ νερού θερμοκρασίας 20°C για κάθε τόνο επεξεργαζόμενης πρώτης ύλης. Βέβαια κάθε μονάδα παραγωγής εγκαθίσταται μακριά από οικισμούς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ
STANDARDS ΣΤΑ
ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΑ ΚΑΙ
ΙΧΘΥΕΛΑΙΑ



Η ποιότητα του ιχθυάλευρου και ιχθυελαίου στο παγκόσμιο εμπόριο ελέγχεται με καθορισμένες μεθόδους ανάλυσης, στις οποίες εφαρμόζονται φυσικές, χημικές, βιολογικές και οργανοληπτικές τεχνικές. Ο A.F.M.A. (American Feed Manufacturers Association) δημοσίευσε καταλόγους αγοράς για διάφορα θρεπτικά συστατικά που περιέχουν τα ιχθυάλευρα. Αυτοί οι κατάλογοι περιλαμβάνουν μια περιγραφή προϊόντος, τυπική ανάλυση σύστασης, παράγοντες που επιδρούν στην ποιότητα, φυσικά χαρακτηριστικά και τις μέγιστες θρεπτικές εφαρμογές. Παρακάτω δίνονται τυπικοί κατάλογοι αγοράς για ιχθυάλευρο από Menhaden και για ιχθυάλευρο Περουβιανής αντσούγιας, καθώς και για λίπη Menhaden, αντσούγιας και τόνου.

Οι προδιαγραφές που αναφέρονται κάθε φορά έχουν ως κύριο σκοπό να προστατεύσουν τη δημόσια υγεία και κατά δεύτερο λόγο να ορίσουν κριτήρια ποιότητας (standards) για κάθε προϊόν, έτσι ώστε βάση του βαθμού ποιότητας να καθοριστεί και η χρήση του (εδώδιμο, άλλες χρήσεις).

5.1. ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΕΣ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΩΝ

Η χημική σύσταση και η βιολογική αξία των ιχθυάλευρων εξαρτάται βασικά από το είδος της πρώτης ύλης και τον τρόπο παραγωγής τους. Από εμπορική άποψη διακρίνονται 3 είδη ιχθυάλευρων:

1. Το λευκό ιχθυάλευρο (White fish meal), το οποίο παρασκευάζεται από λευκά ψάρια (π.χ. μπακαλιάρο) που περιέχουν 1% ή και λιγότερο λίπη. Το τελικό προϊόν δεν πρέπει να περιέχει λίπη πάνω από 6% (2 - 3% κατά μέσο όρο). Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας είναι 60 - 65%. Η περιεκτικότητα σε ωφέλιμη λυσίνη είναι 6.2 gr ανά 100 gr πρωτεΐνης, κατά μέσο όρο και η πεπτικότητα 96%.
2. Το ιχθυάλευρο από λιπαρά ψάρια (π.χ. σαρδέλα) το οποίο περιέχει 8 - 10% λίπη και 65 - 75% πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας.
3. Το ιχθυάλευρο (Fish meal) που προέρχεται από προϊόντα χαμηλής ποιότητας (π.χ. υπολείμματα ψαριών).

Εκτός από τις παραπάνω ποιότητες υπάρχει και μια άλλη κατάταξη των ιχθυάλευρων βάση των μεθόδων επεξεργασίας της πρώτης ύλης όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 5.1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1

ΜΕΘΟΔΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΟΥ	ΠΡΩΤΕΪΝΗ
Απ' ευθείας καύση. (Direct flame)	Fairly Average Quality	64 - 65%
Παραγωγή στον ατμό και χαμηλή θερμοκρασία. (Low temperature steam dried)	Prime Quality Low Temperature	67 - 69%
Παραγωγή στο κενό. (Vacuum produced)	Super Prime Vacuum Produced Quality	70 - 71%

Μια τρίτη ταξινόμηση γίνεται βάση της τελικής χημικής σύστασης των ιχθυάλευρων. Ένα παράδειγμα δίνεται στον Πίνακα 5.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2

ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΟ	ΞΗΡΗ ΟΥΣΙΑ (%)	ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ (%)	ΛΙΠΗ (%)	ΤΕΦΡΑ (%)	ΑΛΑΤΙ (%)
ΡΕΓΓΑΣ					
Χαμηλής περιεκτικότητας σε αλάτι και λίπη	91.0	71.3	8.2	8.8	1.6
Χαμηλής περιεκτικότητας σε αλάτι	90.5	66.5	11.1	12.4	2.5
Μέσης περιεκτικότητας σε αλάτι	90.3	64.7	9.4	14.4	5.1
Πλούσιο σε αλάτι	90.0	56.5	12.8	18.5	8.7
ΗΠΑΤΑΛΕΥΡΑ					
Πλούσια σε λίπη	92.6	51.1	29.0	4.3	-
Πτωχά σε λίπη	90.0	70.4	9.7	6.1	-
Πλούσια σε αλάτι & πτωχά σε λίπη	89.0	57.8	2.0	23.8	17.0
ΑΛΕΥΡΑ ΦΑΛΑΙΝΑΣ					
Πλούσια σε λίπη	92.5	76.2	11.7	4.3	-
Πτωχά σε λίπη	91.9	85.9	4.6	2.6	-

Γενικά ένα καλό ιχθυάλευρο πρέπει να παρουσιάζει τα εξής ποιοτικά χαρακτηριστικά:

1. Χρώμα ανοικτό και ομοιογενές.
2. Ομοιόμορφη κοκκομετρική σύσταση.
3. Οσμή και γεύση ευχάριστη.
4. Περιεκτικότητα σε νερό όχι μεγαλύτερη από 8%.

5. Η ποσότητα του αζώτου που διαλύεται με δοκιμή πέψης με υδροχλωρική πεψίνη σε $\text{pH} = 2$ και θερμοκρασία 37°C μέσα σε 48h πρέπει να είναι τουλάχιστον 90% του συνολικού ακάθαρτου αζώτου.
6. Η περιεκτικότητα σε ωφέλιμη λυσίνη κατά τη δοκιμή του Carpenter πρέπει να είναι 4.2 gr σε 16 gr συνολικού αζώτου.
7. Μέγιστη λιποπεριεκτικότητα 6%.
8. Περιεκτικότητα ανόργανων αλάτων 12 - 22% (17.5% κατά μέσο όρο).
9. Μέγιστη περιεκτικότητα άλατος 2%.
10. Περιεκτικότητα σε τέφρα, αδιάλυτη σε υδροχλωρικό οξύ, μικρότερη του 0.5% επί της συνολικής ξηρής ουσίας.

5.2. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΣΤΑ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΑ ΩΣ ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΪΟΝ

Η ποιότητα των ιχθυάλευρων καθορίζεται από τη συγκέντρωση των πρωτεϊνών, του λίπους, της υγρασίας, του αλατιού και της άμμου (Πίνακας 5.3). Καθένα από αυτά τα συστατικά αναλύονται παρακάτω. Επιπλέον σημαντικός παράγοντας για την καλή ποιότητα των ιχθυάλευρων είναι η απουσία σαλμονέλας.

5.2.1. ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ

Τα ιχθυάλευρα προτιμούνται κυρίως για την υψηλή ποιότητα των πρωτεϊνών που περιέχουν και η εμπορική τιμή τους καθορίζεται από αυτήν την ιδιότητα. Το περιεχόμενο των πρωτεϊνών δεν είναι δυνατό να μετρηθεί, αλλά πολλές πρωτεΐνες περιέχουν περισσότερο από 16% άζωτο. Το ολικό περιεχόμενο αζώτου υπολογίζεται και έπειτα πολλαπλασιάζεται με το 6.25 ($\text{N} \times 6.25$), έτσι ώστε να μετατραπεί σε πρωτεΐνες. Στο παραπάνω υπολογισμό δεν προκύπτουν σοβαρά λάθη κατά την πραγματοποίηση της μετατροπής, εκτός από την περίπτωση της ύπαρξης αζωτούχων ενώσεων οι οποίες όμως δεν είναι πρωτεΐνες. Αυτό συμβαίνει σε είδη ψαριών όπως τα σελάχια, επειδή αυτά περιέχουν άζωτο σε μορφή ουρίας, που δεν είναι πρωτεΐνη.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3

ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΚΑΙ ΤΥΠΙΚΕΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ, ΕΛΑΙΟ, ΥΓΡΑΣΙΑ
ΚΑΙ ΑΛΑΤΙ ΣΕ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΟ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ	% ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ (N × 6.25)	% ΕΛΑΙΟΥ (DIETHYLETHER SOLUBLE)	% ΥΓΡΑΣΙΑ	% ΑΛΑΤΟΣ
ΡΕΓΓΑΣ	ΑΓΓΛΙΑ	72.0±2.0 ¹ (78) ²	9.7±1.6 (77)	7.7±1.3 (77)	1.4±0.4 (20)
ΡΕΓΓΑΣ	ΝΟΡΒΗΓΙΑ	71.9±2.8 (90)	7.5±1.8 (90)	8.4±1.8 (90)	1.3±0.5 (80)
ΡΕΓΓΑΣ	ΔΑΝΙΑ	- ³	-	-	1.6±0.4 (138)
CARLIN	ΙΣΛΑΝΔΙΑ	66.4±1.6 (27)	11.3±1.2 (27)	8.5±0.7 (27)	2.1±0.3 (27)
ΑΝΤΣΟΥΓΙΑΣ/ ΣΑΡΔΕΛΑΣ	Ν. ΑΦΡΙΚΗ	66.1±1.9 (-)	9.7±1.4 (-)	10.1±1.6 (-)	2.9±0.6 (-)
ΑΝΤΣΟΥΓΙΑΣ/ ΣΑΡΔΕΛΑΣ	Ν.Δ. ΑΦΡΙΚΗ	65.0±1.8 (-)	9.3±1.5 (-)	9.4±1.1 (-)	3.1±0.9 (-)
ΑΝΤΣΟΥΓΙΑΣ	ΠΕΡΟΥ	66.4±0.8 (*)	9.7±0.5 (*)	8.6±0.5 (*)	- - (-)
ΛΕΥΚΟΥ ΨΑΡΙΟΥ	Ν. ΑΦΡΙΚΗ	64.0±3.3 (-)	6.3±2.8 (-)	7.6±2.5 (-)	2.4±0.9 (-)
ΛΕΥΚΟΥ ΨΑΡΙΟΥ,	ΙΣΛΑΝΔΙΑ	65.8±1.7 (42)	3.4±0.8 (42)	7.0±0.6 (42)	1.9±0.3 (42)
ΛΕΥΚΟΥ ΨΑΡΙΟΥ	ΑΓΓΛΙΑ	64.5 - (-)	4.5 - (-)	10.0 - (-)	- - (-)
ΨΑΡΙΟΥ	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	60.4±2.0 (-)	8.5±4.5 (-)	10.5±2.1 (-)	- - (-)
ΨΑΡΙΟΥ	ΒΕΛΓΙΟ	65.0 - (-)	6.8 - (-)	- - (-)	3.5 - (-)

¹ ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ, ² ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ, ³ ΕΛΛΕΙΠΗ ΣΤΟΙΧΕΙΑ, * ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΕΙ ΤΗΝ
ΒΕΑΜΗΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ 1975 - ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΑΝΩ ΑΠΟ 100.

5.2.2. ΛΙΠΟΣ

Το λίπος προσδιορίζεται κατόπιν εκχύλισης με οργανικό διαλύτη (π.χ. διαιθυλικός αιθέρας) από τα ιχθυάλευρα. Το λίπος αποτελεί μια σημαντική πηγή ενέργειας για τα ζώα και σε πολλές περιπτώσεις η ενέργεια αυτή είναι πολύ πιο μεγάλη από αυτήν που αποδίδουν οι πρωτεΐνες. Παρόλα αυτά είναι ανάγκη να καθορίζεται η μέγιστη περιεκτικότητα λίπους. Ο λόγος γι' αυτό είναι ότι παλαιότερα, που δεν γινόταν χρήση αντιοξειδωτικών κατά τη διαδικασία παραγωγής ιχθυάλευρων, ήταν σύνηθες τα ιχθυάλευρα να αποκτούν υψηλή θερμοκρασία ή ακόμη και να αυτοαναφλέγονται, λόγω της οξείδωσης του περιεχόμενου λίπους. Τέτοια ανάφλεξη επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα των πρωτεϊνών. Έτσι ιχθυάλευρα με χαμηλή συγκέντρωση λίπους είναι πιο σταθερά. Ο άλλος λόγος που περιορίζει τη μέγιστη ποσότητα

λίπους στα ιχθυάλευρα είναι ότι υπερβολική ποσότητα λίπους ψαριών στις δίαιτες των ζώων προσδίδει τη χαρακτηριστική οσμή ψαριού στη σάρκα τους. Στην πράξη, ωστόσο, το επίπεδο των ιχθυάλευρων στις δίαιτες των ζώων (γουρούνια, πουλερικά, κ.α.) είναι σε τέτοιες ποσότητες που δεν δημιουργεί προβλήματα γεύσης.

5.2.3. ANTIΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ

Τα αντιοξειδωτικά έχουν γενική χρήση σε ιχθυάλευρα που περιέχουν υψηλό ποσοστό λίπους με αποτέλεσμα τη σταθεροποίησή τους. Η σταθεροποίηση αυτή σταματά την περαιτέρω οξείδωση και εξασφαλίζει την ασφαλή μεταφορά, χωρίς το φόβο ανάφλεξης κατά τη διάρκεια της μεταφοράς. Ωστόσο υπάρχουν ορισμένες εξαιρέσεις. Αυτό συνέβη σε εργαστηριακές δοκιμές με ιχθυάλευρα που δεν τους προστέθηκαν αντιοξειδωτικά. Ο κύριος λόγος γι' αυτό είναι ότι αν και τα ιχθυάλευρα αυτά περιείχαν ένα σχετικά υψηλό ποσοστό λίπους (8 - 12%), το είδος του λίπους από τα συγκεκριμένα είδη ψαριών επηρεαζόταν λιγότερο από άλλα λίπη ψαριών από την οξείδωση. Τέτοια ιχθυάλευρα που περιέχουν λίπος το οποίο επηρεάζεται λιγότερο από την οξείδωση, μπορούν να μεταφερθούν με ασφάλεια χωρίς το φόβο της ανάφλεξης ή της αλλοίωσης των πρωτεϊνών λόγω της θερμότητας. Βέβαια σε πολλές περιπτώσεις μερικά εργοστάσια προσφέρουν στους πελάτες τη δυνατότητα επιλογής, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, δηλαδή προσθήκη αντιοξειδωτικών ή όχι. Γενικά όμως οι πελάτες προτιμούν ένα ιχθυάλευρο με προσθήκη αντιοξειδωτικών για δύο λόγους. Πρώτον επειδή αυτό περιέχει υψηλότερη συγκέντρωση λίπους και επομένως μεγαλύτερη ενεργειακή συμβολή στην τελική δίαιτα και δεύτερον επειδή η θερμοκρασία αποθήκευσης έχει μια ελάχιστη αρνητική επίδραση στην ποιότητα των πρωτεϊνών. Άλλοι αγοραστές προτιμούν το ιχθυάλευρο να μην έχει σταθεροποιητικά ή αυτά να είναι σε χαμηλές συγκεντρώσεις και ο λόγος γι' αυτό είναι επειδή μια υψηλή συγκέντρωση σταθεροποιητικών μπορεί να προκαλέσει κηλίδες στο κρέας των ζώων. Σ' αυτές τις περιπτώσεις τείνουν να προτείνονται ιχθυάλευρα που παρασκευάζονται από ψάρια χαμηλής συγκέντρωσης σε λίπος, έτσι ώστε η επίδραση της θερμοκρασίας κατά την αποθήκευση να μην αλλοιώνει τις πρωτεΐνες. Σε γενικές γραμμές όμως τα

ιχθυάλευρα με σταθεροποιητικά προτιμούνται από εκείνα που δεν έχουν. Εξάλλου πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι όταν τα ζώα (πουλερικά και χοίροι) ταΐζονται με ιχθυάλευρα που περιέχουν αντιοξειδωτικά, η εναπόθεση του λίπους στη σάρκα των ζώων γίνεται χωρίς τα αντιοξειδωτικά (δε γίνεται αφομοίωση των αντιοξειδωτικών).

5.2.4. ΥΓΡΑΣΙΑ

Το ποσοστό της υγρασίας στα ιχθυάλευρα προσδιορίζεται κατά την ξήρανσή τους υπό ορισμένη θερμοκρασία και σε ορισμένο χρόνο. Πολλά ιχθυάλευρα παρουσιάζουν τιμές υγρασίας κοντά στο 10% (W/W). Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην υγρασία που παρουσιάζει το ιχθυάλευρο διότι εάν η συγκέντρωσή της είναι πολύ υψηλή, το προϊόν γίνεται επιρρεπές στην επίδραση μυκήτων και βακτηρίων. Έτσι επίπεδο υγρασίας πάνω από 14% επιτρέπει την ανάπτυξη μυκήτων.

5.2.5. ΑΛΑΤΙ

Η περιεκτικότητα του αλατιού καθορίζεται βάση της υπόθεσης ότι όλες οι ενώσεις του χλωρίου είναι διαλυτές στο νερό. Οι ενώσεις του χλωρίου υπολογίζονται από το ίζημα που σχηματίζεται από την αντίδρασή τους με άργυρο ($\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$). Το χημικό ισοδύναμο του αργύρου δίνει μια εκτίμηση της ποσότητας των ενώσεων του χλωρίου.

Πολύ αλάτι στις δίαιτες των ζώων μπορεί να προκαλέσει διαταραχές στο πεπτικό τους σύστημα. Ωστόσο η παρουσία του αλατιού στα ιχθυάλευρα δεν αποτελεί αρνητικό σημείο διότι αυτό συνεισφέρει στη συνολική ποσότητα του αλατιού στις δίαιτες.

5.2.6. ΑΜΜΟΣ

Η άμμος παρουσιάζεται σε μικρές ποσότητες στα έντερα των ψαριών, προσδιορίζεται στα ιχθυάλευρα κατά την καύση του οργανικού υλικού σε φούρνο 550°C, και μετά διάλυση της στάχτης σε υδροχλώριο (HCl). Αυτό το μέρος που είναι αδιάλυτο σε ζεστό υδροχλώριο αναγνωρίζεται ως άμμος. Οι

αγοραστές προτιμούν τα ιχθυάλευρα να μην έχουν άμμο γιατί δεν έχει θρεπτική αξία και μπορεί να θεωρηθεί ως μέσο νοθείας. Το μέγιστο επιτρεπτό όριο άμμου για ένα ιχθυάλευρο καλής ποιότητας είναι 2%.

5.2.7. ΣΑΛΜΟΝΕΛΑ

Η σαλμονέλα παρουσιάζεται στον άνθρωπο, στα ζώα και στα τρόφιμα. Οι εκτροφείς ζώων πρέπει να εξασφαλίσουν ότι οι ζωοτροφές που πρόκειται να χρησιμοποιήσουν είναι ελεύθερες από σαλμονέλα. Έτσι θα πρέπει να δίδεται προσοχή και στα ιχθυάλευρα τα οποία χρησιμοποιούνται στις τελικές δίαιτες των ζώων. Ακατάλληλες συνθήκες αποθήκευσης, υγρασία και ξένες ύλες πρέπει να αποφεύγονται.

5.3. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΔΙΑΙΤΕΣ ΤΩΝ ΖΩΩΝ

Πέρα από την τυπική ανάλυση των ιχθυάλευρων γίνεται και προσδιορισμός συστατικών τέτοιων όπως υπεροξειδία, ελεύθερα λιπαρά οξέα, αμινοξέα και διαθέσιμη λυσίνη καθώς και τεστ αφομοιωσιμότητας με πεψίνη.

Επειδή τα ιχθυάλευρα χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον στις δίαιτες των ζώων οι παραπάνω παράμετροι θα αναλυθούν βάση πειραμάτων και αναφορών που έχουν σχέση με τη χρήση τους στις ζωικές τροφές.

5.3.1. ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΑ

Τα υπεροξειδία είναι τα πρωτογενή προϊόντα που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της οξείδωσης του λίπους, που οφείλεται σε αυτοοξείδωση των γλυκεριδίων, των ακόρεστων λιπαρών οξέων υπό του ατμοσφαιρικού οξυγόνου. Κατά την περαιτέρω οξείδωση των υπεροξειδίων προκύπτουν τα δευτερογενή προϊόντα αυτής (μονο- και διαλδεϋδες, αλδεϋδοξέα, λιπαρά οξέα) στα οποία οφείλεται η δυσάρεστη οσμή και γεύση των ταγγισμένων λιπών και ελαίων. Πρόσφατα πειράματα με δίαιτες που περιείχαν υψηλό επίπεδο σε υπεροξειδία έδειξαν ότι τα ζώα που τράφηκαν με αυτές παρουσίασαν χαμηλή ανάπτυξη και σε ακραίες περιπτώσεις θνησιμότητα. Το

λίπος στα ιχθυάλευρα είναι γνωστό ότι οξειδώνεται εύκολα (λόγω της περιεκτικότητάς τους σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα), εκτός κι αν έχει προηγηθεί επεξεργασία αυτού με αντιοξειδωτικά. Πολλές αναλυτικές μετρήσεις, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν για τη μέτρηση του επιπέδου των υπεροξειδίων στα ιχθυάλευρα, καθιέρωσαν το "αποδεκτό επίπεδο". Το επίπεδο αυτό ορίστηκε αυθαίρετα βάση των τροφικών αναλύσεων που προέκυψαν και από τις μεθόδους που ακολουθήθηκαν. Παρ' όλα αυτά σε άλλα πειράματα που εφαρμόστηκαν δεν παρουσιάστηκε καμία δυσμενής συνέπεια ή θνησιμότητα σε ζώα που τράφηκαν με ανάλογες δίαιτες. Έτσι η τιμή των υπεροξειδίων δεν αποτελεί σημαντικό δείκτη για την ποιότητα των ιχθυάλευρων, μια κι αυτά αποτελούν ένα ενδιάμεσο στάδιο της τελικής οξείδωσης των λιπών.

5.3.2. ΑΚΟΡΕΣΤΑ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ

Η αιτία δημιουργίας ακόρεστων λιπαρών οξέων είναι ότι το λίπος των ακατέργαστων ψαριών υδρολύεται με τη βοήθεια ενζύμων που υπάρχουν στο ψάρι, κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Έτσι το υψηλό επίπεδο ακόρεστων λιπαρών οξέων στο τελικό προϊόν (ιχθυάλευρο) είναι αποτέλεσμα της χρήσεως αλλοιωμένης πρώτης ύλης, γεγονός που έχει επαληθευτεί με πειράματα που έγιναν. Ιχθυάλευρα με διαφορετική συγκέντρωση σε ακόρεστα λιπαρά οξέα χρησιμοποιήθηκαν σε δίαιτες για κοτόπουλα και η ποιότητά τους καθορίστηκε από το ρυθμό αύξησής τους (ποιότητα των πρωτεϊνών). Έτσι αποδείχθηκε ότι αν και άλλαζε το επίπεδο των ελεύθερων λιπαρών οξέων στα ιχθυάλευρα η ποιότητά τους παρέμενε σταθερή. Επομένως το επίπεδο των ακόρεστων λιπαρών οξέων στα ιχθυάλευρα δεν αποτελεί από μόνο του μέτρο για την ποιότητα του ιχθυάλευρου, απλά ενισχύει την διαδικασία της αυτοοξείδωσης.

5.3.3. ΑΦΟΜΟΙΩΣΗ - ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ

Το υψηλό ποσοστό πρωτεΐνης σε ένα τρόφιμο δε σημαίνει απαραίτητα καλή ποιότητα. Αυτό που αποτελεί μέτρο ποιότητας είναι ο βαθμός αφομοίωσης των πρωτεϊνών. Η ικανότητα της πέψης των πρωτεϊνών από την

πεψίνη (υποβολή των πρωτεϊνών σε τεχνητή πέψη με τη χρήση ενζύμων πεψίνης που απαντώνται φυσιολογικά στο στομάχι ζώων και ανθρώπων) αποδεικνύει ότι είναι μια αξιόπιστη μέθοδος που διαχωρίζει τις πρωτεΐνες που προέρχονται από τους ιστούς των ζώων και τις πρωτεΐνες που προέρχονται από δέρματα. Οι πρώτες έχουν μεγάλη ικανότητα πέψης, ενώ οι δεύτερες αμελητέα.

Παρόμοια πειράματα έχουν γίνει για να διαπιστωθεί η ικανότητα πέψης διαφόρων ιχθυάλευρων από την πεψίνη. Η δυσκολία σε αυτή την περίπτωση έγκειται στο γεγονός ότι οι πρωτεΐνες διαφέρουν στη χημική τους σύνθεση αφού αποτελούνται από αμινοξέα και μάλιστα υπάρχουν 22 διαφορετικά αμινοξέα (Πίνακας 5.4). Αυτά έχουν διαφορετική διατροφική αξία κι έτσι η ποιότητα των πρωτεϊνών προσδιορίζεται βάση της σύνθεσής τους σε αμινοξέα.

Τα σημαντικότερα αμινοξέα για τη διατροφή των ζώων είναι η λυσίνη και η μεθειονίνη. Ο λόγος γι' αυτό είναι ότι στις φυσικές δίαιτες των ζώων αυτά τα δύο αμινοξέα είναι σε περιορισμένες συγκεντρώσεις, άρα μπορεί να προστεθεί στη δίαιτα οποιοδήποτε συνθετικό ή φυσικό υλικό πλούσιο σε αυτά τα δύο αμινοξέα. Τα ιχθυάλευρα αποτελούν την πλουσιότερη πηγή σε λυσίνη και μεθειονίνη και χρησιμοποιούνται για την παρασκευή μίγματος τροφών αυξάνοντας έτσι την ποιότητα των πρωτεϊνών στην τελική δίαιτα. Για το λόγο αυτό τα ιχθυάλευρα είναι ακριβότερα από ότι άλλες πηγές πρωτεϊνών όπως το αλεύρι από σόγια και φασόλια.

5.3.3.1. ΛΥΣΙΝΗ ΚΑΙ ΜΕΘΕΙΟΝΙΝΗ

Βασικό κριτήριο επιλογής των ιχθυάλευρων από τους αγοραστές είναι η περιεκτικότητά τους σε λυσίνη και μεθειονίνη. Το γεγονός αυτό καθιστά απαραίτητη την ανάλυσή τους ως προς τα αμινοξέα. Οι περισσότεροι όμως βασίζονται στα δεδομένα που λαμβάνουν από τα πανεπιστήμια και τα κέντρα έρευνας.

Η μέθοδος του Carpenter για τον υπολογισμό της διαθέσιμης λυσίνης εφαρμόζεται στα περισσότερα εργαστήρια και είναι δυνατόν να παρέχει αποτελέσματα σε 24 ώρες. Έτσι αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της ποιότητας των πρωτεϊνών στα ιχθυάλευρα. Άλλη μέθοδος που

έχει αναπτυχθεί είναι ο προσδιορισμός της λυσίνης βάση της ικανότητάς της να αλληλεπιδρά με συγκεκριμένες χρωστικές.

Ωστόσο, όποια μέθοδος ανάλυσης και να χρησιμοποιηθεί, πρέπει να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι οποιαδήποτε θερμική καταστροφή των πρωτεϊνών κατά τη διάρκεια της ξήρανσης επηρεάζει τη διαθεσιμότητα της λυσίνης και της μεθειονίνης εξίσου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4

ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΣΕ ΑΜΙΝΟΞΕΑ (gr / 16gr N) ΣΕ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΑ ΠΟΥ ΑΝΑΛΥΘΗΚΑΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ ΙΟΝΤΟΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ.

ΑΜΙΝΟΞΕΑ	ΑΛΕΥΡΙ ΡΕΠΤΑΣ	ΑΛΕΥΡΙ ΑΝΤΣΟΥΓΙΑΣ	ΑΛΕΥΡΙ ΣΑΡΔΕΛΑΣ	ΑΛΕΥΡΙ ΑΠΟ ΕΝΤΟΣΘΙΑ ΤΟΝΟΕΙΔΩΝ	ΑΛΕΥΡΙ ΑΠΟ ΜΕΝΗΑΔΕΝ	ΑΛΕΥΡΙ ΑΠΟ «ΛΕΥΚΟ ΨΑΡΙ»
Λυσίνη	7.73	7.75	7.94	7.30	7.56	6.90
Μεθειονίνη	2.86	2.95	2.71	2.75	2.82	2.60
Κυστίνη	0.97	0.94	0.95	0.79	0.90	0.93
Τρυπτοφάνη	1.15	1.20	1.02	1.05	1.07	0.94
Ιστιδίνη	2.41	2.43	3.02	3.41	2.32	2.01
Αργινίνη	5.84	1.82	5.95	6.43	6.04	6.37
Θρεονίνη	4.26	4.31	4.38	4.34	3.97	3.85
Βαλίνη	5.41	5.29	5.41	5.31	5.10	4.47
Ισολευκίνη	4.49	4.68	4.48	4.46	4.40	3.70
Λευκίνη	7.50	7.62	7.30	7.20	7.14	6.48
Φαινυλαλανίνη	3.91	4.21	3.91	4.10	3.95	3.29
Τυροσίνη	3.13	3.40	3.23	3.28	3.22	2.60
Ασπαργινικό οξύ	9.10	9.49	9.37	9.30	9.07	8.54
Σερίνη	3.82	3.84	4.27	4.18	3.61	4.75
Γλουταμινικό οξύ	12.77	12.96	12.92	11.93	12.70	12.79
Προλίνη	4.15	4.17	4.52	5.43	4.58	5.34
Γλυκίνη	5.97	5.62	6.92	8.15	6.78	9.92
Αλανίνη	6.25	6.31	6.17	6.76	5.94	6.31
% ακατέργαστης πρωτεΐνης	73.6	65.4	65.4	53.24	62.01	65.01
% υγρασίας	6.93	8.01	9.00	6.20	8.25	8.49
% τέφρας						20.92

5.3.4. ΑΛΛΟΙ ΘΡΕΠΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΩΝ

Τα ιχθυάλευρα είναι μια πλούσια πηγή σε βιταμίνες και μέταλλα που παίζουν σημαντικό ρόλο στη διατροφή των ζώων. Η περιεκτικότητα μερικών μορφών της βιταμίνης Β σε διάφορα ιχθυάλευρα δίνεται στον Πίνακα 5.5.

Ωστόσο είναι συνηθισμένη η προσθήκη, στα μίγματα τροφών, συνθετικών βιταμινών και επομένως οι βιταμίνες των ιχθυάλευρων μπορεί να μην έχουν μεγάλη σημασία. Η χολίνη όμως θα μπορούσε να είναι η εξαίρεση σε αυτόν τον κανόνα μια και αποτελεί συστατικό της βιταμίνης Β και υπάρχει σε αφθονία στα ιχθυάλευρα. Ως εκ τούτου λοιπόν αυτά είναι πλούσια πηγή χολίνης στις τελικές δίαιτες των ζώων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5

ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΒΙΤΑΜΙΝΩΝ Β ΣΤΑ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΑ

ΒΙΤΑΜΙΝΗ (ppm)	ΠΕΡΟΥΒΙΑΝΗ ΑΝΤΙΣΟΥΓΙΑ	ΡΕΓΓΑ ΝΟΡΒΗΓΙΑΣ	ΛΕΥΚΟ ΨΑΡΙ	MENHADEN
Πανθοθενικό οξύ	9.3	30.6	15.0	8.8
Ριβοφλαβίνη	6.6	7.3	6.5	4.8
Νιασίνη	95.0	126.0	50.0	55.0
Φολικό οξύ	0.16	0.5	0.5	-
Χολίνη	4400	4400	4400	4400
B12	0.18	0.25	0.07	0.06
Βιοτίνη	0.26	0.42	0.08	0.26

Τα πιο σημαντικά από τα απαραίτητα μέταλλα των ιχθυάλευρων είναι το ασβέστιο και ο φώσφορος που συχνά προστίθενται στα μίγματα τροφών. Το επίπεδο του ασβεστίου και του φωσφόρου στα ιχθυάλευρα μετριέται στο τελικό μίγμα. Η παρουσία αυτών των δύο μετάλλων αυξάνει την αξία των ιχθυάλευρων. Τα ιχθυάλευρα επίσης είναι πλούσια πηγή σε σελήνιο, το οποίο είναι ελλιπές στις φυσικές δίαιτες των ζώων. Η προσθήκη ιχθυάλευρων σε μίγματα τροφών εξασφαλίζει την περιεκτικότητά τους ως προς το σελήνιο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΩΝ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΩΝ ΣΕ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΜΕΤΑΛΛΑ**

ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΕΡΟΥΒΙΑΝΗ ΑΝΤΣΟΥΓΙΑ	ΡΕΓΓΑ ΝΟΡΒΗΓΙΑΣ	ΛΕΥΚΟ ΨΑΡΙ	MENHADEN
Τέφρα (%)	15.4	10.1	20.0	18.0
Ασβέστιο (%)	3.95	1.95	8.0	5.26
Φώσφορος (%)	2.60	1.50	4.8	2.98
Νάτριο (%)	0.87	0.42	-	0.34
Μαγνήσιο (%)	0.25	0.11	0.15	0.14
Ποτάσιο (%)	0.65	1.20	0.9	0.72
Σίδηρος (ppm)	246	150	300	438
Χαλκός (ppm)	10.6	5.4	7.0	11.4
Ψευδάργυρος (ppm)	111	120	100	151
Μαγγάνιο (ppm)	9.7	2.4	10.0	35.6
Ιώδιο (ppm)	-	2.4	-	-
Σελήνιο (ppm)	1.39	2.78	1.50	2.22

5.4. ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΩΝ

Όπως προαναφέρθηκε, οι χρήσεις των ιχθυάλευρων είναι ποικίλες. Εκτός από τη χρήση τους στις τροφές πουλερικών και γουρουνιών, υπάρχουν και ιδιαίτερες χρήσεις αυτών σε τροφές για νεαρά μοσχάρια και γουρούνια, κατοικίδια ζώα, mink και εκτρεφόμενα ψάρια. Επειδή υπάρχουν διαφορές κατά τη χρήση των ιχθυάλευρων στις ζωικές τροφές, θα αναφέρουμε ξεχωριστά την κάθε περίπτωση.

Νεαρά μοσχάρια

Πρόσφατες έρευνες είχαν ως στόχο να αντικαταστήσουν τις πρωτεΐνες του γάλακτος στη διατροφή των νεαρών αγελάδων από ζωική πρωτεΐνη. Έτσι ιχθυάλευρα με χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος χρησιμοποιήθηκαν ως τροφή για τα νεαρά μοσχάρια, χωρίς να εμφανιστούν παρενέργειες σε αυτά. Σε υγρή τροφή έχουν αναφερθεί προβλήματα σχηματισμού ιζήματος από πρωτεΐνες ψαριών, αλλά αυτό το πρόβλημα έχει ξεπεραστεί με το άλεσμα των ιχθυάλευρων σε ψιλή σκόνη, κάνοντας την υγρή τροφή πιο παχύρρευστη. Επίσης η τροφή υπό ρευστή μορφή μπορεί να έχει οσμή ιχθυάλευρου, αλλά δεν υπάρχει πρόβλημα αποδοχής της από τα ζώα. Η υψηλή περιεκτικότητα

των ιχθυάλευρων σε σίδηρο ίσως να είναι μειονέκτημα εάν επιθυμείται το ανοιχτόχρωμο κρέας στα μοσχάρια.

Νεαρά γουρούνια

Από ιχθυάλευρα σε σκόνη προκύπτει, κατόπιν διάλυσης, ένα προϊόν καλής ποιότητας, δίνοντας καλά αποτελέσματα, όπως οι πρωτεΐνες του γάλακτος, όταν τα νεαρά γουρούνια ταΐσθούν με το υγρό που τους χορηγείται από την 4^η ημέρα της ζωής τους (πρακτικά τα γουρούνια σταματάνε να τρέφονται μετά από 6 εβδομάδες από τη γέννησή τους). Επίσης ιχθυάλευρα σταθεροποιημένα με αντιοξειδωτικά έχουν δώσει εξίσου καλά αποτελέσματα όπως και το γάλα, όταν απογαλακτισμένα γουρούνια ταΐστηκαν με αυτά σε μορφή ξηρής τροφής για 3 εβδομάδες.

Ιχθυοτροφές

Το ιχθυάλευρο που προέρχεται από την επεξεργασία ολόκληρου ψαριού αποτελεί πηγή ενέργειας και ιχνοστοιχείων και είναι πολύ εύπεπτο και εύγευστο για τα περισσότερα ψάρια. Περιέχει 60 - 80% πρωτεΐνες και το 80 - 95% του προηγούμενου ποσοστού αφομοιώνεται από τα ψάρια. Περιέχει επίσης υψηλά ποσοστά λυσίνης και μεθειονίνης, των δύο αμινοξέων τα οποία είναι ανεπαρκή σε άλλες θρεπτικές ύλες. Η περιεκτικότητά τους σε λιπαρά οξέα της σειράς ω3 είναι 1 - 2.5%, τα οποία είναι απαραίτητα στις δίαιτες πολλών ψαριών.

Το ιχθυάλευρο που προέρχεται από υπολείμματα της επεξεργασίας ψαριών ή κονσερβοποιείων είναι κατώτερης ποιότητας και περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες. Περιέχει επίσης τέφρα και χρησιμοποιείται ως συμπλήρωμα στις δίαιτες των ψαριών για να εξισορροπήσει τις ελλείψεις σε ιχνοστοιχεία.

Τα εκτρεφόμενα είδη όπως σολωμοί, πέστροφες, catfish, χέλια, τιλάπιες, κ.α. έχουν σημαντικές απαιτήσεις σε πρωτεΐνη, προερχόμενη από ψάρια, στη διατροφή τους προκειμένου να έχουν καλή ανάπτυξη.

Λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής του, το ιχθυάλευρο χρησιμοποιείται με μέτρο στις δίαιτες των ψαριών, αν και στα χέλια και στους σολωμούς χρησιμοποιείται σε υψηλότερα ποσοστά. Έτσι το ποσοστό των ιχθυάλευρων που χρησιμοποιείται ποικίλει μεταξύ 10 και 70% στην τελική διαίτα. Προτιμούνται τα ιχθυάλευρα με χαμηλή συγκέντρωση σε λίπος καθώς

και τα ιχθυάλευρα σταθεροποιημένα με αντιοξειδωτικά και παρασκευασμένα από φρέσκα ψάρια.

Άλλες πηγές πρωτεΐνης, όπως το αιματάλευρο, κρεατάλευρο και τα άλευρα από υπολείμματα πτηνοτροφείων μπορούν ως κάποιο σημείο να αντικαταστήσουν μέρος των ιχθυάλευρων στις δίαιτες των ψαριών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7

ΦΟΡΜΟΥΛΕΣ ΤΡΟΦΩΝ ΓΙΑ ΓΑΡΙΔΕΣ ΣΕ ΕΝΤΑΤΙΚΗ (38% ΠΡΩΤΕΪΝΗ) ΚΑΙ ΗΜΙΕΝΤΑΤΙΚΗ ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑ (30 ΚΑΙ 25% ΠΡΩΤΕΪΝΗ)

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΡΩΤΕΪΝΗΣ		
	38%	30%	25%
Ιχθυάλευρο	16	12	10
Αλεύρι από γαρίδες	15	10	10
Αλεύρι από σουπιές	5	-	-
Αλεύρι από σόγια	30.8	28.6	20.8
Προϊόντα ή υποπροϊόντα δημητριακών	22 - 24	39 - 41	49 - 51
Ιχθυέλαιο	4	4	4
Λεκιθίνη σόγιας	1	-	-
Χοληστερόλη	0.2	-	-
Φωσφορικό ασβέστιο	2.3	2.7	2.9
Μίγμα βιταμινών	0.5	0.5	0.5
Μίγμα ιχθών μετάλλων	0.05	0.05	0.05

Mink

Τα mink τρέφονται με τροφές σε υγρή μορφή που περιέχουν υπολείμματα ψαριών ή τροφές στερεής μορφής που έχουν παρόμοια σύνθεση με εκείνες που χρησιμοποιούνται για την διατροφή γουρουνιών και πουλερικών. Η ξηρή μορφή τροφής είναι εκείνη που προτιμάται λόγω της εύκολης χρήσης της. Το ποσό του ιχθυάλευρου ποικίλλει, αλλά ποσοστό πρωτεΐνης μέχρι και 60% μπορεί να προέρχεται από ιχθυάλευρα υψηλής ποιότητας (χαμηλής συγκέντρωσης σε λίπος, σταθεροποιημένα με αντιοξειδωτικά).

Τροφές για κατοικίδια ζώα

Γενικά υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες τροφών για κατοικίδια ζώα που είναι διαθέσιμες στην αγορά, η ελαφρά υγρή μορφή και η ξηρή μορφή. Η

ακριβής σύσταση αυτών των τροφών είναι δύσκολο να εξακριβωθεί εξαιτίας της μυστικότητας που υπάρχει από τους κατασκευαστές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8

ΑΦΟΜΟΙΟΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΩΝ

ΤΡΟΦΗ	ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ	
	ΟΛΙΚΟ ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΕΨΗΣ (%)
Κρεατάλευρο	53	48
Κρεατάλευρο και ιχθυάλευρο	51	45
Αιματάλευρο	80	62
Ιχθυάλευρο πτωχό σε τέφρα	71	66
Ιχθυάλευρο πλούσιο σε τέφρα	52	48
Ιχθυάλευρο με 50% πρωτεΐνη	53	49
Ιχθυάλευρο με 70% πρωτεΐνη	74	71
Ιχθυάλευρο με 65% πρωτεΐνη (λιπαρό)	68	65
Σκόνη γάλακτος	34	33

5.5. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΙΧΘΥΕΛΑΙΩΝ

5.5.1. ΓΕΝΙΚΑ

Τα ιχθυέλαια προέρχονται όπως αναφέραμε είτε από θαλάσσια θηλαστικά (φάλαινες), είτε από ψάρια (μπακαλιάρος, ρέγγα, αντσούγιες, menhaden). Επίσης και από τα ψάρια cod, halibut και shark τα οποία έχουν μεγάλα λιπώδη συκώτια, και περιέχουν έλαιο πλούσιο σε βιταμίνες Α και D.

Στα ιχθυέλαια έχουν παρουσιαστεί ασυνήθεις αναλυτικές δυσκολίες διότι αυτά περιέχουν μια ποικιλία από πολυακόρεστα λιπαρά οξέα που διαφέρουν στο μέγεθος της αλυσίδας και τον αριθμό των διπλών δεσμών. Ενώ τα συνήθη έλαια μπορούν γενικά να αναλυθούν στα όρια μερικών χαρακτηριστικών πολυακόρεστων οξέων, για τα ιχθυέλαια το μόνο δυνατό είναι ο καθορισμός των διαφόρων οξέων σύμφωνα με το μέγεθος της αλυσίδας τους (από την κατανομή του μεθυλεστερά) και έπειτα καθορίζεται ο μέσος βαθμός πολυακορεσμού για κάθε μέγεθος αλυσίδας.

Γενικά, βελτιώσεις στην επεξεργασία των ιχθυελαιών έχουν συμβάλλει στο να γίνει ο καθορισμός των πολυακόρεστων οξέων τους περισσότερο ακριβής. Μερικές από αυτές τις αναλύσεις αναφέρονται εδώ.

Επειδή τα ιχθυέλαια περιέχουν λιπαρά οξέα με περισσότερους από 3 διπλούς δεσμούς η αναγνώρισή τους γίνεται εύκολα μετά την υποβολή τους σε τεστ αλκαλοϊσομερείωσης και σε φασματοσκόπηση για το διαχωρισμό τους από άλλα έλαια.

5.5.2. Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΙΧΘΥΕΛΑΙΟΥ

Η ποιότητα του ιχθυελαίου καθορίζεται από το περιεχόμενο αυτού σε:

- ελεύθερα λιπαρά οξέα
- ασαπωνοποίητα συστατικά
- υγρασία.

Όπως προαναφέρθηκε τα ελεύθερα λιπαρά οξέα (*Free Fatty Acids*) δεν είναι επιθυμητά διότι επιβραδύνουν τη διαδικασία της υδρογόνωσης και πρέπει να απομακρυνθούν πριν από αυτή. Συνήθως το ιχθυέλαιο πωλείται με μέσο όρο ελεύθερων λιπαρών οξέων το 3% και μέγιστο ποσοστό το 7%, αλλά σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να φτάνει και το 20%. Ένα ιχθυέλαιο που περιέχει πάνω από 3% ελεύθερα λιπαρά οξέα για κάθε μια ποσοστιαία μονάδα έχει επιπλέον καθορισμένο κόστος για τον πωλητή. Το αντίστροφο συμβαίνει στην αντίθετη περίπτωση.

Τα ασαπωνοποίητα συστατικά είναι αυτά που βρίσκονται συχνά διαλυμένα στα λίπη και στα έλαια, τα οποία δεν είναι τριγλυκερίδια, αλλά διαλυμένες ουσίες (αλκοόλες, στερόλες, χρωστικές και υδρογονάνθρακες) σε συνηθισμένους διαλύτες λιπών. Ο λόγος για τον οποίο γίνεται ο προσδιορισμός των ασαπωνοποίητων συστατικών είναι κυρίως για να καθοριστεί η καθαρότητα του ελαίου.

Όσον αφορά την υγρασία τα μέγιστα επίπεδα αυτής καθορίζονται κυρίως για λόγους ποσοτικών. Έτσι ένα υψηλότερο επίπεδο υγρασίας στο έλαιο, όταν αυτό αποθηκεύεται σε δεξαμενές, μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία σκουριάς, οπότε και επιτάχυνσης της οξειδωσης λόγω της καταλυτικής δράσης του σιδήρου. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία ανεπιθύμητου χρώματος στο έλαιο που δύσκολα απομακρύνεται κατά την επεξεργασία του. Το μέγιστο ποσοστό υγρασίας είναι το 0.3%.

Υπάρχει ένας αριθμός δοκιμών (*tests*) στις οποίες υποβάλλεται το έλαιο πριν αυτό εκτεθεί σε υδρογόνωση. Αυτές δίνουν μερικές ενδείξεις για την

ποιότητα του ελαίου, όμως η ερμηνεία των αποτελεσμάτων διαφέρει από την μέθοδο ανάλυσης και την εμπειρία του αναλυτή. Μερικά από τα συνήθη τεστ περιγράφονται παρακάτω.

Μερικοί αναλυτές μετρούν την τιμή υπεροξειδίων (P.V.) στο έλαιο ή την απορρόφηση υπεριώδους ακτινοβολίας από το έλαιο σε μήκη κυμάτων 233 - 269 nm. Και οι δύο αυτές μέθοδοι δίνουν μια ένδειξη για το περιεχόμενο υπεροξειδίου του υδρογόνου στο έλαιο, το οποίο είναι το αρχικό χημικό προϊόν κατά την αντίδραση οξείδωσης που προκαλείται από την επίδραση ατμοσφαιρικού οξυγόνου με το έλαιο. Υψηλά επίπεδα τέτοιων τιμών υποδηλώνουν ότι το έλαιο δεν είχε υποστεί σωστή διαχείριση, ή είχε αποθηκευτεί υπό ακατάλληλες συνθήκες.

Άλλοι αναλυτές προτιμούν να μετρούν την τιμή ανισαδίνης (anisadine value). Αυτή η μέτρηση οδηγεί στην ανίχνευση διασπασμένων ενώσεων των υπεροξειδίων, γεγονός το οποίο συμβαίνει λόγω επιπλέον οξείδωσης του ελαίου. Έτσι ένα έλαιο που έχει υποστεί περαιτέρω οξείδωση θα έχει σχετικά χαμηλή τιμή υπεροξειδίων γιατί αυτά θα είναι διασπασμένα σε άλλα προϊόντα. Με το τεστ της ανισαδίνης ανιχνεύονται ακριβώς αυτά τα προϊόντα.

Άλλες αναλύσεις γίνονται για την μέτρηση του περιεχομένου των ιχθυελαίων σε σίδηρο και χαλκό, διότι είναι γνωστό ότι οι σε περίσσεια ποσότητες τέτοιων στοιχείων έχουν σαν αποτέλεσμα την οξείδωση του λίπους. Το ολικό θείο δε φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά την υδρογόνωση. Το αντίθετο όμως συμβαίνει με το ενεργό θείο, το οποίο μπορεί να δράσει σαν καταλύτης - δηλητήριο αυξάνοντας τη διάρκεια της υδρογόνωσης, επομένως και το κόστος.

Η τιμή του ιωδίου του ελαίου δίνει μια εκτίμηση του βαθμού ακορεσμού των λιπαρών οξέων. Όσο πιο ακόρεστα είναι τα λιπαρά οξέα, τόσο πιο πολύ υδρογόνο θα απαιτηθεί κατά τη διαδικασία της στερεοποίησης (*hardening*). Συνήθως έλαια διαφορετικής προέλευσης έχουν χαρακτηριστικές τιμές ιωδίου.

Ο φώσφορος υπάρχει στα ιχθυέλαια με τη μορφή ενώσεων, οι οποίες δρουν ως γαλακτώματα. Αυτά συνήθως απομακρύνονται από το έλαιο με το πλύσιμο και/ή χρησιμοποιώντας φωσφορικό οξύ πριν το ραφινάρισμα, έτσι ώστε να βελτιωθεί η απόδοση του ουδέτερου ελαίου. Το περιεχόμενο σε φώσφορο πρέπει να υπολογίζεται έτσι ώστε να μπορεί να καθοριστεί και η

απαιτούμενη ποσότητα φωσφορικού οξέως για τη διάσπαση των φωσφορικών ενώσεων.

5.6. ΠΟΙΟΤΙΚΑ STANDARDS ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ ΙΧΘΥΕΛΑΙΩΝ

5.6.1. ΕΛΑΙΟ ΦΑΛΑΙΝΑΣ

Το έλαιο φάλαινας είναι το σημαντικότερο από τα έλαια που εξάγονται από θαλάσσια θηλαστικά, παρόλο που η πτώση της ετήσιας παραγωγής και ζήτησης είναι ένα έμμεσο αποτέλεσμα της μείωσης των φαλαινών στις θάλασσες, καθώς και του περιορισμού της φαλινοθηρίας.

Το έλαιο αυτό βρίσκει εφαρμογές στη βιομηχανία σαπουνιών, μαργαρίνης και υποκατάστατων βουτύρου (*shortening*). Στο εμπόριο το έλαιο κατατάσσεται σε διάφορες ποιότητες που φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9

ΕΜΠΟΡΙΚΟΙ ΒΑΘΜΟΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΛΑΙΟ ΦΑΛΑΙΝΑΣ

ΒΑΘΜΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	ΧΡΩΜΑ	% ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ (max)	% ΠΗΚΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ & ΞΕΝΩΝ ΥΛΩΝ
0	Απαλό κίτρινο	0.5	-
1	Απαλό κίτρινο	1.0	0.5
2	Έντονο κίτρινο	6.0	0.5
3	Απαλό καφέ	15.0	1.0
4	Σκουρόχρωμο	30.0	1.0

Τα ποιοτικά standards για τα φαλαινέλαια έχουν ως εξής:

Ειδική πυκνότητα στους 25°C	0.910 - 0.920
Δείκτης διάθλασης στους 25°C	1.470 - 1.477
Τιμή ιωδίου	110 - 135
Αριθμός σαπωνοποίησης	185 - 202
Ασαπωνοποίητα συστατικά	όχι πάνω από 2%

5.6.2. ΕΛΑΙΟ ΣΑΡΔΕΛΑΣ

Όταν το έλαιο σαρδέλας υδρογονωθεί μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία σαπουνιών και λιπαντικών. Χωρίς καμία άλλη επεξεργασία αυτό χρησιμοποιείται στη ζωγραφική, στα βερνίκια, την τυπογραφική μελάνη και αλλού (*drying oil applications*).

Ποιοτικά standards του ελαίου δίνονται παρακάτω:

Τιμή ιωδίου	170 - 188
Αριθμός σαπωνοποίησης	188 - 199
Δείκτης διάθλασης στους 25°C	1.478 - 1.480
Ασαπωνοποίητα συστατικά	0.1 - 1.25%
Ελεύθερα λιπαρά οξέα	0.1 - 13%
Ειδική πυκνότητα στους 25°C	0.914 - 0.921

5.6.3. ΕΛΑΙΟ ΑΠΟ ΜΕΝΗΑΔΕΝ

Το έλαιο αυτό εμφανίζει μια ποικιλία στις τιμές ιωδίου και στη σύνθεση εν συγκρίσει με τα έλαια σαρδέλας.

Τα χαρακτηριστικά του ελαίου έχουν ως εξής:

Τιμή ιωδίου	150 - 165 (μ.ο. 159)
Δείκτης διάθλασης στους 60°C	1.4590 - 1.4623 (μ.ο. 1.4608)
Αριθμός σαπωνοποίησης	192 - 199 (μ.ο. 196)
Σημείο ρευστοποίησης	22 - 28°C (μ.ο. 24°C)
Ειδική πυκνότητα στους 60°C	0.903
Ασαπωνοποίητα συστατικά	1%

Το έλαιο από menhaden χρησιμοποιείται στα βερνίκια και την τυπογραφική μελάνη, καθώς και στη βιομηχανία λιπών μετά από υδρογόνωση.

5.6.4. ΕΛΑΙΟ ΡΕΓΓΑΣ

Το έλαιο ρέγγας ποικίλλει πάρα πολύ στα χαρακτηριστικά και τη σύνθεση ανάλογα με την εποχή. Τα χαρακτηριστικά του ελαίου έχουν ως εξής:

Τιμή ιωδίου	115 - 160 (μ.ο. 140)
Δείκτης διάθλασης στους 25°C	1.473 - 1.478
Αριθμός σαπωνοποίησης	181 - 187 (μ.ο. 184)
Σημείο ρευστοποίησης	9 - 37°C (μ.ο. 22°C)
Ελεύθερα λιπαρά οξέα	0.2 - 0.5%
Ασαπωνοποίητα συστατικά	0.5 - 1.7%

5.6.5. ΕΛΑΙΟ ΑΝΤΣΟΥΓΙΑΣ

Κατά μέσο όρο οι φυσικές σταθερές του ακατέργαστου ελαίου αντσούγιας έχουν προσεγγιστικά ως εξής:

Τιμή ιωδίου	184
Ξένες ύλες	0.04%
Χρώμα (Gardner)	13
Υγρασία	0.4%
Ελεύθερα λιπαρά οξέα	2.2%
Ασαπωνοποίητα συστατικά	1%

Η κατανομή των λιπαρών οξέων σε ραφιναρισμένο έλαιο έχει ως εξής:

Κορεσμένα	39.75%
Μονοακόρεστα	29.28%
Πολυακόρεστα	25.59%

5.6.6. ΗΠΑΤΕΛΑΙΑ

Το συκώτι από τον μπακαλιάρο του Ατλαντικού (*Gadus morrhua*) περιέχει 30 - 70% έλαιο. Έτσι το είδος αυτό χρησιμοποιείται συνήθως για την εξαγωγή ηπατελαίου. Το έλαιο ποικίλλει σημαντικά στην τιμή ιωδίου, στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και στη γενική ποιότητα. Το ανώτερης ποιότητας έλαιο χρησιμοποιείται αποκλειστικά ως ιατρικό λάδι, ενώ το κατώτερης ποιότητας χρησιμοποιείται για βιομηχανική χρήση κυρίως στη βιομηχανία δέρματος. Στην Ιαπωνία έχει αναπτυχθεί μια βιομηχανία που έχει σχέση με την εξαγωγή βιταμινών που προέρχονται από ηπατέλαια. Η συλλογή του ελαίου γίνεται με αυτόλυση ή με αλκαλική πέψη των συκωτιών. Με μοριακή απόσταξη λαμβάνεται η βιταμίνη Α σε καθαρή μορφή (η

αναλογία στο συκώτι είναι 3000 - 30000 U.S.P./gr). Το υπόλοιπο έλαιο έπειτα από υδρογόνωση χρησιμοποιείται για συστατικό λιπών (π.χ. μαργαρίνης). Βεβαίως η βιταμίνη Α δεν μπορεί να συναγωνιστεί τη συνθετική βιταμίνη Α των Η.Π.Α.

Τα χαρακτηριστικά αυτού του ελαίου δίνονται παρακάτω:

Τιμή ιωδίου	118 - 190, συνήθης 160 - 170
Αριθμός σαπωνοποίησης	182 - 191
Δείκτης διάθλασης στους 25°C	1.477 - 1.481
Ασαπωνοποίητα συστατικά	0.9 - 1.4%
Βιταμίνη Α	800 - 1500 U.I./gr
Βιταμίνη D	20 - 300 U.I./gr
Σημείο ρευστοποίησης	κάτω από 10°C

Η κατανομή των λιπαρών οξέων κατεργασμένου ηπατελαίου μπακαλιάρου με τιμή ιωδίου 172 έχει ως εξής:

Κορεσμένα	19%
Μονοενικά	4.5%
Διενικά	4.5%
Τριενικά	1.8%
Τετραενικά	2.6%
Πενταενικά	11.8%
Εξαενικά	1.5%

Οι υδρογονάνθρακες που περιέχονται σε ηπατέλαια μπακαλιάρου και σκυλόψαρου, έχουν αναλυθεί με τη μέθοδο της αέριας χρωματογραφίας βάση των ασαπωνοποίητων υλικών. Ακολουθεί η επεξεργασία με χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας για τα εναπομείναντα κλάσματα και ξανά με αέρια χρωματογραφία για τους υδρογονάνθρακες.

5.7. ΟΣΜΗ ΚΑΙ ΓΕΥΣΗ ΣΤΑ ΙΧΘΥΕΛΑΙΑ

Η δυσάρεστη οσμή στα ιχθυέλαια μερικές φορές είναι περιοριστικός παράγοντας για τη χρήση τους. Όταν η εφαρμογή τους αφορά το βιομηχανικό πλαίσιο, η οσμή ίσως να μην παίζει σημαντικό ρόλο. Όταν όμως η χρήση τους έχει άμεση σχέση με τους καταναλωτές (π.χ. στη ζωγραφική ή στα τρόφιμα) η δυσάρεστη οσμή αποτελεί περιοριστικό παράγοντα.

Ένας από τους βασικούς σκοπούς της έρευνας είναι και η ελάττωση της δυσάρεστης γεύσης, η οποία είναι αποτέλεσμα ταγγίσματος του λίπους στα ψάρια, που προκαλεί αλλοιώσεις στους οργανοληπτικούς χαρακτήρες του τελικού προϊόντος.

Η ποιότητα λοιπόν της πρώτης ύλης παίζει σπουδαίο ρόλο στην ποιότητα του τελικού προϊόντος, η οποία μπορεί να καλυτερεύσει και με σχετική επεξεργασία (π.χ. η επεξεργασία ηπατελαίων περιλαμβάνει την προσθήκη μέντας ή άλλων αρωμάτων, έτσι ώστε να ελαττωθεί η ανεπιθύμητη οσμή και να καλυφθεί η ανάλογη γεύση).

5.8. ΧΡΗΣΕΙΣ ΙΧΘΥΕΛΑΙΩΝ

Εδώ και πολλά χρόνια τα ιχθυέλαια έχουν δύο κύριες εφαρμογές. Η πρώτη αφορά τη χρήση τους ως συστατικό τροφών που προορίζονται είτε γι' ανθρώπινη κατανάλωση, είτε για την διατροφή των ζώων (π.χ. ιχθυοτροφές). Η δεύτερη αφορά τη χρήση τους σε διάφορες βιομηχανίες (π.χ. λιπαντικών).

Έτσι έχουν αναπτυχθεί ειδικοί τομείς στη βιομηχανία που προβλέπουν την παραγωγή αυτού του προϊόντος. Η προμήθειά του γίνεται, όπως προαναφέρθηκε, από φάλαινες και ψάρια. Μολονότι το έλαιο φάλαινας κάποτε υπολογιζόταν περί το 75% της συνολικής παραγωγής ιχθυελαίου, σήμερα αυτό υπολογίζεται στο ελάχιστο 2% αυτής της παραγωγής, γεγονός που δείχνει ότι το ιχθυέλαιο παράγεται ως επί το πλείστον από ψάρια.

Τα ιχθυέλαια αποτελούν ένα σημαντικό συστατικό για τη διατροφή του ανθρώπου από τη στιγμή που είναι μέρος της σάρκας των ψαριών. Τα ψάρια ως τρόφιμο περιέχουν ουσιαστικά ελάχιστο λίπος από τα ζώα της ξηράς. Το λίπος αυτό περιέχει λιπαρά οξέα τύπου n-3 που έχουν διαφορετική δράση στη φυσιολογία μας απ' ότι τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα τύπου n-6 που περιέχονται στα δημητριακά.

Πρόσφατες έρευνες έχουν οδηγήσει στη χρήση των ιχθυελαίων για φαρμακευτικούς σκοπούς. Έχει βρεθεί ότι αυτά είναι ικανά να μειώνουν το επίπεδο της χοληστερίνης στο αίμα. Επίσης βοηθούν στην παραγωγή μιας σημαντικής ομάδας λιπιδίων που λέγονται προσταγλανδίνες (*prostaglandins*). Αυτές είναι ρυθμιστές του μεταβολισμού και των φυσιολογικών λειτουργιών του οργανισμού και παρεμποδίζουν το φράξιμο των αρτηριών από την

περίσσεια λίπους. Έτσι λοιπόν τα ιχθυέλαια φέρουν ένα μοναδικό συνδυασμό από ενώσεις που επηρεάζουν θετικά την υγεία και την μακροζωία του ανθρώπου.

Τα ιχθυέλαια είναι συστατικό για πολλά σιτηρέσια ζώων το οποίο περιέχεται στα ιχθυάλευρα. Τα ιχθυάλευρα συνήθως περιέχουν πάνω από 12% ιχθυέλαιο το οποίο μπορεί να μεταβολιστεί και να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας από τα ζώα καθώς και να τους παρέχει τα αναγκαία λιπαρά οξέα.

Η παγκόσμια παραγωγή του ιχθυελαίου το 1987 ξεπέρασε τους 1.12 εκατ. τόνους. Το μεγαλύτερο ποσοστό από αυτήν την παραγωγή χρησιμοποιήθηκε ως συστατικό τροφίμων σε όλες τις ανεπτυγμένες χώρες εκτός των Η.Π.Α. Το ιχθυέλαιο στις Η.Π.Α. χρησιμοποιείται ως βιομηχανικό έλαιο το οποίο συναγωνίζεται το σογιέλαιο και το λινέλαιο. Η βιομηχανική χρήση του ιχθυελαίου εξαρτάται από διάφορες χημικές τροποποιήσεις στους διπλούς δεσμούς. Κάθε τύπος ελαίου δίνει ένα προϊόν με διαφορετικές φυσικές και χημικές ιδιότητες και με περισσότερες δυνατότητες χρήσεων απ' ότι το αρχικό έλαιο.

Παρακάτω δίνεται ένας κατάλογος με παλαιότερες και νεότερες χρήσεις των ιχθυελαίων.

1. Στη βυρσοδεψία.
2. Στην κατασκευή τυπογραφικής μελάνης.
3. Την κατασκευή μουσαμάδων ή λαδόπανων και πλαστικών.
4. Ως λιπαντικές ουσίες και γράσο.
5. Σε μίγματα εντομοκτόνων και μυκητιοκτόνων.
6. Στην καλλιέργεια μανιταριών.
7. Στη βιομηχανία σαπουνιών.
8. Ως προστατευτικό επίχρισμα.
9. Σε μίγματα ελαστικών και βερνικιών.
10. Σε μίγματα για καλαφάτισμα.
11. Ως λάδι επιμετάλλωσης δοχείων.
12. Για καθαρισμό κεραμικών.
13. Ως θρεπτικό υπόστρωμα.
14. Ως μέσο φωτισμού και καύσιμη ύλη.

Το στερεοποιημένο ιχθυέλαιο χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον στις μαργαρίνες και σε υποκατάστατα βουτύρου. Η μαργαρίνη είναι ένα μίγμα με

80% λίπος/ελαίου περίπου, στο οποίο έχει γίνει γαλάκτωμα 16% νερό ή γάλα με την προσθήκη 0.5% γαλακτωματοποιητών. Χρωστικές, άρωμα, βιταμίνες A και D, αλάτι και συντηρητικά είναι συστατικά τα οποία προστίθενται στο τέλος της επεξεργασίας. Το στερεοποιημένο ιχθυέλαιο χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή πλακών μαργαρίνης και όχι για σωληνάρια. Σε ορισμένες χώρες η χρήση στερεοποιημένου ιχθυελαίου σε επιτραπέζιες μαργαρίνες είναι περιορισμένη λόγω της παρουσίας χαρακτηριστικής οσμής (*hardening flavour*).

5.9. ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΟ ΑΠΟ ΜΕΝΗΑΔΕΝ

Περιγραφή προϊόντος: Το προϊόν είναι αποτέλεσμα επεξεργασίας ολόκληρου Menhaden fish.

Τυπική ανάλυση σύστασης:

Πρωτεΐνες	60%
Λιπαρά (ether extract)	11%
Τνες	1%
Υγρασία	7 - 11%
Πεψίνη	92%
Άμμος	όχι περισσότερο από 1%
Αλάτι (NaCl)	όχι περισσότερο από 3%

Φυσικές ιδιότητες: υφή άμορφος, το 100% να περνά από κόσκινο τύπου U.S. No7 και το 98% να περνά από κόσκινο No10.

Πυκνότητα όγκου: 512.6 - 608.7 kg/m³.

Μέθοδος επεξεργασίας: ολόκληρο το ψάρι μαγειρεύεται, εμβαπτίζεται σε νερό και λάδι και έπειτα αποξηραίνεται.

Παράγοντες που επιδρούν στην ποιότητα: Βασικός έλεγχος για Salmonella, πρόληψη οξείδωσης βάση επεξεργασίας με κάποιο αντιοξειδωτικό, αποθήκευση σε κανονικές συνθήκες, αποφυγή υψηλών θερμοκρασιών.

Μέγιστες θρεπτικές εφαρμογές: Τα ιχθυάλευρα χρησιμοποιούνται σε σιτηρέσια πτηνών (νεοσσοί, γεννήτορες, πάχυνση πουλερικών), χοίρων και εκτρεφόμενων ψαριών. Τα ιχθυάλευρα ανήκουν σε έναν τύπο τροφών η βάση του οποίου αποτελείται από τα αναγκαία (απαραίτητα) αμινοξέα από ενεργειακή άποψη, διαθέσιμο φώσφορο και ιχνοστοιχεία όπως το σελήνιο.

Εμπορευσιμότητα: Όλες οι πωλήσεις εκτελούνται βάση συμβάσεων μεταξύ αγοραστών και πωλητών.

ΣΥΜΠΗΚΤΑ ΑΠΟ ΜΕΝΗΑΔΕΝ **(CONDENSED MENHADEN FISH SOLUBLES)**

Περιγραφή προϊόντος: Πρώτα γίνεται υγρή αναγωγή του Menhaden fish και κατόπιν πραγματοποιείται συμπύκνωση διαμέσου εξατμίσεως.

Τυπική ανάλυση σύστασης:

Ακατέργαστη πρωτεΐνη	30%
Ακατέργαστο λίπος	11%
Ακατέργαστες ίνες	0%
Υγρασία	50%
Τέφρα	8%
Φώσφορος	0.6%
Ασβέστιο	0.1%
Αλάτι (NaCl)	3%

Φυσικές ιδιότητες: Ρευστό, χρώμα καφέ, οσμή ψαριού.

Πυκνότητα όγκου: 1.1 kgr/lt.

Παράγοντες που επιδρούν στην ποιότητα: PH υψηλότερο του 5.5 ίσως προκαλέσει ζύμωση του προϊόντος.

ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΟ ΑΠΟ ΠΕΡΟΥΒΙΑΝΗ ΑΝΤΣΟΥΓΙΑ

Περιγραφή προϊόντος: Το προϊόν προέρχεται από μαγείρεμα, πίεση, στέγνωμα και άλεσμα ολόκληρου του ψαριού *Engraulis ringens J.* Υγρασία και λίπος

ελαττώνονται κατά την επεξεργασία. Ο,τιδήποτε αφαιρείται κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος και της επεξεργασία προστίθεται κανονικά στο αλεύρι.

Τυπική ανάλυση σύστασης:

ΣΥΣΤΑΣΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΟΔΗΓΟΥ ΑΓΟΡΑΣ	ΤΕΛΙΚΟ ΠΟΣΟΣΤΟ
Ακατέργαστη πρωτεΐνη (min)	65%	63 - 66%
Ακατέργαστο λίπος (min)	7%	7 - 11%
Ακατέργαστες ίνες (max)	1%	0 - 1%
Υγρασία (max)	10%	8 - 10%
Ασβέστιο (max)	6%	4 - 6%
Αλάτι (max)	3%	0 - 5%
Άμμος (max)	2%	0 - 3%
Πεψίνη (max)	92%	90 - 96%

Φυσικές ιδιότητες: Το 95 - 100% να περνά από κόσκινο Νο12, ενώ το 0 - 5% να περνά από κόσκινο Νο200.

Πυκνότητα όγκου: 650.0 kg/m³.

Παράγοντες που επιδρούν στην ποιότητα:

- Πρέπει να είναι ελεύθερο από Salmonella. Συνίσταται συνεχής έλεγχος για όλα τα ιχθυάλευρα.
- Το χρώμα δεν είναι απαραίτητο μέτρο για την ποιότητα, αλλά αλεύρι σκοτεινού χρώματος (καμμένο) πρέπει να αποφεύγεται. Το χρώμα πρέπει να είναι το χαρακτηριστικό του φρέσκου ιχθυάλευρου, απαλλαγμένο από τάγγισμα και κάψιμο.
- Εκτός από την υγρασία μειώνεται και το ποσοστό των πρωτεϊνών. Με την υψηλή θερμοκρασία καταστρέφονται τα απαραίτητα αμινοξέα.

Εμπορευσιμότητα: Όλες οι πωλήσεις εκτελούνται βάση συμβάσεων μεταξύ αγοραστών και πωλητών.

ΛΙΠΟΣ ΑΝΤΣΟΥΓΙΑΣ (ANCHOVY FEED FAT)

Περιγραφή προϊόντος: Το προϊόν είναι αποτέλεσμα επεξεργασίας ολόκληρου του ψαριού και είναι επιλεγμένο ως συστατικό τροφών.

Τυπική ανάλυση σύστασης:

Ελεύθερα λιπαρά οξέα (ολεϊκό)	15%
Υγρασία	2%
Ξένες ύλες	0.75%
Ασαπυνοποίητα συστατικά	1.5%
Κλάσμα λιπαρών οξέων (%ακόρεστων : %κορεσμένων)	1.9%

Φυσικές ιδιότητες: άρωμα ψαριού, λιπαρό ρευστό προς υγρό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Πυκνότητα όγκου: Συνήθως 3.5 kg/l. Ποικίλλει με τη θερμοκρασία και τη σύνθεση των λιπαρών οξέων.

Παράγοντες που επιδρούν στην ποιότητα: Λανθασμένες συνθήκες αποθήκευσης, έκθεση σε υπερβολική υγρασία και ξένες ύλες πρέπει να αποφεύγονται.

Μέγιστες θρεπτικές εφαρμογές:

- Πηγή ενέργειας.
- Για τον έλεγχο σκόνης σε ιχθυοτροφές.
- Για την παρασκευή pellets.
- Σημαντική πηγή λιπαρών οξέων.

Σημείωση: Υψηλά ποσοστά σε διαίτες ζώων μπορεί να γίνουν αιτία για μυρωδιά ψαριού σε κρέας, γάλα και αυγά.

ΛΙΠΟΣ MENHADEN (MENHADEN FEED FAT)

Περιγραφή προϊόντος: Λίπος από την επεξεργασία ολόκληρου ψαριού Menhaden.

Τυπική ανάλυση σύστασης:

Ελεύθερα λιπαρά οξέα (ολεϊκό)	15%
Υγρασία	2%
Ξένες ύλες	0.75%
Ασαπυνοποίητα συστατικά	1.5%

Κλάσμα λιπαρών οξέων

(%ακόρεστων : %κορεσμένων)

1.6%

Φυσικές ιδιότητες: άρωμα ψαριού, λιπαρό ρευστό προς υγρό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Πυκνότητα όγκου: Συνήθως 3.5 kg/lit. Ποικίλλει με τη θερμοκρασία και τη σύνθεση των λιπαρών οξέων.

Παράγοντες που επιδρούν στην ποιότητα: Λανθασμένες συνθήκες αποθήκευσης, έκθεση σε υπερβολική υγρασία και ξένες ύλες πρέπει να αποφεύγονται.

Μέγιστες θρεπτικές εφαρμογές:

- Πηγή ενέργειας.
- Για τον έλεγχο σκόνης σε ιχθυοτροφές.
- Για την παρασκευή pellets.
- Σημαντική πηγή λιπαρών οξέων.

Σημείωση: Υψηλά ποσοστά σε δίαιτες ζώων μπορεί να γίνουν αιτία για μυρωδιά ψαριού σε κρέας, γάλα και αυγά.

ΛΙΠΟΣ ΤΟΝΟΥ (TUNA FEED FAT)

Περιγραφή προϊόντος: Λίπος που προέρχεται από υπολείμματα κατά την κονσερβοποίηση τόνου και χρησιμοποιείται ως συστατικό τροφών.

Τυπική ανάλυση σύστασης:

Ελεύθερα λιπαρά οξέα (ολεϊκό)	15%
Υγρασία	2%
Ξένες ύλες	0.75%
Ασαπωνοποίητα συστατικά	1.5%
Κλάσμα λιπαρών οξέων	
(%ακόρεστων : %κορεσμένων)	1.94%

Φυσικές ιδιότητες: άρωμα ψαριού, λιπαρό ρευστό προς υγρό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Πυκνότητα όγκου: Συνήθως 3.5 kg/lit. Ποικίλλει με τη θερμοκρασία και τη σύνθεση των λιπαρών οξέων.

Παράγοντες που επιδρούν στην ποιότητα: Λανθασμένες συνθήκες αποθήκευσης, έκθεση σε υπερβολική υγρασία και ξένες ύλες πρέπει να αποφεύγονται.

Μέγιστες θρεπτικές εφαρμογές:

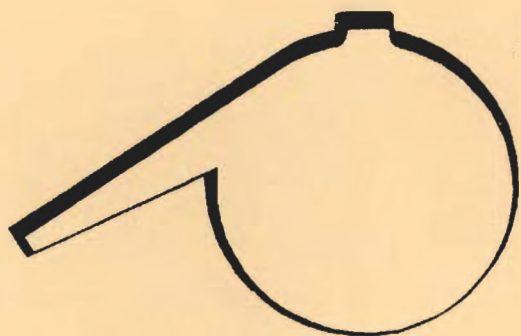
- Πηγή ενέργειας.
- Για τον έλεγχο σκόνης σε ιχθυοτροφές.
- Για την παρασκευή pellets.
- Σημαντική πηγή λιπαρών οξέων.

Σημείωση: Υψηλά ποσοστά σε δίαιτες ζώων μπορεί να γίνουν αιτία για μυρωδιά ψαριού σε κρέας, γάλα και αυγά.

* Οι μέθοδοι ανάλυσης παρέχονται από τον Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C), current edition, May, 1973.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ - ΑΠΟΒΟΛΗΣ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΤΑ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΑ



6.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μικροβιολογική και χημική σταθερότητα της ξηρής τροφής και γενικά των τροφίμων εξαρτώνται από την a_w (*water activity*) του προϊόντος ή αλλιώς από το συντελεστή ενεργού νερού για την ανάπτυξη των μικροβίων στο τρόφιμο. Στα ιχθυάλευρα οι πιο σημαντικοί περιοριστικοί παράγοντες είναι η οξείδωση των λιπιδίων και η αύξηση των μικροβίων. Από τη στιγμή που τα ιχθυάλευρα πακετάρονται σε πλαστικά, μη στεγανά υλικά, τείνουν να έλθουν σε ισορροπία με τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος κατά την αποθήκευση. Επίσης, τα ιχθυάλευρα εκτείθενται στις μεταβολές της θερμοκρασίας κατά τη μεταφορά και την αποθήκευση.

Τα ιχθυάλευρα είναι πολύ ετερογενή υλικά, και φυσικώς και χημικώς. Περιέχουν σωματίδια που προέρχονται από διαφορετικούς ιστούς ψαριού, κομμάτια οστών, λέπια και σε πολλές περιπτώσεις διαλυμένο και αιωρούμενο υλικό από *stickwater* και *bloodwater*. Στο *stickwater* και στο *bloodwater* περιέχεται ένα σημαντικό ποσοστό των τελικών στερεών του ιχθυάλευρου. Η γνώση της σχέσης μεταξύ της ισοδύναμης σχετικής υγρασίας και της περιεχόμενης υγρασίας στα ιχθυάλευρα και στα υδρολυμένα συστατικά των ψαριών (*fish hydrolysates*) είναι σημαντική για το σχεδιασμό του απαιτούμενου εξοπλισμού ξήρανσης, μεταφοράς και αποθήκευσης καθώς και των υλικών συσκευασίας.

Ο Labuza et. al. (1985) καθόρισε τις ισόθερμες καμπύλες προσρόφησης για ένα ιχθυάλευρο του Μαρόκου σε τέσσερις θερμοκρασίες κι έφτιαξε ένα μοντέλο αποβολής και προσρόφησης υγρασίας. Επίσης, το μοντέλο των ισόθερμων των Guggenheim - Anderson - de Boer (GAB) είναι μια εξίσωση τριών παραμέτρων με φυσικούς συντελεστές που μπορεί να εφαρμοστεί για τιμές a_w μέχρι και 0.9. Οι καμπύλες σχεδιάζονται προσεγγίζοντας μια παλινδρόμηση στις πειραματικές τιμές (Bizot, 1983). Το αντικείμενο αυτής της έρευνας ήταν ο καθορισμός και η ερμηνεία των ισόθερμων προσρόφησης και αποβολής σε ιχθυάλευρα και σε υδρολυμένα συστατικά αυτών ως προς τη θερμοκρασία.

6.2. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ - ΑΠΟΒΟΛΗΣ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΥΜΕΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ (Aguilera J.M. & Cortès L.)

6.2.1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Όλα τα ιχθυάλευρα και τα υδρολυμένα συστατικά χορηγήθηκαν από το εργοστάσιο ιχθυάλευρων Sociedad Pesquera Guanaye S.A. στην πόλη Inquique της Χιλής. Το ιχθυάλευρο προήλθε από την Ισπανική σαρδέλα (*Sardinops sagax*). Το ιχθυάλευρο Α (FMA) περιείχε διαλυμένο υλικό από υδρολυμένο stickwater και bloodwater, ενώ το ιχθυάλευρο Β (FMB) όχι. Τα κύρια χαρακτηριστικά και η σύνθεση των χρησιμοποιούμενων δειγμάτων έχουν ως εξής:

ΔΕΙΓΜΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	% ΠΡΩΤΕΪΝΗΣ	% ΤΕΦΡΑΣ
Ιχθυάλευρο Α	Με διαλυμένο υλικό	68.9	16.0
Ιχθυάλευρο Β	Χωρίς διαλυμένο υλικό	64.4	14.5
Stickwater	Ξηραμένο με ψεκασμό	76.7	21.1

Το περιεχόμενο της υγρασίας καθορίστηκε, σύμφωνα με τον Α.Ο.Α.Σ. (Association of Official Analytical Chemists, 1980), σε φούρνο κενού, στους 70°C και πίεση 673 mmHg ή στους 26.5°C υπό κενό. Οι συντελεστές ενεργού νερού στους 25°C σε κορεσμένα διαλύματα αλάτων που χρησιμοποιήθηκαν για τον καθορισμό των ισόθερμων προσρόφησης - αποβολής ήταν: LiCl (0.115), K₂H₃O₂ (0.234), MgCl₂ (0.329), K₂CO₃ (0.443), Mg(NO₃)₂ (0.536), NaNO₂ (0.654), NaCl (0.765) και KCl (0.848).

Οι ισόθερμες της προσρόφησης υγρασίας καθορίστηκαν στους 15, 25 και 35°C τοποθετώντας 2 - 3 gr αφυδατωμένων δειγμάτων σε ξηραντήρες που περιείχαν κορεσμένα διαλύματα αλάτων με εύρος a_w 0.329 - 0.848. Οι ξηραντήρες ήταν τοποθετημένοι σε ένα θάλαμο ελεγχόμενης θερμοκρασίας και μονωμένο. Για το FMA το εύρος του a_w ήταν 0.115 - 0.234 έτσι ώστε να ταιριάζει στο μοντέλο GAB. Η ισόθερμη αποβολής φτιάχτηκε με δεδομένα που λήφθηκαν πρώτα από την ύγρανση του δείγματος με εξατμισμένο νερό στους 4°C και μετά από την έκθεσή του στα κορεσμένα διαλύματα αλάτων. Το μοντέλο GAB προσαρμόστηκε

στα δεδομένα προσρόφησης του FMA χρησιμοποιώντας τη μαθηματική έκφραση: $a_w/w = aa_w^2 + ba_w + c$ όπου:

- **W**: περιεχόμενο υγρασίας (gr νερού / gr ξηρής ουσίας)
- **a, b, c**: σταθερές.

6.2.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι ισόθερμες προσρόφησης στους 25°C για το FMA, FMB, stickwater και αλεύρι από οστά (*bonemeal*), όπως και μια ισόθερμη αναφοράς που καθορίστηκε από τον Labuza et. al. φαίνονται στο Διάγραμμα (A). Το αρχικό εύρος του a_w ήταν από 0.3 - 0.85 το οποίο αντιπροσωπεύει τις συνθήκες περιβάλλοντος κατά την αποθήκευση και τη μεταφορά των ιχθυάλευρων. Η καμπύλη για το FMB (ιχθυάλευρο χωρίς διαλυμένα συστατικά) συμπίπτει με την καμπύλη αναφοράς. Δηλαδή η καμπύλη αναφοράς βασίστηκε σε ιχθυάλευρο που προήλθε μόνο από τη συμπιεσμένη μάζα (*press cake*). Η ισόθερμη απορρόφησης για το αλεύρι από οστά είναι σχεδόν οριζόντια, το οποίο υποδηλώνει μικρή σχέση μεταξύ της υγρασίας και του υλικού των οστών. Το αποξηραμένο stickwater σε σκόνη φαίνεται να έχει υψηλή υγροσκοπικότητα (επίπεδο a_w μεγαλύτερο του 0.3) που είναι αποτέλεσμα των υδρολυμένων πρωτεϊνών που περιέχει. Το FMA περιέχει υδρολυμένο stickwater, το οποίο προστέθηκε πριν την ξήρανση, παρουσίασε μια ενδιάμεση συμπεριφορά μεταξύ της καμπύλης του FMB και του ξηραμένου stickwater. Η μείωση του a_w σε μια σταθερή τιμή οφείλεται στην επίδραση των πεπτιδίων και των ελεύθερων αμινοξέων που έχουν την ικανότητα να ενώνονται με μόρια νερού σχηματίζοντας υδρίτες (Vallejo et. al., 1986). Οι ισόθερμες προσρόφησης των ιχθυάλευρων ποικίλλουν και εξαρτώνται από το βαθμό υδρόλυσης των διαλυμένων συστατικών που προστίθενται στην συμπιεσμένη μάζα. Αυτό υποδηλώνει ότι το περιεχόμενο υγρασίας δεν αποτελεί κριτήριο της σταθερότητας των ιχθυάλευρων, αλλά από αυτό εξαρτάται η μικροβιακή ανάπτυξη.

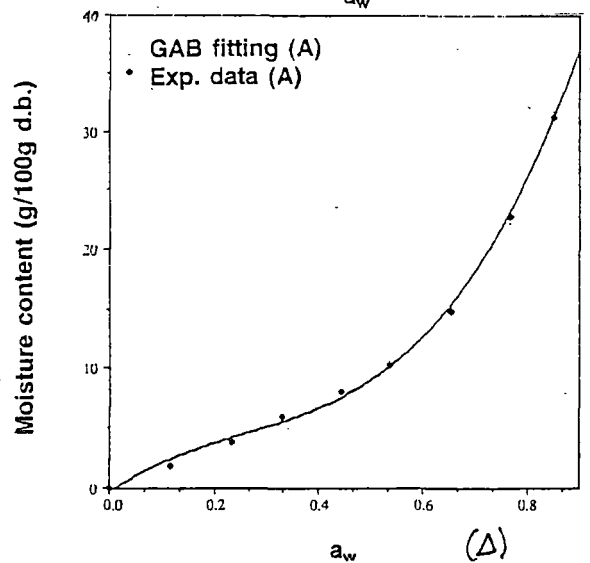
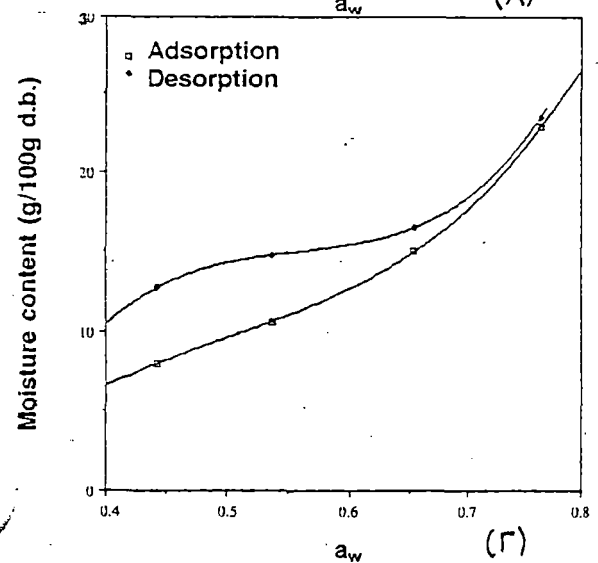
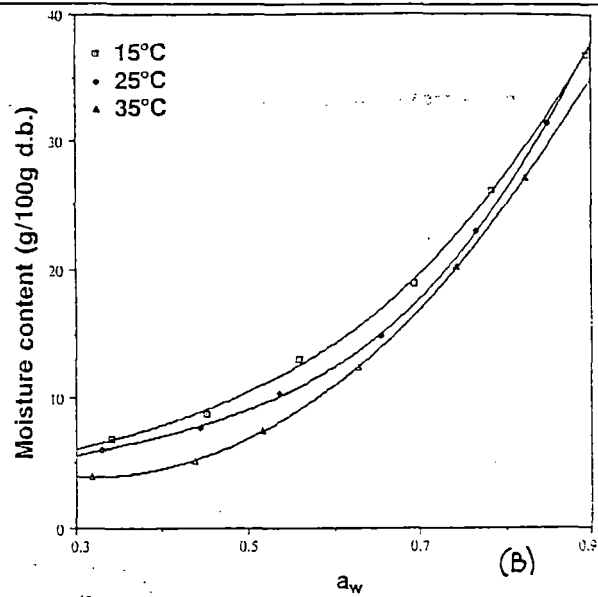
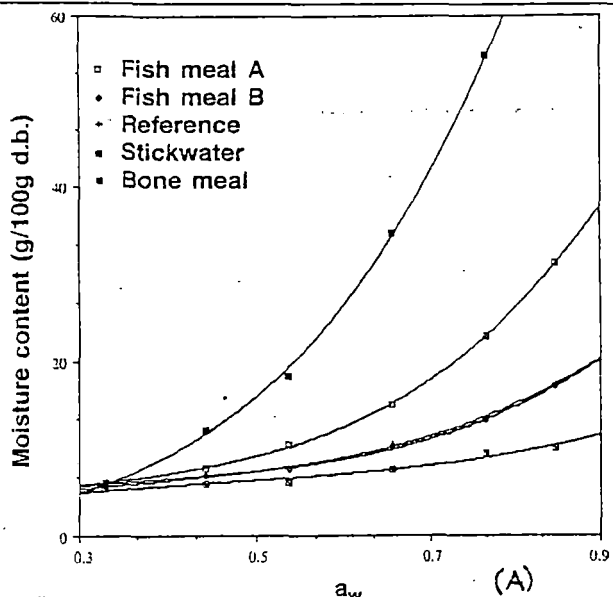
Οι ισόθερμες προσρόφησης του FMA που καθορίστηκαν στους 15, 25 και 35°C δίνονται στο Διάγραμμα (B). Είναι φανερό από το διάγραμμα

ότι για οποιαδήποτε σταθερά υγρασίας, μια αύξηση στη θερμοκρασία ακολουθείται και από μια μεγάλη αύξηση του a_w .

Στο Διάγραμμα (Γ) φαίνεται ότι για το ίδιο περιεχόμενο υγρασίας, επιτυγχάνεται μια πολύ υψηλότερη a_w κατά την προσρόφηση παρά κατά την αποβολή. Αφού η ξήρανση θεωρείται ως διαδικασία αποβολής, η περαιτέρω εξισορρόπηση των ιχθυάλευρων σε υψηλότερα επίπεδα υγρασίας (του περιβάλλοντος) μπορεί να προκαλέσει τιμές a_w του έξω από τα όρια που είχαν προβλεφθεί από την ισόθερμη αποβολής.

Η προσαρμογή των δεδομένων του FMA στο μοντέλο GAB, στους 25°C, (Διάγραμμα (Δ)) ήταν ικανοποιητική για τιμή $a_w = 0.99$, δίνοντας μια απόκλιση μικρότερη του 2%.

Συμπερασματικά, η προσθήκη διαλυμάτων ανυψώνει τη θερμοκρασία κατά την αποθήκευση και τη μεταφορά των ιχθυάλευρων και η εναλλαγή αφυδάτωσης - ύγρυνσης αυτών προκαλούν σημαντικές αλλαγές στο επίπεδο υγρασίας - a_w οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε σοβαρά προβλήματα όπως μικροβιακή αποσύνθεση.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ
ΣΤΟΙΧΕΙΑ

7.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΩΝ

Κάθε μονάδα επεξεργασίας έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά σε σχέση με τον τόπο εγκατάστασής της, γεγονός που καθιστά αδύνατο τον ακριβή υπολογισμό της καταναλισκόμενης ενέργειας. Είναι όμως δυνατό να υπολογιστεί η ενέργεια κατά τα διάφορα στάδια της επεξεργασίας. Η κατανάλωση καυσίμων για μια μεσαία μονάδα επεξεργασίας ιχθυάλευρων έχει ως εξής:

- ⊖ Ισοδύναμο κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας: 30 - 40 kW ανά τόνο προϊόντος ή 10 Kgr καυσίμων ανά τόνο ωμών ιχθυρών.
- ⊖ Κατανάλωση λαδιών καύσης για τις διαδικασίες θέρμανσης: 50 - 60 Kgr ανά τόνο ωμών ιχθυρών.
- ⊖ Σύνολο: 60 - 70 Kgr καυσίμων ανά τόνο ωμών ιχθύων.

Αν θεωρηθεί ότι η βιομηχανία επεξεργασίας βασίζεται εξ' ολοκλήρου στην ενέργεια και ότι η επεξεργαζόμενη πρώτη ύλη περιέχει 5% λίπος, 8% νερό και 14% άπαχα στερεά, η απαίτηση σε ενέργεια κατά τις διάφορες διαδικασίες έχει ως εξής:

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	ΔΕΔΟΜΕΝΑ	% ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
Βρασμός	ανύψωση της θερμοκρασίας της πρώτης ύλης από 10 σε 95°C	21
Εφαρμογή πίεσης	η θερμοκρασία κατά την πίεση ανυψώνεται από 30 σε 95°C	8
Συμπύκνωση stickwater	το 30% του stickwater είναι στερεά σωματίδια και η κατανάλωση ατμού κατά την εξάτμιση είναι 0.4 Kgr ατμού ανά Kgr stickwater	33
Ξήρανση	η συμπιεσμένη μάζα, τα στερεά συστατικά που διαχωρίστηκαν από το υγρό πρεσαρίσματος και η συμπύκνωση του stickwater ξηραίνονται μέχρι το ποσοστό του νερού να φτάσει το 8%. Το stickwater προθερμαίνεται στους 50°C πριν μπει στον αποξηραντήρα.	38
	ΣΥΝΟΛΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	100

Τα δύο κυριότερα στάδια κατανάλωσης είναι αυτά που έχουν σχέση με την αφαίρεση του νερού, δηλαδή η ξήρανση και η εξάτμιση του stickwater. Ο βρασμός απαιτεί μόνο το 20% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Συγκρίνοντας την κατανάλωση της ενέργειας που απαιτείται για την εξαγωγή του νερού κατά την πίεση και κατά την εξάτμιση, παρατηρείται ότι απαιτείται 3.5 φορές περίπου περισσότερη ενέργεια κατά την εξάτμιση. Από αυτήν την άποψη, η διαδικασία του πρεσαρίσματος, αν και δεν καταναλώνεται ατμός, είναι σημαντική στην παραγωγή μιας μάζας με όσο το δυνατόν λιγότερη υγρασία. Έτσι η συμπίεσμένη μάζα θα πρέπει να έχει υγρασία σε ποσοστό 40 - 50% προς εξοικονόμηση ενέργειας ανά τόνο πρώτης ύλης. Η κατανάλωση της θερμότητας μπορεί να μειωθεί με την εξάλειψη των διαρροών, τη χρήση ενδιάμεσης θερμότητας και όχι ατμού και ίσως την ανακύκλωση θερμότητας.

Η ενέργεια αποτελεί σημαντικό κόστος για μια μονάδα παραγωγής ιχθυάλευρων κι έτσι πρέπει συχνά να υπολογίζεται το ποσό των καυσίμων που καταναλώνονται για κάθε τόνο πρώτης ύλης, προς ελαχιστοποίηση της καταναλισκόμενης ενέργειας.

7.2. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Πάνω από 90 εκατ. μετρικοί τόνοι από ψάρια και όστρακα αλιεύονται ετησίως παγκόσμια. Το ψάρι Menhaden έφτασε το 1986 το 26% της ολικής παγκόσμιας αλιείας. Κατά μέσο όρο το 29% των ολικών αλιευμάτων μεταρέπονται σε ιχθυέλαια και σε ιχθυάλευρα. Στις Η.Π.Α αυτό το ποσοστό είναι υψηλότερο (43%) διότι γίνονται μεγάλες συλλήψεις του ψαριού Menhaden. Η αλιεία οστρακόδερμων και ψαριών σε 50 μέρη των Η.Π.Α το 1987 ήταν 3.1 εκατ. μετρικοί τόνοι. Από αυτούς τα 1.8 εκατ. μ. τόνοι μετατράπηκαν σε ιχθυάλευρα και ιχθυέλαια, τα περισσότερα από Menhaden (1.3 εκατ. μ. τόνοι).

Το σογιέλαιο και τα ζωικά λιπαρά φτάνουν το 50% της ολικής παραγωγής ελαίων, ενώ τα ιχθυέλαια από ψάρια, θαλάσσια θηλαστικά και ηπατέλαια υπολογίζονται λίγο παραπάνω από το 2% της παγκόσμιας παραγωγής λιπών και ελαίων. Τα ιχθυέλαια από την επεξεργασία ολόκληρου ψαριού καταλαμβάνουν το 97% της ολικής προμήθειας ελαίων από αλιεύματα.

Σύμφωνα με μετρήσεις η παραγωγή εδάδιμων λιπών και ελαίων στις Η.Π.Α ήταν περίπου 7.6 εκατ. μ.τ. το 1988 και μαζί με το σογιέλαιο καταλαμβάνουν το 67% της ολικής παραγωγής λιπών και ελαίων. Στον Πίνακα 7.1 φαίνεται η παραγωγή των Η.Π.Α σε ιχθυέλαιο για τα έτη 1980 - 1987.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.1

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΙΧΘΥΕΛΑΙΩΝ ΚΑΙ ΕΛΑΙΩΝ ΑΠΟ ΜΕΝΗΑΔΕΝ ΣΤΙΣ Η.Π.Α 1980 - 1987 (× 1000 μ.τ.)

ΕΤΟΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ	
	ΙΧΘΥΕΛΑΙΟ	ΕΛΑΙΟ ΜΕΝΗΑΔΕΝ
1980	141	132
1981	83	77
1982	157	153
1983	181	174
1984	169	165
1985	129	126
1986	153	151
1987	135	134

Πηγή: Αμερικανικό Υπουργείο Εμπορίου, 1988Α.

Το έλαιο από Menhaden όπως παρατηρούμε αποτελεί το 99% (134 χιλ. μ.τ.) της ολικής παραγωγής ιχθυελαίων κατά το 1987. Τα ιχθυέλαια είναι σημαντική πηγή ενέργειας και αποτελούν πολύτιμο προϊόν εξαγωγής για διάφορες χώρες (Πίνακας 7.2).

Τα ιχθυέλαια συναγωνίζονται τα άλλα έλαια και λίπη στην αγορά κι έχουν ευρεία χρήση, κατόπιν υδρογόνωσης, από τις βιομηχανίες αρτοποιημάτων. Ο Πίνακας 7.3 δίνει μια σύγκριση τιμών για 5 έλαια στην παγκόσμια αγορά για τα έτη 1976 - 1988. Τα ιχθυέλαια έχουν τη χαμηλότερη τιμή.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.2

ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΧΩΡΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΙΧΘΥΕΛΑΙΩΝ
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ 1988 (× 1000 μ.τ.)

ΧΩΡΑ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ	ΕΞΑΓΩΓΕΣ	ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ
Βέλγιο	0	1	36
Δανία	80	42	16
Γερμανία	12	12	156
Άλλες χώρες της Ε.Ο.Κ	22	20	38
Ισλανδία	120	114	0
Ολλανδία	0	19	172
Ρωσία	92	1	0
Καναδάς	7	6	0
Μεξικό	6	0	1
Εκουαδόρ	26	4	0
Ιαπωνία	398	172	7
Αγγλία	9	4	197
Νορβηγία	83	85	65
Νότια Αφρική	48	34	0
Η.Π.Α	148	120	11
Κολομβία	0	0	18
Χιλή	205	100	0
Περού	138	52	36
Παναμάς	16	9	0
Νήσοι Φερόες	9	9	0
Σουηδία	4	3	7
Μαρόκο	7	5	0
Αργεντινή	4	0	0
Τουρκία	12	8	0
Ανατ. Ευρώπη	2	0	29
Άλλες χώρες	46	19	44
ΣΥΝΟΛΑ	1494	839	833

Πηγή: Περ. Oil World Annual, Απρ. 1988.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.3**ΤΙΜΕΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΛΙΠΩΝ ΚΑΙ ΕΛΑΙΩΝ ΣΤΙΣ Η.Π.Α (σε \$/μ.τ.)**

ΕΤΟΣ	ΙΧΘΥΕΛΑΙΟ	ΦΘΙΝΙΚΕΛΑΙΟ	ΣΟΦΙΕΛΑΙΟ	ΦΥΣΤΙΚΕΛΑΙΟ	ΛΑΡΔΙ
1976	370	415	460	450	482
1977	488	545	593	627	618
1978	453	550	580	733	626
1979	445	650	660	1020	716
1980	445	595	605	749	648
1981	415	560	525	581	610
1982	340	450	460	482	574
1983	385	545	573	743	503
1984	370	773	775	1120	575
1985	303	520	573	655	553
1986	275	318	417	358	465
1987	237	343	334	-	-
1988	373	445	489	-	-

Πηγή: International Association of Fishmeal Manufacturers (1975 - 1988).

7.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Εκτός από τους περιορισμούς που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια τα ιχθυάλευρα θα πρέπει να επιλέγονται βάση της αξίας τους. Πολλά ιχθυάλευρα χρησιμοποιούνται στις δίαιτες των ζώων και το κριτήριο επιλογής για τους αγοραστές είναι η τιμή. Έτσι συνήθως επιλέγεται το φθηνότερο. Ωστόσο, τα ιχθυάλευρα διαφέρουν ως προς την περιεκτικότητα των πρωτεϊνών και επομένως την τιμή. Παρακάτω δίνεται ένα παράδειγμα υπολογισμού στο οποίο συγκρίνονται ιχθυάλευρα από λευκό ψάρι με συγκέντρωση πρωτεΐνης 64% και τιμή \$286 / μ.τ. και ιχθυάλευρα αντσούγιας με συγκέντρωση πρωτεΐνης 69% και τιμή \$305 / μ.τ. Η σύγκριση των δύο ιχθυάλευρων γίνεται βάση της τιμής τους ανά Kgr πρωτεΐνης ως εξής:

$$\diamond \text{ ιχθυάλευρο από λευκό ψάρι} = \frac{\$286 / \mu.τ.}{640 \text{ Kgr πρωτεΐνης} / \mu.τ.} = \$0.447 / \text{Kgr πρωτ.}$$

$$\diamond \text{ ιχθυάλευρο από αντσούγια} = \frac{\$305 / \mu.τ.}{690 \text{ Kgr πρωτεΐνης} / \mu.τ.} = \$0.442 / \text{Kgr πρωτ.}$$

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι το ιχθυάλευρο από αντσούγια αν και είναι πιο ακριβό ανά μ.τ., η τιμή του ανά Kgr πρωτεΐνης είναι χαμηλότερη από αυτή του ιχθυάλευρου από λευκό ψάρι.

Συχνά γίνεται υπολογισμός του κόστους ιχθυάλευρου ανά μονάδα πρωτεΐνης, διαιρώντας την τιμή του με το ποσοστό της πρωτεΐνης που περιέχει:

$$\diamond \text{ιχθυάλευρο από λευκό ψάρι} = \frac{\$286 / \mu.τ.}{64} = \$4.47 / \text{μον. πρωτ.}$$

$$\diamond \text{ιχθυάλευρο από αντσούγια} = \frac{\$305 / \mu.τ.}{69} = \$4.42 / \text{μον. πρωτ.}$$

$$\diamond \text{ιχθυάλευρο από ρέγγα} = \frac{\$306 / \mu.τ.}{72} = \$4.25 / \text{μον. πρωτ.}$$

Το ιχθυάλευρο ρέγγας έχει τη μεγαλύτερη αξία μεταξύ των ιχθυάλευρων που αναφέρθηκαν καθώς και την καλύτερη τιμή με βάση την πρωτεΐνη. Η διαδικασία υπολογισμού των συστατικών με βάση το κόστος ανά μονάδα θρεπτικής αξίας μπορεί να εφαρμοστεί για οποιοδήποτε θρεπτικό συστατικό.

Για παράδειγμα θα αναφέρουμε τη σύγκριση μεταξύ της λυσίνης που προέρχεται από ιχθυάλευρο ρέγγας και της προσθήκης DL - λυσίνης.

Η DL - λυσίνη κοστίζει \$3.01 / Kgr και περιέχει 49% L - λυσίνη. Το κόστος ανά μονάδα είναι:

$$\frac{\$3010 / \mu.τ.}{49} = \$61.43 / \text{μονάδα λυσίνης.}$$

Το ιχθυάλευρο ρέγγας κοστίζει \$306 / μ.τ. και περιέχει 5.36% λυσίνη. Η τιμή ανά μονάδα λυσίνης είναι:

$$\frac{\$306 / \mu.τ.}{5.36} = \$57.09 / \text{μονάδα λυσίνης.}$$

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι κοστίζει λιγότερο το να αυξήσουμε το ιχθυάλευρο ρέγγας στις δίαιτες ζώων ώστε να ικανοποιηθούν οι διαιτητικές τους απαιτήσεις σε λυσίνη, από το να προσθέσουμε DL - λυσίνη.

Ανάλογοι υπολογισμοί γίνονται για να συγκριθεί η ενέργεια που αποδίδουν οι πρωτεΐνες ή τα λιπίδια. Το ιχθυέλαιο περιέχει περισσότερα cal απ' ότι οι πρωτεΐνες. Αν ένα ιχθυέλαιο κοστίζει \$484 / μ.τ. το κόστος για να πάρουμε 1000 Kcal είναι \$0.0605, το οποίο είναι μηδαμινό συγκρινόμενο με τα \$0.093 που κοστίζουν τα 1000 Kcal από το ιχθυάλευρο ρέγγας το οποίο κοστίζει φθηνότερα (\$448 / μ.τ.). Άρα το ιχθυέλαιο είναι φθηνότερη ενεργειακή πηγή στις δίαιτες των ζώων.

7.4. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΑΛΙΕΥΜΑΤΩΝ

Η οικονομική κατάσταση των αλιευτικών σκαφών και ιδίως των γρι - γρι στην Ελλάδα δεν είναι ικανοποιητική, διότι η μαζική παραγωγή σε ορισμένους μήνες του έτους είναι δύσκολο να απορροφηθεί. Εξάλλου οι τιμές των αλιευμάτων (κυρίως πελαγικά είδη) είναι δυσανάλογα χαμηλές ως προς το κόστος των εφοδίων, τις αμοιβές των αλιεργατών και ιδιαίτερα τις πάσης φύσεως δαπάνες των επιχειρήσεων.

Αν υπήρχαν οργανωμένες βιομηχανίες αλιευτικών προϊόντων ή και υποπροϊόντων (ιχθυέλαια - ιχθυάλευρα) η οικονομική κατάσταση των αλιευτικών επιχειρήσεων θα ήταν καλύτερη. Βέβαια η παραγωγικότητα των Ελληνικών θαλασσών είναι μικρή. Έτσι θα ήταν αντιοικονομικό το να αναπτυχθεί μια επιχείρηση επεξεργασίας ιχθυάλευρων που απαιτεί μεγάλες ποσότητες πελαγικών ειδών. Καλύτερη ιδέα ίσως αποτελούσε η εφαρμογή ενός συστήματος επεξεργασίας με μικροκύματα, το οποίο μπορεί να συνδυάζεται και με την παραγωγή άλλων προϊόντων ή ζωοτροφών με βάση το ψάρι. Ένα τέτοιο σύστημα έχει αρχίσει να αναπτύσσεται στην Καναδική βιομηχανία και είναι ιδανικό για μικρής εώς μεσαίας έντασης επιχειρήσεις. Το σύστημα αυτό αναπτύσσεται στο επόμενο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΩΟ

ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ
ΜΕΘΟΔΟΙ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ



8. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΞΗΡΑΝΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΙΧΘΥΡΩΝ (Martens R., και Husain H.)

8.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επεξεργασία ιχθυρών με τεχνολογία μικροκυμάτων έχει τα εξής πλεονεκτήματα: καλύτερη μεταφορά ενέργειας, ενίσχυση των χημικών και βιοχημικών αντιδράσεων, και μείωση των μικροβιακών φορτίων. Η τεχνολογία μικροκυμάτων, που έχει αρχίσει να εφαρμόζεται στην Καναδική βιομηχανία τροφών, δίνει θετικά αποτελέσματα όσον αφορά την αύξηση της παραγωγικότητας και την ποιότητα του προϊόντος.

Οι κύριοι στόχοι της τεχνολογίας των μικροκυμάτων είναι η απόδοση τροφών με βάση το κρέας καθώς και υποπροϊόντων της βιομηχανίας ιχθυρών και η παραγωγή από αυτά άλλων ζωοτροφών.

8.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ

Η ενέργεια των μικροκυμάτων για το βράσιμο και την ξήρανση διαφόρων υλών μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα σταδιακό ή σε ένα συνεχές σύστημα. Η πρώτη ύλη που προορίζεται για βράσιμο τοποθετείται σε μια διάτρητη ταινία και περνά μέσα από την κοιλότητα του φούρνου. Η ταχύτητα είναι τέτοια που επιτρέπει στην πρώτη ύλη να δέχεται την ενέργεια των μικροκυμάτων κι έτσι να βράζεται ή να ξηραίνεται.

Ο φούρνος (6kW) στην παρούσα έρευνα έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να προσφέρει το βέλτιστο προϊόν. Τα χαρακτηριστικά που αφορούν ένα τέτοιο σύστημα είναι:

- ποικιλία απόδοσης προϊόντος: μέχρι και 50 Kg/h
- ποικιλία στο χρόνο παραμονής: έως και 30 min
- ποικιλία στην εφαρμογή ισχύος: μέχρι 6 kW (max)
- άνοιγμα εισόδου - εξόδου: 20 mm διάμετρος
- δυνατότητα απορροής υγρών
- κατασκευή από ανοξείδωτο ατσάλι 304
- μήκος κύματος μικροκυμάτων: 2450 MHz
- 10 ξεχωριστές εστίες μικροκυμάτων (magnetrons) ισχύος 0.6 kW η καθεμία.

Η μοναδική πατέντα αυτού του φούρνου ελαχιστοποιεί την ανακλώμενη ενέργεια προς τα magnetrons κι έτσι διασφαλίζει τη μέγιστη ισχύ στην κοιλότητα του φούρνου.

8.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΡΟΦΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΙΣ ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ

Η συνηθισμένη διαδικασία απόδοσης χρησιμοποιεί κάρβουνα για να θερμάνει άμεσους και έμμεσους ξηραντήρες ατμού. Αυτοί οι ξηραντήρες εξαρτώνται από τη μεταφορά της θερμότητας από το περιβάλλον του ξηραντήρα προς το προϊόν. Για τη μείωση του χρόνου βρασμού αυτοί οι ξηραντήρες χρησιμοποιούν θερμοκρασίες πολύ μεγαλύτερες από τις απαιτούμενες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση οσμών που προκαλούνται από το σπάσιμο των πρωτεϊνικών αλυσίδων και επιπλέον τη μη αποδοτική χρήση ενέργειας.

Τα μικροκύματα, ως εναλλακτική λύση, δίνουν ενέργεια με τη μορφή θερμότητας κατευθείαν στο προϊόν. Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι: ηπιότερες συνθήκες επεξεργασίας, καλύτερη ποιότητα προϊόντος, μείωση των οσμών, καλύτερες συνθήκες εργασίας, εξοικονόμηση ενέργειας.

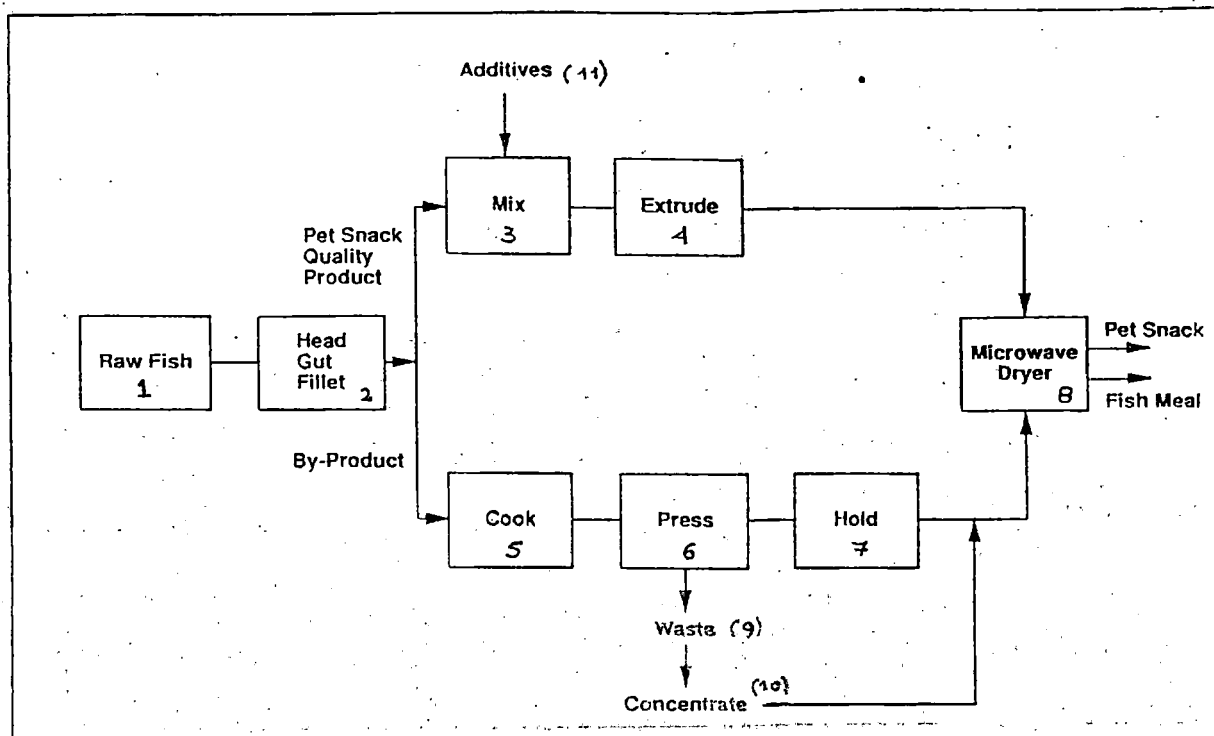
Υπάρχουν διάφορα εφαρμογές της επεξεργασίας με μικροκύματα οι οποίες εξαρτώνται από τη χωρητικότητα του συστήματος και τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά του προϊόντος. Για παράδειγμα, πρώτες ύλες με υψηλό περιεχόμενο λίπους αποβάλλουν μια αξιοσημείωτη ποσότητα νερού με το βράσιμο. Επομένως βράσιμο και ξήρανση μπορούν να λάβουν χώρα στον ίδιο φούρνο. Για πρώτες ύλες που δεν αποβάλλουν νερό εύκολα, ο προβρασμός ίσως είναι απαραίτητος.

Η έρευνα που έχει γίνει, δείχνει ότι το σύστημα μικροκυμάτων μπορεί να ανταγωνιστεί το συνηθισμένο σύστημα επεξεργασίας (Πίνακας 8.1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.1

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΟ ΣΥΝΗΘΙΣΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

	ΣΥΝΗΘΙΣΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ
Κόστος αγοράς (\$)	2890000	3078000
Κόστος διαχείρισης (\$)	1401000	837000
Καθαρό ετήσιο εισόδημα (\$)	1489000	2241000
Απόσβεση (έτη)	4	2.3



Εικόνα 8.1. 1) Ωμό ψάρι, 2) Κεφάλι, έντερα, φιλέτα, 3) Ανάμιξη, 4) Εξώθηση, 5) Μαγείρεμα, 6) Πίεση, 7) Χώρος αποθήκευσης, 8) Ξηραντήρας μικροκυμάτων, 9) Υπολείμματα, 10) Συγκέντρωση, 11) Πρόσθετες ύλες.

Η επεξεργασία με μικροκύματα έχει βρεθεί ότι αποδίδει υψηλότερης ποιότητας λιπαρά προϊόντα. Βάση δεδομένων της εταιρείας Procter & Gamble το κέρδος του λιπαρού προϊόντος που παράγεται είναι 5.5 cents/Kgr προϊόντος εν συγκρίσει με άλλες μεθόδους. Παρόμοιο κέρδος αναμένεται με την εφαρμογή των μικροκυμάτων στην επεξεργασία ιχθυρών.

Μια προσέγγιση, επί του παρόντος βάση έρευνας, είναι η εφαρμογή ενός φούρνου μικροκυμάτων στη γραμμή παραγωγής ιχθυάλευρων και ζωοτροφών με βάση τα ιχθυάλευρα (Εικόνα 8.1).

8.4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΙΧΘΥΑΛΕΥΡΩΝ ΜΕ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ

Η ποιότητα των πρωτεϊνών των ιχθυάλευρων στις ιχθυοτροφές είναι ένας σημαντικός παράγοντας για το ρυθμό αύξησης των ψαριών. Η ποιότητα των πρωτεϊνών αυτών επηρεάζεται, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, από τον τύπο της πρώτης ύλης, τη φρεσκότητα αυτής και τις συνθήκες ξήρανσης.

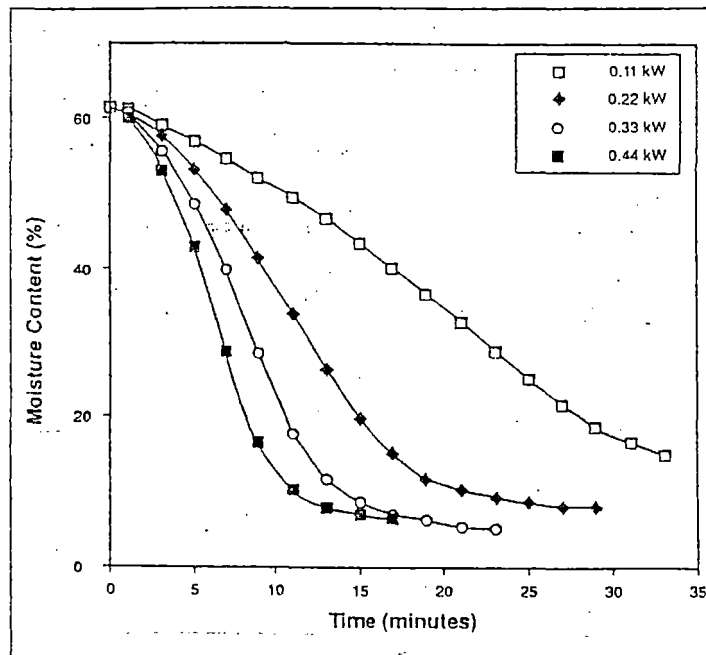
Για την εκτίμηση των χαρακτηριστικών του υποπροϊόντος που αναμένεται από τη γραμμή παραγωγής, δείγματα βρασμένης και συμπιεσμένης μάζας ψαριών

ξηράθηκαν με ομαδοποιημένο (*batch*) και συνεχές σύστημα μικροκυμάτων. Μελέτες σε batch microwave έδειξαν ότι ο ρυθμός εξάτμησης αυξανόταν με την αύξηση του ποσού ενέργειας που λάμβανε το προϊόν. Αυτό σημαίνει ότι για χρόνο ξήρανσης μικρότερο των 10 min, το προϊόν πρέπει να ξηραίνεται σε ένα συνεχή φούρνο μικροκυμάτων (*continuous*). Επίσης όταν το επίπεδο αποδιδόμενης ενέργειας στην ομαδική ξήρανση ήταν σταθερό, καθώς το προϊόν ξηραινόταν το ποσό απορροφούμενης ενέργειας μειωνόταν. Έτσι ένα σύστημα μικροκυμάτων μπορεί να σχεδιαστεί έτσι ώστε να κατακρατά και να διατηρεί την ενέργεια σε υψηλά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια της ξήρανσης (Διαγράμματα 1, 2, 3). Κατά τη συνεχή ξήρανση στο φούρνο μικροκυμάτων, η πρώτη ύλη εισέρχεται συνεχώς στο σύστημα, καθώς το ξηραμένο προϊόν εξέρχεται. Το αποτέλεσμα είναι η απορρόφηση της ενέργειας να παραμένει σταθερή, δηλαδή δε μειώνεται όπως συμβαίνει στην περίπτωση της ομαδικής ξήρανσης. Από αυτή την άποψη το συνεχές σύστημα είναι πιο αποδοτικό.

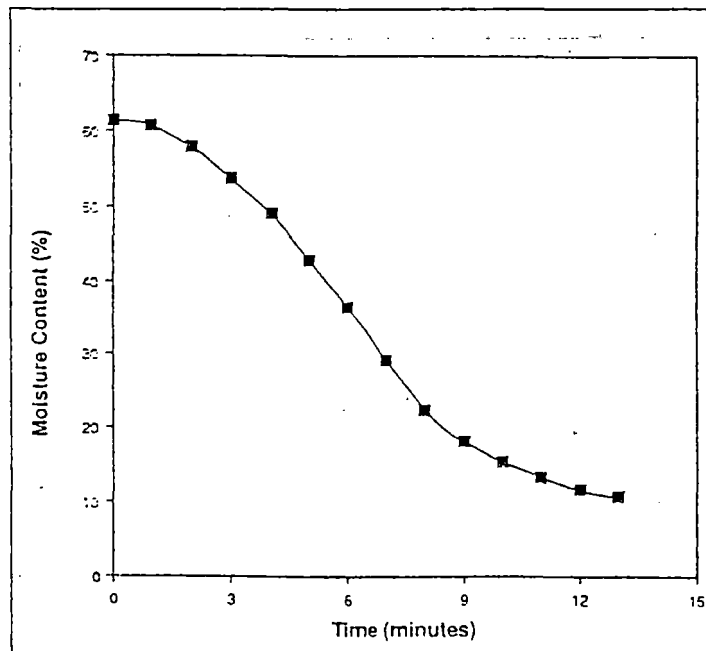
Ο φούρνος μικροκυμάτων προς εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να σχεδιαστεί έτσι ώστε να δίνει ενέργεια ανάλογα με την κατάσταση του προϊόντος. Περισσότερη ενέργεια χρειάζεται καθώς το προϊόν εισέρχεται στο φούρνο, λόγω της μεγαλύτερης απορρόφησης της από το μεγάλο ποσό νερού που περιέχει το νερό. Αντίθετα, χρειάζεται λιγότερη ενέργεια κατά την έξοδο καθώς μειώνεται το περιεχόμενο της υγρασίας, επομένως και η απορρόφηση της ενέργειας.

Σε ιχθυάλευρα που ξηράθηκαν σε φούρνο μικροκυμάτων, ο ρυθμός ξήρανσης είναι σταθερός μέχρι το 12% της υγρασίας στο προϊόν (Διάγραμμα 4). Αμέσως μετά ο προϊόν ξηραίνεται με μειωμένο ρυθμό.

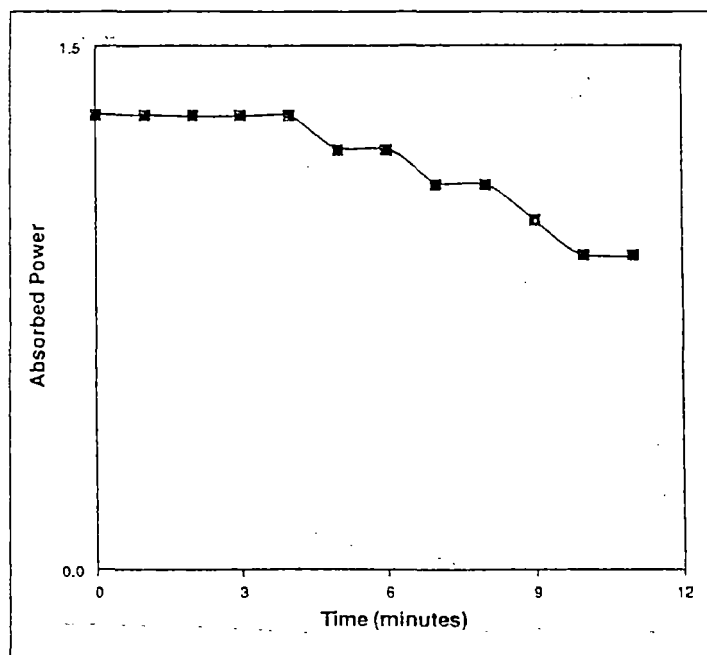
Επομένως, ο φούρνος μικροκυμάτων προσφέρει μια οικονομική λύση για την επεξεργασία ιχθυρών από τη στιγμή που δίνει προϊόντα υψηλής ποιότητας. Συνιστάται η χρήση του για μικρή και μεσαία ένταση παραγωγής που είναι και η οικονομικότερη. Για χρήση σε μεγάλη ένταση παραγωγής υπάρχουν προβλήματα χωρητικότητας και κατανάλωση ενέργειας.



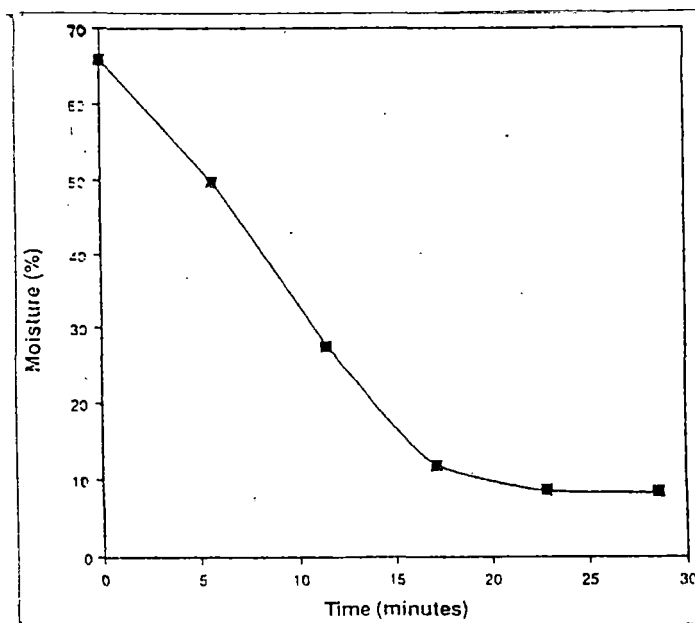
Διάγραμμα 1. Ξήρανση συμπιεσμένης μάζας με μικροκύματα σε διάφορα επίπεδα ενέργειας.



Διάγραμμα 2. Ξήρανση συμπιεσμένης μάζας με φούρνο μικροκυμάτων ομάδας (batch microwave).



Διάγραμμα 3. Απορρόφηση ενέργειας κατά την ξήρανση της συμπιεσμένης μάζας με φούρνο μικροκυμάτων ομάδας (batch microwave) (6 kW εφαρμοσμένη ενέργεια).



Διάγραμμα 4. Ξήρανση συμπιεσμένης μάζας με συνεχές φούρνο μικροκυμάτων (6 kW εφαρμοσμένη ενέργεια).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΠΙΘΕΤΗΓΗΣΗ ΟΡΩΝ

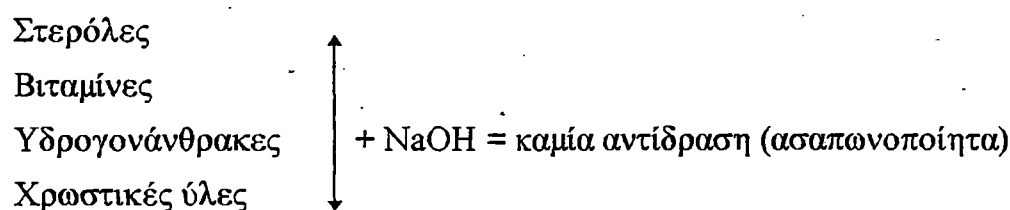
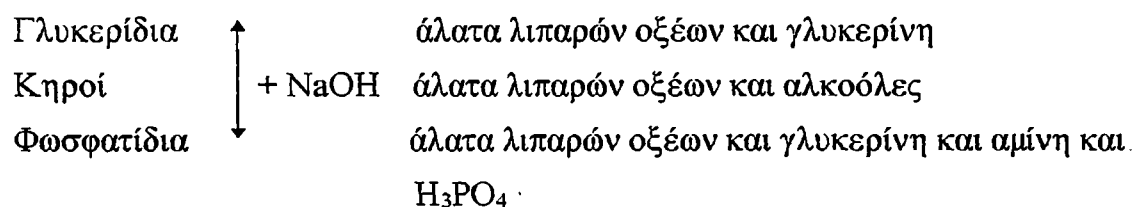


Αριθμός ή τιμή ιωδίου: Είναι ο αριθμός των γραμμαρίων ιωδίου, που δεσμεύονται από 100 gr λιπαρής ύλης, ή αλλιώς το ποσοστό του αλογόνου εκφρασμένο σε ιώδιο που απαιτείται για να κορεσθούν τα ακόρεστα οξέα μιας λιπαρής ύλης. Ο αριθμός ιωδίου είναι ανάλογος του αριθμού των διπλών δεσμών που φέρουν τα λιπαρά οξέα. Ένα οξύ δηλαδή με διπλάσιο αριθμό διπλών δεσμών από ένα άλλο έχει διπλάσια τιμή ιωδίου.

Αριθμός σαπωνοποίησης ενός ελαίου ή λίπους είναι τα mg του KOH, που απαιτούνται για να εξουδετερώσουν (σαπωνοποιήσουν) τα λιπαρά οξέα, που προκύπτουν από την πλήρη υδρόλυση 1 gr δείγματος. Από τον ορισμό του αριθμού σαπωνοποίησης προκύπτει ότι λιπαρές ύλες περιέχουσες κατώτερα λιπαρά οξέα έχουν μεγάλους αριθμούς σαπωνοποίησης.

Ασαπωνοποίητα συστατικά: είναι οι ύλες που παραλαμβάνονται με αιθέρα ή άλλο οργανικό διαλύτη από το αλκαλικό διάλυμα που προκύπτει μετά την πλήρη σαπωνοποίηση μιας λιπαρής ύλης. Π.χ:

Λιπαρή ύλη:



Αντιοξειδωτικά:

phenolics: BHA (Butylated Hydroxyanisole), BHT (Butylated Hydroxytoluene), προστίθενται στα ιχθυάλευρα κατά 0.1%.

αμίνες: ethoxyquin (αιθοξυκίνη), προστίθεται σε ποσοστό 0.015%.

a_w (συντελεστής ενεργού νερού)

Το νερό στα τρόφιμα είναι χημικά ή φυσικά δεσμευμένο ή είναι ελεύθερο. Το ελεύθερο νερό μπορεί να διαλύει τα συστατικά του τροφίμου π.χ. το αλάτι. Έτσι προλαμβάνεται ο πολλαπλασιασμός των μικροβίων. Τα τρόφιμα που περιέχουν μικρή ποσότητα διαλυτών ουσιών διαθέτουν πολύ ελεύθερο νερό για την ανάπτυξη των μικροβίων.

Με τον όρο δραστικότητα ή ενεργότητα του νερού, εννοείται το μεταβολικά διαθέσιμο νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα μικρόβια για την ανάπτυξή τους.

Το διαθέσιμο νερό δεν εξαρτάται άμεσα από την υγρασία, δηλαδή δύο προϊόντα με την ίδια περιεκτικότητα σε υγρασία, δεν έχουν αναγκαστικά και την ίδια ενεργότητα νερού.

Η τιμή ή συντελεστής του ενεργού νερού ορίζεται με το πηλίκο της τάσης υδρατμών του τροφίμου (P) δια της τάσης ατμών του καθαρού νερού στην ίδια θερμοκρασία (P_0): $a_w = P / P_0$. Επειδή $P_0 = 1$ η ενεργότητα του νερού είναι πάντοτε δεκαδικός αριθμός και πλησιάζει προς τη μονάδα όσο λιγότερα είναι τα εν διαλύσει συστατικά σε κάποιο προϊόν.

Τα όρια της a_w για την ανάπτυξη μερικών ομάδων μικροοργανισμών υποβάθμισης είναι:

Κανονικά βακτήρια	0.91
Κανονικές ζύμες	0.88
Κανονικοί μύκητες	0.80
Αλόφιλα βακτήρια	0.75
Ωσμώφιλοι μύκητες	0.62
Ωσμώφιλες ζύμες	0.60
Κανένας οργανισμός δεν πολλαπλασιάζεται	0.50

β - οξειδωση: μηχανισμός αποικοδόμησης των λιπαρών οξέων ο οποίος επιτελείται με τη βοήθεια ενζύμων.

Μετρικός τόνος (μ.τ.): 1 τόνος \times 1.102

Presscake: η συμπιεσμένη μάζα των ψαριών κατά την παραγωγή ιχθυάλευρων.

Presswater: το υγρό που εξέρχεται από το πιεστήριο κατά την συμπίεση της μάζας των ψαριών.

Σημείο τήξης των λιπών είναι η τελευταία θερμοκρασία κατά την οποία το δείγμα διαυγάζεται πλήρως.

Stickwater: το υγρό που προκύπτει από την φυγοκέντρηση του presswater κατά το διαχωρισμό ελαίου και υγρής φάσης. Το stickwater περιέχει διαλυμένα πολλά θρεπτικά συστατικά και γι' αυτό το λόγο προστίθεται στο υλικό ξήρανσης με αποτέλεσμα την παραγωγή του ολοκληρωμένου ιχθυάλευρου.

Τιμή ανισαδίνης: παρουσία οξικού οξέος η ανισαδίνη αντιδρά με αλδεϋδες (προέρχονται από τάγγισμα) παράγοντας κίτρινο χρώμα. Με τη μέθοδο της φασματοφωτομετρίας η απορρόφηση στα 350 nm αυξάνει αν η αλδεϋδη περιέχει διπλό δεσμό συζυγή προς το διπλό δεσμό του καρβοξυλίου. Για την εκτίμηση της οξείδωσης των λιπών έχει επινοηθεί η τιμή οξείδωσης (O.V) ή τιμή Totox = $2 \times$ τιμή υπεροξειδίων (P.V) + τιμή ανισαδίνης.

Τριγλυκερίδια: εστέρες λιπαρών οξέων από γλυκερόλη. Η εστεροποίηση λαμβάνει χώρα και στις τρεις υδροξυλικές ομάδες του μορίου της γλυκερόλης. Τα τριγλυκερίδια είναι το κύριο συστατικό των λιπών και των ελαίων που βρίσκονται σε ζωντανούς οργανισμούς. Εναλλακτικά μια από τις υδροξυλικές ομάδες μπορεί να εστεροποιηθεί με μια φωσφορική ομάδα, σχηματίζοντας ένα φωσφογλυκερίδιο ή με ένα σάκχαρο, σχηματίζοντας ένα γλυκολιπίδιο.

Ω ή n: ο τελευταίος δεσμός προς την μεθυλική ομάδα ($-CH_3$), χαρακτηρίζεται από τον αριθμό **Ω** ή **n**. Δηλαδή ο τύπος 18:3 ω9 σημαίνει λιπαρό οξύ με 18 άτομα άνθρακα, 3 διπλούς δεσμούς και τον τελευταίο από αυτούς να απέχει 9 άτομα άνθρακα από την μεθυλική ομάδα του τέλους της αλυσίδας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΑΝΑΦΟΡΕΣ



1. Αβραμίδου Δ., "Αλιευτική Τεχνολογία ΙΙ", Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, 1994.
2. Biswas K.P., "A text book of fish, fisheries and technology", Narendra publ. house, Delhi, India, 1990.
3. Bligh G.E., "Sea food science and technology", ch. 29 - 30, Fishing News Books, England, 1992.
4. Βορεινάκης Θ., "Ποιοτικός και υγειονομικός έλεγχος ιχθύων", Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, 1992.
5. Don Paco S.A., "Ιχθυάλευρα Περού", περ. Αλιευτικά Νέα, τ. 171, 1995.
6. Don Paco S.A., προσωπική επικοινωνία.
7. F.A.O., "Fish feed technology", United Nations Development Program, Rome, 1980.
8. Ηλιόπουλος Γ., "Χημεία τροφίμων", 1η εκδ., Ο.Ε.Δ.Β., Αθήνα, 1978.
9. Halver J.E., "Fish nutrition", Academic Press Inc., 2nd edition, Seattle, 1989.
10. Lovell T., "Nutrition and feeding of fish", Van Nostrand Reinhold publ., New York, 1989.
11. Martin R.E., Flick G.J., "The seafood industry", ch. 20, Van Nostrand Reinhold publ., New York, 1990.
12. Παπαναστασίου Δ.Π., "Τεχνολογία και ποιοτικός έλεγχος αλιευμάτων", τόμος Β', εκδ. Ίων, Αθήνα.
13. Patterson H.B.W., "Handling and storage of oil seeds, oils, fats and meals", ch. 2.
14. Πτυχιακή εργασία: "Τα λίπη στη διατροφή των ψαριών", Μεσολόγγι, 1995.
15. Stansby M.E., "Fish oils in nutrition", Van Nostrand Reinhold publ., U.S.A., 1990.

16. Swern D., "Baileys industrial oil and fats products".

17. Windsor M. and Barlow S., "Introduction to fishery by - products", ch. 1 - 4, Fishing News Books Ltd., England, 1981.

✶ Ευχαριστίες: ευχαριστούμε θερμά την εταιρεία Don Paco S.A. για την παροχή χρήσιμων πληροφοριών και στοιχείων. Επίσης τους συναδέλφους και φίλους Ραβασόπουλο Γιάννη, Γρηγορίου Παναγιώτη και Περδικάρη Κώστα για την πολύτιμη βοήθειά τους.