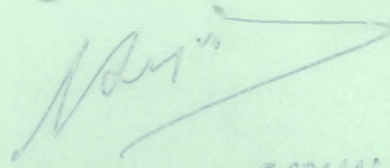


## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

### Θ Ε Μ Α

ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΕΣ & ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΚΑΤΑ  
ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΨΥΞΗΣ ΜΕ ΠΑΓΟ  
ΣΤΗΝ ΕΚΣΠΛΑΧΝΙΣΜΕΝΗ ΤΣΙΠΟΥΡΑ  
(*Sparus auratus*)

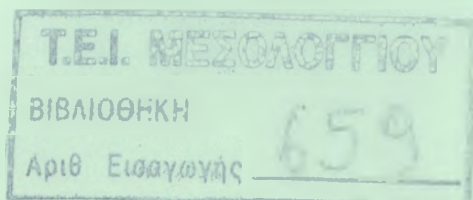
ΕΓΓΡΙΝΕΤΑΙ



ΜΑΡΙΑ ΜΑΚΡΗ - ΕΡΜΗΝΕΥΤΗ

ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ:  
ΜΑΡΙΑ ΜΑΚΡΗ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:  
ΧΩΡΙΑΤΕΛΛΗΣ ΑΧΙΛΛΕΑΣ  
ΓΙΩΣΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ  
ΛΑΜΠΡΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ



## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Τα χιλιάδες χιλιόμετρα ακτογραμμής, οι ιδανικές περιβαλλοντικές συνθήκες, η καθαρότητα των θαλασσών καθώς και η οικονομική υποστήριξη της αγοράς της Ευρωπαϊκής Ένωσης, συνεισέφεραν στην ανάπτυξη των σύγχρονων θαλασσοκαλλιεργειών στην Ελλάδα την τελευταία δεκαετία. Το 1996, παρήχθησαν περισσότεροι από δεκατέσσερις χιλιάδες μετρικοί τόνοι τσιπούρας και λαυρακιού, οι οποίοι προσέφεραν στους Έλληνες παραγωγούς πάνω από επτά εκατομμύρια αγγλικές λίρες. Την ίδια χρονιά, η παραγωγή για τα δύο αυτά είδη στις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες, ήταν περίπου δέκα χιλιάδες μετρικοί τόνοι.

Αυτή η τεράστια παραγωγή είχε ωστόσο ως αποτέλεσμα, τη μείωση των τιμών, λόγω της περιορισμένης αγοράς και της έλλειψης εγκαταστάσεων επεξεργασίας κοντά στα ιχθυοτροφεία. Επιπλέον, η οικονομική κρίση στην Ιταλία, που αποτελεί την κύρια αγο-

ρά λαυρακιού, χειροτερεύει την κατάσταση για τους Έλληνες ιχθυοκαλλιεργητές που περιήλθαν σε μια πολύ δύσκολη κατάσταση. Λύσεις αυτών των προβλημάτων θα μπορούσαν να είναι: Η ίδρυση νέων αγορών. Η εισαγωγή νέων ειδών στο εμπόριο. Η εγκαθίδρυση εγκαταστάσεων επεξεργασίας ιχθύων, κοντά στα ιχθυοτροφία, ώστε να μπορούν οι παραγωγοί να παρέχουν στην αγορά εξειδικευμένα προϊόντα ιχθύων (φιλέτα, καπνιστά, απεντερωμένα ψάρια). Να μπορούν γενικός να παρέχουν στον καταναλωτή, προϊόντα που ικανοποιούν περισσότερο τις απαιτήσεις και τις ανάγκες του, με το μικρότερο δυνατόν κόστος.

Είναι αδιαμφισβήτητο ότι ο μεγάλος εχθρός του ιχθυοπωλητή είναι ο χρόνος. Αυτό συμβαίνει διότι, όσο μεγαλύτερο είναι το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τη θανάτωση των ιχθύων έως την πώλησή τους, τόσο περισσότερο ποιοτικά υποβαθμισμένοι είναι και συνεπώς τόσο μικρότερη η αξία τους. Η ποιοτική υποβάθμιση των ιχθύων έχει άμεση σχέση με την αποσύνθεση τους, η οποία αρχίζει αμέσως μετά τη θανάτωσή τους. Μάλιστα σε κάποιο βαθμό μπορεί να θεωρηθεί ότι η αποσύνθεση ξεκινάει ακόμη και πριν

από το θάνατο, αφού ψάρια που έχουν χρόνο αντίδρασης, πριν επέλθει ο οριστικός θάνατος, έχουν χρησιμοποιήσει κάποια αποθέματα ενέργειας με άμεσες μεταθανάτιες συνέπειες. Είναι λοιπόν φανερό ότι ο υπολογισμός του χρόνου συντήρησης των ιχθύων είναι μεγάλης αξίας, προκειμένου να γίνει ο σχεδιασμός προώθησης και διανομής του προϊόντος.

Οι βασικοί παράγοντες αλλοίωσης των ιχθύων είναι ενδογενή ένζυμα και βακτήρια οι επιδράσεις των οποίων είναι περισσότερο εμφανείς σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα. Η μορφή και το ποσοστό της αλλοίωσης επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία αποθήκευσης (διατήρησης) και τη σύνθεση του ιστού του ψαριού. Επιπλέον, το μέγεθος του ψαριού, οι συνθήκες και οι μέθοδοι αλίευσης, καθώς και η διατροφή του ιχθύος, μπορούν να έχουν επίσης σημαντική επιρροή.

Πολλές μέθοδοι έχουν καθιερωθεί για τον υπολογισμό της ποιότητας των ψαριών, κατά τη πάροδο του χρόνου συντήρησής τους. Οι μέθοδοι αυτοί διακρίνονται στις οργανοληπτικές, οι οποίες βασίζονται στις ανθρώπινες αισθήσεις για τον προσδιορισμό της

ποιότητας, και στις φυσικοχημικές, οι οποίες μετρούν τις φυσικές και χημικές μεταβολές στη σάρκα των ιχθύων. Αυτές οι μέθοδοι θα περιγραφούν στη συνέχεια με περισσότερες λεπτομέρειες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

### *Sparus aurata* - Τσιπούρα -

#### 1.1 Συστηματική θέση - μορφολογικά χαρακτηριστικά

Η τσιπούρα και τα λοιπά είδη της οικογένειάς της, σχηματίζουν από μορφολογική άποψη, ένα αρκετά ομοιογενές σύνολο ειδών που χαρακτηρίζεται από ένα υψηλό και συμπιεσμένο πλευρικά σώμα, μεγάλα κτενοειδή λέπια, ένα μοναδικό ραχιαίο πτερύγιο αποτελούμενο εν μέρει από ακανθώδεις ακτίνες και ένα διχαλωτό ουραίο πτερύγιο.

Το κεφάλι της είναι σχετικά κάθετο (πλάγια όψη) και ισχυρό. Το στόμα της είναι ελαφρώς προεκτεινόμενο, με ισχυρά χείλη και δόντια ανόμοια προσαρμοσμένα για σαρκοφαγία. Οι σιαγόνες της φέρουν στο πρόσθιο τμήμα τους, έξι κυνοειδούς μορφής δό-

ντια. Στην άνω σιαγόνα πλευρικά υπάρχουν τέσσερις έως πέντε μηλοειδούς μορφής σειρές δοντιών, ενώ στην κάτω τρεις έως τέσσερις σειρές ιδίου τύπου. Το γεγονός αυτό βοηθάει την τσιπούρα να συνθλίβει τα διάφορα οστρακοειδή, τα οποία αποτελούν την κύρια πηγή τροφής της. Το έντερό της, είναι ευθύ και κοντό, ώστε να αντέχει στα σχισίματα που τυχόν προκαλούνται από τα συνθλιμμένα κελύφη. Τα βραγχιακά τόξα φέρουν επτά έως οκτώ βραγχιακές άκανθες.

Το χρώμα της ράχης είναι μπλε σκοτεινό, ενώ τα πλευρικά τμήματα χαρακτηρίζονται από αργυροκίτρινο χρωματισμό, που παρουσιάζει χρυσές ανταύγειες στα πολύ νεαρά άτομα. Επίσης διακρίνονται ελαφρά, κάποιες κάθετες λεπτές γκρίζες γραμμές. Στο κεφάλι της διακρίνεται μεταξύ των ματιών λωρίδα, χρώματος χρυσού και σχήματος V. Τέλος στο άνω μέρος του βραγχιακού επικαλύμματος υπάρχει μία κηλίδα στο χρώμα της σκουριάς

Οι τσιπούρες ανήκουν στην συνομοταξία των "χορδωτών" στην υποσυνομοταξία των "σπονδυλωτών", στην ομοταξία των "οστεϊχθύων", στην υποομοταξία των "ακτινοπτερύγιων", στην υπέρ-

ταξη των "τελεόστων", στην τάξη "Perciformes" και μαζί με τα συγγενή είδη απαρτίζουν την οικογένεια των "Sparidae".

### **1.2.1 Βιολογία**

Πρόκειται για ψάρι ευρύθερμο και ευρύαλο. Προτιμάει όμως ύδατα με υψηλή αλατότητα (25‰ - 42‰), ενώ οι ιδανικές θερμοκρασίες νερών για την τσιπούρα, κυμαίνονται στους 12-23 °C. Συνηθίζει να ζει κοντά στις ακτές. Ορισμένες φορές περνάει ένα μέρος της ζωής της, μέσα σε λιμνοθάλασσες. Σε αυτήν όμως την περίπτωση είναι το πρώτο είδος ψαριού, που εγκαταλείπει τη λιμνοθάλασσα κατά το φθινόπωρο προκειμένου να επιστρέψει στην ανοιχτή θάλασσα.

Η τσιπούρα είναι είδος που χαρακτηρίζεται από πολύ γρήγορη ανάπτυξη και ακριβώς αυτό της προσδίδει ιδιαίτερο οικονομικό ενδιαφέρον για τις καλλιέργειες. Μία τσιπούρα τριών ετών μπορεί να φθάσει σε μήκος 42-45 cm και βάρος 600-800 gr σε υφάλμυρα



νερά και 25-30 cm μήκος, με 400-500 gr σε αλμυρά νερά (θάλασσα).

Έχει αποδειχθεί ότι οι διατροφικές συνήθειες της τσιπούρας εξαρτώνται από την ηλικία της. Τα μικρής ηλικίας ιχθύδια τρέφονται κυρίως με πολύχαιτους και μικρού μεγέθους καρκινοειδή. Τα μεγαλύτερης ηλικίας τρέφονται με μύδια, γαστερόποδα και καρκινοειδή.

Ο συντελεστής κενού στομαχιού έχει χαμηλή τιμή την άνοιξη και το καλοκαίρι και τη μέγιστη περί το μήνα Δεκέμβριο.

### **1.2.2 Βιολογικός κύκλος. Ερμαφροδιτισμός.**

Στην τσιπούρα έχει αποδειχθεί η ύπαρξη ενός πρωτανδρικού ερμαφροδιτισμού. Σύμφωνα με αυτόν όλος ο πληθυσμός μέχρι το τέλος του δεύτερου έτους, λειτουργεί σαν ένα σύνολο αρσενικών ατόμων, ενώ μετά λαμβάνει χώρα αλλαγή του φύλου και αρχίζουν

να εμφανίζονται θηλυκά άτομα στο τέλος του δεύτερου και τέλος του τρίτου έτους. Το φαινόμενο αυτό της σεξουαλικής μεταστροφής, δεν φαίνεται να επηρεάζει το σύνολο των ατόμων, αφού μερικά από αυτά παραμένουν αρσενικά σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Δεν υπάρχουν σαφείς ενδείξεις για τους παράγοντες που καθορίζουν την αντιστροφή αυτή υποστηρίζεται όμως ότι εκτός από την ηλικία, είναι πιθανό και το βάρος καθώς και η διατροφή των ιχθύων να επηρεάζει αυτό το φαινόμενο.

Στον πίνακα παρουσιάζεται η αναλογία των φυλών σε σχέση με την ηλικία τους. Στο πρώτο και το δεύτερο έτος το 100% των ατόμων του δείγματος είναι αρσενικά. Στο τρίτο έτος η πλειοψηφία είναι αρσενικά ενώ στο τέταρτο πλειοψηφούν τα θηλυκά άτομα. Στη συνέχεια όλες εκείνες οι τσιπούρες που περνούν το πέμπτο έτος της ηλικίας τους εμφανίζονται ως θηλυκές, εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων.

Όσον αφορά τη σχέση του μήκους των ατόμων και του φύλου, τα άτομα κάτω από 360 mm είναι συνήθως όλα αρσενικά, ενώ πάνω από 503 mm είναι όλα θηλυκά.

Τέλος όσον αφορά το βάρος, άτομα μέχρι 200 gr είναι συνήθως αρσενικά, ενώ πάνω από 200 gr εμφανίζονται ως θηλυκά.

Παρατηρώντας τις γονάδες, μπορούμε να διακρίνουμε πέντε φάσεις που χαρακτηρίζουν την αντιστροφή του φύλου. Στα νεαρά άτομα (φάση a & b) είναι χαρακτηριστικοί οι αρσενικοί αδένες, που συνήθως παρουσιάζονται περισσότερο διαιρεμένοι. Ορισμένες φορές μάλιστα, μπορεί να εντοπισθεί η αρχή μιας ωοθήκης (ένα στενό φιλέτο).

Στα άτομα δύο ετών, οι αρσενικοί αδένες είναι πεπλατυσμένοι, τριγωνικής μορφής (φάση c) ενώ συγχρόνως αρχίζει να αναπτύσσεται η ωοθήκη στην κοιλότητα, κατά μήκος του αρσενικού αδένα.

Μετά το τρίτο έτος, η πρόοδος της αναστροφής του φύλου είναι σημαντική (φάση d) και συνυπάρχουν στο ίδιο περίπου μέγεθος οι αρσενικοί και θηλυκοί αδένες. Όμως και σε αυτή τη φάση τα άτομα συνεχίζουν να συμπεριφέρονται ως αρσενικά. Τέλος στην επόμενη φάση (e) η αναστροφή έχει ολοκληρω-

θεί με την ανάπτυξη των ωοθηκών και την πλήρη ατροφία των αρσενικών αδένων.

Η περίοδος της γεννητικής ωριμότητας είναι φθινοπωρινή ή χειμερινή. Αρχίζει δε από το δεύτερο έως τρίτο έτος της ηλικίας των ψαριών για τα αρσενικά και από το τέταρτο έτος για τα θηλυκά.

### Πίνακας 1:

Ποσοστό αρσενικών & θηλυκών ατόμων ανάλογα με την ηλικία τους.

ΗΛΙΚΙΑ (ΕΤΗ)	ΑΡΣΕΝΙΚΑ	ΘΗΛΥΚΑ
1	100%	-
2	100%	-
3	84,3%	15,7%
4	12,1%	87,9%
5	-	100%
6	-	100%

### 1.3 Χημική σύνθεση της σάρκας.

Η τσιπούρα αποτελεί μία καθαρή πρωτεϊνική τροφή. Το κρέας της τσιπούρας είναι εξαιρετικής

ποιότητας με θαυμάσια γεύση και οσμή. Η λιποπεριεκτικότητά της είναι μικρή.

Η χημική σύνθεση της σάρκας της τσιπούρας ποσοτικά φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 4:

Χημική σύνθεση της τσιπούρας.

Νερό	81,10 %
Λίπη	0,93 %
Τέφρα	0,97 %
Νάτριο	91,2 mgr.
Φώσφορος	170 mgr.
Χλώριο	169,4 mgr.
Θερμίδες	80
Πρωτεΐνες	17 %
Κάλιο	35 mgr.
Ασβέστιο	123,5 mgr.
Σίδηρος	4,3 mgr.
Θείο	228,3 mgr.
Ιώδιο	40-1200 mgr.
Μαγνήσιο	33,5 mgr.
Βρώσιμο τμ.	65 %
Απόδοση σε φιλέτο	48 %

Νερό: Η περιεκτικότητα σε νερό κυμαίνεται μεταξύ 79% & 82%.

Πρωτεΐνες: Περιέχονται σε ποσοστό 17% κατά μέσο όρο. Οι πρωτεΐνες της σάρκας της τσιπούρας και γενικά όλων των ψαριών ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες:

α) Πρωτεΐνες των μυϊκών ινών (τροπομυοσύννη, ακτίνη, μυοσίνη και ακτομυοσίνη). Πρόκειται για τις πρωτεΐνες εκείνες, οι οποίες παρέχουν στους μύες την ισχύ της συστολής και αποτελούν το 65% περίπου των πρωτεϊνών των μυών της τσιπούρας. Οι πρωτεΐνες αυτές διαχωρίζονται με διάλυση άλατος υψηλής ιονικής ισχύος (<0,5).

β) Πρωτεΐνες του κυτοπλάσματος (μυογόνο και γλοβουλίνη X). Οι πρωτεΐνες αυτές απαντούν στο σαρκόπλασμα και τα μιτοχόνδρια. Συνιστούν τις ενζύμες του μεταβολισμού των μυών και αποτελούν το 26%-30% των πρωτεϊνών της σάρκας της τσιπούρας.

Χαρακτηριστικό των πρωτεϊνών της τσιπούρας και γενικά των ιχθύων, είναι η μικρή περιεκτικότητά τους σε πουρινικές βάσεις. Σ' αυτό ακριβώς το γεγο-

νός οφείλεται η αποφυγή υπερβολικής παραγωγής ουρικού οξέος στο αίμα (υπερουρικαιμία) και στα ούρα.

Λίπη. Η περιεκτικότητα της τσιπούρας είναι μικρή και γι' αυτό κατατάσσεται στα άπαχα ψάρια.

Τα λίπη της τσιπούρας, και γενικά των ψαριών, είναι υγρά στη συνήθη θερμοκρασία, λόγω της μεγάλης περιεκτικότητάς τους σε ακόρεστα λιπαρά οξέα. Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα όμως είναι εκείνα στα οποία οφείλεται η ταχεία οξείδωση (τάγγιση), των λιπών των ιχθύων. Επίσης περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα φωσφατιδίων, από τα αντίστοιχα λίπη των θηλαστικών και των πτηνών.

Τα λίπη των ψαριών αποτελούνται από ένα μέλος εστέρων των λιπαρών οξέων (γλυκερίδια, φωσφολιπίδια & εστέρες της στερόλης) και από ένα τμήμα που καλείται ασαπωνοποίητο, στο οποίο απαντούν ανώτερες αλκοόλες, στερόλες, αιθέρες και υδρογονάνθρακες, με γνωστότερους το πριστάνιο ( $C_{18}H_{38}$ ), το γαδοσένιο ( $C_{18}H_{32}$ ) και το σκουαλένιο ( $C_{30}H_{50}$ ). Κανονικά το τμήμα αυτό δεν ξεπερνά το 2%, αλλά ειδικά

στα ηπατέλεια των ψαριών η περιεκτικότητά του είναι υψηλή 0,5% έως και 7% στα τελεόστεους ιχθύς.

Το πλέον σημαντικό τμήμα των λιπών σε βάρος αποτελείται από τα λιπαρά οξέα, που αποτελούν περίπου το 90% του σαπωνοποιημένου τμήματος. Δημιουργούνται γενικά από μία αλυσίδα ατόμων άνθρακα, ζυγού αριθμού, κορεσμένο ή όχι με υδρογόνο και διακρίνονται από:

α) Το μοριακό τους βάρος. Τα κορεσμένα οξέα περιλαμβάνουν από 8 έως 24 άτομα άνθρακα, με μέγιστη συχνότητα τα 16 άτομα άνθρακα, έναντι των 14 έως 22 ατόμων άνθρακα και μέγιστη συχνότητα τα 18 άτομα άνθρακα, των αντίστοιχων ομόλογων ζωικών λιπών. Τα ακόρεστα οξέα περιλαμβάνουν 10 έως 28 άτομα άνθρακα, έναντι 16 έως 22 ατόμων άνθρακα των λιπών των θηλαστικών.

β) Μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε κορεσμένα οξέα. Περιέχουν 19% έως 23% κορεσμένα οξέα, έναντι του μόλις 15% που περιέχουν τα λίπη των θηλαστικών.



γ) Μεγαλύτερο βαθμό ακόρεστος. Τα ακόρεστα οξέα έχουν 1 έως 7 διπλούς δεσμούς και σπάνια 2, σε αντίθεση με τους 1 ή 2 των λιπών των οξέων.

Υδατάνθρακες. Η περιεκτικότητα της τσιπούρας και γενικά των ιχθύων σε υδατάνθρακες, είναι πολύ μικρή και κυμαίνεται μεταξύ του 0,04% & 1,69% με μέσο όρο το 1%. Προκαλείται δε, σημαντική μείωση αυτής της ήδη μικρής περιεκτικότητας, εάν ο τρόπος θανάτωσης των ιχθύων είναι αργός και έχει προέλθει από ασφυξία. Οι E. NOGUGHI & J. YAMAMOTO, απέδειξαν πειραματικά ότι, ο όχι άμεσος θάνατος των ιχθύων, προκαλεί μείωση της περιεκτικότητας σε γλυκογόνο από 2,4 σε 1,8 γραμμάρια και από 2,5 σε 0,9 γραμμάρια αντίστοιχα για κάθε 100 γραμμάρια σαρκόσ, αντίστοιχα. Πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι η περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες, ποικίλει ανάλογα με τη διατροφή, την ηλικία, το είδος, το άτομο, αλλά ακόμη και από το μέρος του σώματος. Γενικά η περιεκτικότητα των ιχθύων σε υδατάνθρακες, είναι μεγαλύτερη το χειμώνα και μικρότερη το καλοκαίρι.

Ανόργανα άλατα. Το κρέας της τσιπούρας περιέχει σημαντική ποσότητα ανόργανων αλάτων και μάλι-

στα μεγαλύτερη από αυτή που περιέχεται στο κρέας των θηλαστικών και των πτηνών. Η σάρκα της τσιπούρας σε σχέση με αυτή των θηλαστικών (βοδινό), έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε Na (νάτριο), K(κάλιο), Ca(ασβέστιο), Mg(μαγνήσιο), Cl(χλώριο), S(θείο), I(ιώδιο), Mn (μαγγάνιο), μειονεκτεί σε Fe(σίδηρο), Ph(φώσφορο) & Al(αργίλιο), ενώ περιέχει την αυτή ποσότητα Cu(χαλκού) & Zn(ψευδαργύρου). Η σημαντικότερη διαφορά αφορά το I(ιώδιο), όπου τα μεν ψάρια περιέχουν από 0,4 έως 1 mgr/100gr σάρκας, τα δε θηλαστικά από 0,02 έως 0,1 mgr/100gr σάρκας. Το στοιχείο αυτό είναι ο απαραίτητο για τη κανονική λειτουργία του θυρεοειδή αδένου.

Βιταμίνες. Το κρέας της τσιπούρας περιέχει μία καλή ποσότητα βιταμινών B1, B2, PP και ίχνη βιταμίνης C. Οι βιταμίνες A και D απαντούν σε μεγάλες ποσότητες. Γενικά το κρέας της τσιπούρας υπερτερεί αυτού των θηλαστικών, όσον αφορά τις βιταμίνες. Πρέπει να σημειωθεί ότι η περιεκτικότητα σε βιταμίνες δεν εξαρτάται από το μέγεθος των ψαριών.

Η εποχή αλιείας, η γεωγραφική περιοχή, η απουσία ή μη της τροφής, το τμήμα του σώματος καθώς και το είδος των ιστών, είναι οι κυριότερες παράμετροι που καθιστούν την ποικιλία της χημικής σύστασης της σάρκας της τσιπούρας από άτομο σε άτομο.

#### ***1.4 Πεπτικότητα & Θρεπτική αξία.***

Η πεπτικότητα της σαρκός της τσιπούρας, προσδιοριζόμενη ως ταχύτητα πέψης, εξαρτάται βασικά από τη λιποπεριεκτικότητα και τον τρόπο της εκτροφής της. Γενικά λόγω της μικρής περιεκτικότητας σε συνδετικό ιστό, το κρέας της τσιπούρας μασάται εύκολα και προσβάλλεται ταχύτερα από τα πεπτικά υγρά που εκκρίνονται από τον ανθρώπινο οργανισμό, κατά την πέψη. Πολλά πειράματα έχουν αποδείξει ότι η σάρκα γενικά των άπαχων ιχθύων, ομοίως και της τσιπούρας, είναι συνήθως ευπεπτότερη από το αντίστοιχη σάρκα των θηλαστικών. Συγκεκριμένα έχει βρεθεί ότι η γαστρική πέψη των ιχθύων με λευκή

σάρκα, όπως αυτή της τσιπούρας, συμπληρώνεται μέσα σε δύο, το πολύ δυόμισι ώρες.

Πρέπει να επισημανθεί ότι σε ορισμένες παθήσεις, όπως ουραιμία, αρτηριοσκλήρυνση, ασθένειες της χολής, γαστροπαθήσεις κ.λ.π., συνίσταται στους ασθενείς δίαιτα με βάση την ιχθυοφαγία.

Γίνεται αμέσως αντιληπτό, ότι η θρεπτική αξία γενικά των ιχθύων είναι μεγάλη. Αυτό βεβαίως απορρέει και από τη μελέτη της βιολογικής αξίας των ιχθύων. Υψηλή περιεκτικότητα ιωδίου, φωσφόρου, βιταμινών A & D, πρωτεϊνών μεγάλης βιολογικής αξίας, καθώς και η μικρή περιεκτικότητα σε πουρίνες, καθιστούν τις τσιπούρες και γενικά τους ιχθύς, πολύτιμη πράγματι τροφή.

Οι τσιπούρες και κατ' επέκταση, όλοι οι ιχθύς, παρουσιάζουν μεγαλύτερη θρεπτική αξία, κατά την περίοδο λίγο πριν από την εναπόθεση των ωών, διότι τότε περιέχουν μεγαλύτερες ποσότητες λίπους, φωσφόρου, βιταμινών, καλύτερη γεύση, άρωμα και λεπτότητα σαρκός.

### **1.5 Καλλιέργεια - Θανάτωση - Τυποποίηση.**

Η εντατική καλλιέργεια είναι η μέθοδος που κατά κόρον χρησιμοποιείται στην ευρύτερη θαλάσσια περιοχή της Μεσογείου και φυσικά στην Ελλάδα· ωστόσο θα πρέπει να αναφερθεί, ότι δεν λείπει σε αρκετές περιπτώσεις και η εφαρμογή εντατικών μεθόδων σε δεξαμενές. Στην Ελλάδα οι τσιπούρες εκτρέφονται σε θαλάσσια κλουβιά, όπου νεαρά άτομα του 1 έως 1,5 γραμμαρίων, τοποθετούνται σ' αυτά αφού έχουν περάσει το στάδιο της λάβρας στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς. Το εμπορικό μέγεθος των 320 έως 350 γραμμαρίων επιτυγχάνεται μετά από δεκαοκτώ έως είκοσι μήνες. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου τα ψάρια τρέφονται με πελλέτες διαφορετικού μεγέθους, ανάλογο με την ηλικία των ιχθύων (Χώτος 1992).

Η αλίευση των εμπορεύσιμων ιχθύων γίνεται με απόχες. Στη συνέχεια και μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα τα ψάρια τοποθετούνται μέσα σε παγωμένο νερό, ώστε να υποστούν θερμικό σοκ και να πεθάνουν ακαριαία, χωρίς να τραυματιστούν ή να καταναλώσουν αποθέματα ενέργειας.

Στη συνέχεια οι ιχθείς συσκευάζονται με προσοχή σε ιχθυοκιβώτια. Τα ιχθυοκιβώτια είναι χωρητικότητας εικοσιπέντε έως τριάντα λίτρων, δηλαδή περίπου δεκαπέντε έως είκοσι κιλά ψάρια. Το δε βάθος των ιχθυοκοβωτίων δεν ξεπερνά τα δέκα εκατοστά. Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι τα κιβώτια είναι κατασκευασμένα από φελιζόλ και έχουν στο κάτω μέρος τρύπες, ώστε να απομακρύνεται το νερό της τήξης του πάγου, που χρησιμοποιείται για τη συντήρηση των ιχθύων κατά τη μεταφορά τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΛΙΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΨΥΞΗΣ ΜΕ ΠΑΓΟ

#### 2.1 Ποιότητα ιχθύων.

Ο ορισμός της ποιότητας είναι πολύ πλατύς, γιατί σε διαφορετικές περιπτώσεις εξετάζονται διαφορετικές απόψεις. Σύμφωνα με τον *Sundvold* (1971), οι κύριες ποιοτικές απαιτήσεις που καθορίζουν την αποδοχή των ψαριών ως κατάλληλα για βρώση, είναι η καλή κατάσταση και υγιεινή.

Διεθνώς, αποδεκτά ποιοτικά κριτήρια δεν υπάρχουν, και συνεπώς ο όρος 'ποιότητα' πρέπει να

καθοριστεί σε σχέση με του τι είναι αποδεκτό από τον καταναλωτή, τοπικά ή περιφερειακά. Οι *Kramer & Twing (1962)* καθορίζουν την ποιότητα των τροφίμων ως 'τη σύνθεση αυτών των χαρακτηριστικών που διαφοροποιούν ατομικά μέρη ενός προϊόντος, και έχουν σημασία, στον καθορισμό του βαθμού αποδοχής του μέρους αυτού από τον αγοραστή'.

Η ποιότητα αναμφισβήτητα σχετίζεται με το βαθμό φρεσκότητας και σε συνδυασμό με τη τιμή επηρεάζουν την αποδοχή των ιχθύων ως τρόφιμο για τον καταναλωτή. Επιπλέον, η παρέμβαση παραγόντων όπως, η διατροφική αξία ή τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των ειδών των ιχθύων, κάνει τον καθορισμό της ποιότητας ακόμη πιο περίπλοκο.

Όπως προαναφέρθηκε, η φρεσκότητα των ιχθύων είναι αντιστρόφως ανάλογη με το χρόνο συντήρησής τους. Αυτό σημαίνει ότι η φρεσκότητα μειώνεται όσο αυξάνεται η διάρκεια αποθήκευσης, έως ότου το προϊόν δεν είναι πλέον αποδεκτό από τον καταναλωτή. Σε έναν καταναλωτή η φρεσκότητα είναι πρωταρχικό κριτήριο για την αγορά ή όχι των ιχθύων, ενώ η τιμή έρχεται μόλις πέμπτη σε αξιολόγηση. Η



φρεσκότητα επομένως, σημαίνει και αποδοχή, ενώ έλλειψη αυτής, φανερώνει το τέλος του χρόνου διατήρησης *Hanna (1992)*.

Η αλλοίωση των ιχθύων κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, είναι αποτέλεσμα πολύπλοκων φυσικοχημικών μεταβολών, που εκδηλώνονται ως έλλειψη φρεσκότητας και ανάπτυξη αλλοίωσης. Σύμφωνα με τον *Damoglou (1980)*, ο όρος φρεσκότητα χρησιμοποιείται, καλύτερα από αυτόν της αλλοίωσης, διότι μία μέτρηση της φρεσκότητας υπονοεί ότι το προϊόν μπορεί να είναι ακόμη βρώσιμο, ακόμη κι όταν έχει χάσει φρεσκότητα. Αντιθέτως η αλλοίωση υπονοεί ότι το προϊόν δεν είναι πλέον κατάλληλο για βρώση.

Οι βαθμοί φρεσκότητας θα καθορίσουν το μέλλον των ψαριών στην αγορά. Η ζωή του κάθε ψαριού (είδους) θα καθορίσει, το πακετάρισμα (επεξεργασία), την αποθήκευση (διατήρηση), ή τις μεθόδους μεταφοράς που πρέπει να εφαρμοστούν. Η πρόβλεψη επομένως, του μοντέλου κατά το οποίο η φρεσκότητα μειώνεται κατά τη διάρκεια της διατήρησης, είναι μεγάλης σημασίας.

## 2.2 Αλλοίωση ιχθύων σε συνθήκες ψύξης με πάγο.

Η αλλοίωση των ιχθύων που διατηρούνται σε πάγο, διακρίνεται σε δύο κατηγορίες:

I) Αυτόλυση, εξαιτίας των ενδογενών ενζύμων στους ιστούς των ιχθύων, που παραμένουν ενεργά μετά το θάνατο.

II) Μικροβιακή αλλοίωση, εξαιτίας βακτηριακής ανάπτυξης, που υποστηρίζεται από τα προϊόντα που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της αυτόλυσης.

Ο *Shewan* (1997) απέδειξε πειραματικά ότι, η αλλοίωση των ψαριών είναι κυρίως ένα βακτηριολογικό φαινόμενο. Η σάρκα των ψαριών είχε διατηρηθεί κάτω από αποστειρωμένες συνθήκες σε χαμηλή θερμοκρασία για περιόδους μέχρι και έξι εβδομάδων, χωρίς να αλλοιώνεται. Φυσικά η πολύπλοκη σειρά αλλαγών που σχετίζονται με τη νεκρική ακαμψία, όπως η γλυκόλυση, η παραγωγή γαλακτικού οξέος και η με-

τουσίωση των πρωτεϊνών, οφείλονται σε ένζυμα των μυών των ιχθύων. Η αυτόλυση μπορεί να θεωρηθεί ως έλλειψη φρεσκότητας, ενώ η βακτηριακή δραστηριότητα, παράγει αξιοπρόσεκτα αποτελέσματα υπερβολικής αλλοίωσης, ώστε οι ιχθύς να καθίστανται ακατάλληλοι προς βρώση.

### **2.2.1 Αυτόλυση.**

Η κυτταρική συνεχίζεται μετά το θάνατο, οδηγούμενη από τα υπολειπόμενα ενεργειακά αποθέματα (γλυκογόνο). Αφού η κυκλοφορία του αίματος σταματά και η παροχή οξυγόνου παύει, η διάσπαση του γλυκογόνου σε γλυκόζη και γαλακτικό οξύ, είναι γεγονός και συμβάλλει στη πτώση του μυϊκού pH. Αν και η πτώση του pH μπορεί να είναι γρηγορότερη στους ιχθύς από ότι στα θηλαστικά, το τελικό pH είναι σχετικά υψηλό, διότι υπάρχει λιγότερο γλυκογόνο στους μυς των περισσότερων ζωντανών ιχθύων και συνήθως χάνεται πολύ από αυτό κατά τη διαδικασία της αλίευσης. Σε χαμηλότερες τιμές pH, ξεκινάει η μετουσίωση

των πρωτεϊνών η ικανότητα συγκράτησης ύδατος από τους μυς των ιχθύων ελαττώνεται, και μικρά ποσά ύδατος απελευθερώνονται με τη μορφή σταγόνων.

Αρχικά, η γλυκόλυση μπορεί να στηρίξει κάποια επανασύνθεση της τριφωσφορικής αδενοσίνης (ΑΤΡ), το σημαντικότερο μεταφορέα ενέργειας στον κυτταρικό μεταβολισμό. Όταν το επίπεδο της τριφωσφορικής αδενοσίνης πέφτει, εμφανίζεται στους ιχθύς η νεκρική ακαμψία. Ο χρόνος μεταξύ θανάτου και νεκρικής ακαμψίας, όπως και η διάρκεια της τελευταίας (νεκρική ακαμψία), ποικίλουν λόγω των μεταβολών στα συστατικά του γλυκογόνου και της τριφωσφορικής αδενοσίνης. Επίσης η κρίσιμη συγκέντρωση της τριφωσφορικής αδενοσίνης ποικίλει με τη θερμοκρασία.

Τελικά, η απώλεια κυτταρικών ενεργειακών αποθεμάτων, έχει σαν συνέπεια μία χημική ανισορροπία μέσα στα μυϊκά κύτταρα, που φαίνεται να ενεργοποιεί συγκεκριμένα ενδογενή πρωτεολυτικά ένζυμα (π.χ. καθεψίνες), προκαλώντας το σπάσιμο των πεπτικών δεσμών και επομένως τη διάσπαση των πρωτεϊνών

σε ελεύθερα αμινοξέα. Τα ελεύθερα αμινοξέα είναι σημαντικά υποστρώματα για βακτηριακή αύξηση.

### **2.2.2 Μικροβιακή αλλοίωση.**

Ο μυς των ζωντανών ιχθύων αποστειρώνεται και η μικροβιακή χλωρίδα κατανέμεται στην επιφανειακή βλέννα, τα βράγχια και τον εντερικό σωλήνα. Μελέτες αλλοίωσης στο κρέας των θηλαστικών και των πουλερικών, υποδεικνύουν ότι η βακτηριακή πρωτεόλυση ίσως να είναι απαραίτητη, ώστε να διευκολύνει τη διείσδυση των ανώτερων στρωμάτων ιστού, (Gill & Renny, 1977), αλλά δεν υπάρχει καμία ένδειξη γι' αυτό στους ιχθύς (Shewan, 1977).

Η βακτηριακή χλωρίδα ιχθύων, κρύων και εύκρατων νερών, αποτελείται κυρίως από ψυχρόφιλα και ψυχρότροφα αερόβια Gram αρνητικά μικρόβια. Τυπικές παρατηρήσεις έχουν ανακαλύψει ότι το μεγαλύτερο μέρος (60-80%) της εξωτερικής πανίδας αποτελείται από οργανισμούς σε δύο βασικές ομάδες: *Pseudo-*

*monas/Alteromonas/Shewanella & Moraxella / Acinetobacter* (Hobbs, 1991).

Η *Pseudomonas* χρησιμοποιεί γρήγορα τα περισσότερα αμινοξέα και πεπτίδια που βρίσκονται στη περιοχή του μυ με το (Μη Πρωτεϊνικό-Άζωτο) και αυτός είναι ένας σημαντικός λόγος, για την επικράτησή τους στη μικροπανίδα κατά την αλλοίωση.

Αφού τα αμινοξέα έχουν χρησιμοποιηθεί, η πρωτεόλυση γίνεται περισσότερο εντατική, συμβάλλοντας στην αυξημένη παροχή αμινοξέων και συνεπώς σε μια μεγαλύτερη παραγωγή αμμωνίας και πτητικών οξέων στα τελευταία στάδια αλλοίωσης. Η αμμωνία και τα πτητικά οξέα είναι υπεύθυνα για τη δυσσομία των ιχθύων που βρίσκονται σε αποσύνθεση.

Ο Liston (1982) την παρακάτω ακολουθία γεγονότων:

I.) Η *Pseudomonas* και άλλοι σχετικοί τύποι οργανισμών, κυριαρχούν στη μικροχλωρίδα καθώς οι αριθμοί αυξάνονται.

II.) Αρχικά το γαλακτικό οξύ και οι ενώσεις Μη -Πρωτεϊνικού - Αζώτου (NPN), κυρίως το οξείδιο της τριμεθυλαμίνης και τα αμινοξέα, προσβάλλονται από την αναμενόμενη παραγωγή των TMA, DMA, NH<sub>3</sub> και πτητικών οξέων, ενώ η πρωτεόλυση είναι αμελητέα.

III.) Οι *Alteromonas* & *Pseudomonas* καθώς είναι ικανές να αναπτύσσονται ενεργά σε θερμοκρασίες κοντά στους 0 °C και να προσβάλλουν την μεθειονίνη και την κυστεΐνη, με παραγωγή H<sub>2</sub>S, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S ΚΑΙ CH<sub>3</sub>SH, επικρατούν στη μικροχλωρίδα.

IV.) Όταν ο αριθμός των παραπάνω βακτηρίων υπερβεί τα 10<sup>6</sup>/cm<sup>2</sup> ή το 40% της μικροχλωρίδας, σημαντικά ποσά των πτητικών ενώσεων που περιέχουν θείο παράγονται και η αλλοίωση γίνεται οργανοληπτικά αντιληπτή.

V.) Καθώς τα αμινοξέα μειώνονται λόγω της βακτηριακής οξείδωσης, η βακτηριακή παραγωγή του ενζύμου πρωτεάση πέφτει εκ νέου. Η συγκέντρωση των αμινοξέων αρχίζει να αυξάνεται πάλι καθώς η πρωτεΐνη του ιχθύος υδρολύεται, αν και υπάρχει μία

αυξημένη χρήση των αμινοξέων για βακτηριακή αύξηση.

VI.) Βακτήρια αλλοίωσης επιταχύνουν τη μετατροπή της ινοσίνης σε υποξανθίνη.

Η πιο χαρακτηριστική οσμή και γεύση των αλλοιωμένων ιχθύων, οφείλονται κυρίως στη βακτηριακή χρήση των συστατικών του (Μη -Πρωτεϊνικού - Αζώτου) στον ιστό του ιχθύος. Υπάρχουν, κυρίως, αμινοξέα, μικρά πεπτίδια και οξείδιο της τριμεθυλαμίνης. Το ποσό της αμμωνίας παραμένει χαμηλό έως ότου η μικροβιακή αλλοίωση είναι αρκετά προχωρημένη. Καθώς η αλλοίωση συνεχίζεται, αυξημένα ποσά αμμωνίας ελευθερώνονται συνεισφέροντας στην οσμή των μπαγιάτικων ψαριών και στην αύξηση του μικρού pH πάνω από την ουδέτερη ζώνη.

Άλλα προϊόντα βακτηριακού μεταβολισμού, που βοηθούν σημαντικά στην οργανοληπτική αντίληψη της αλλοίωσης, Περιλαμβάνουν: κατώτερα λιπαρά οξέα (όπως το γαλακτικό και το βουτυρικό οξύ) από σάκχαρα γλυκόζης και ριβόζης, αλδεϋδες και κετόνες



από την οξείδωση των λιπιδίων των ιστών, πτητικά σουλφίδια (όπως το υδρογονο-σουλφίδιο, το διμεθυλο-σουλφίδιο και το μεθυλο-μερκοπτάντο) από αμινοξέα που Περιέχουν θείο (κυστεΐνη, μεθειονίνη), αμίνες (π.χ. ωδόλη και σκατόλη) και οι επονομαζόμενες 'βιογενετικές' αμίνες (όπως ισταμίνη, πουτρεσκίνη, καδαβερίνη, όπως επίσης και η αμμωνία) από αμινοξέα και μεταγενέστερα πρωτεΐνες (Davis, 1995).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>**

### **ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΦΡΕΣΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΑΛΙΕΥΜΑΤΩΝ**

#### **3.1 Υπολογισμός της φρεσκότητας των ιχθύων.**

Ένας από τους πρωταρχικούς σκοπούς πολλών μελετητών, ήταν να βρουν κάποιες μεθόδους με τις οποίες οι μεταβολές της αποσύνθεσης, θα μπορούσαν να μετρηθούν ποσοτικά και με ακρίβεια καθ' όλη την πορεία τους.

Παραδοσιακά, η φρεσκότητα των ψαριών έχει εκτιμηθεί μόνο από οργανοληπτικές μεθόδους, που από τη φύση τους είναι Περισσότερο υποκειμενικές

παρά αντικειμενικές. Η ανάγκη για γρήγορες μεθόδους που θα δίνουν ακριβή και επαναλήψιμα αποτελέσματα, οδήγησε στην εφαρμογή μη οργανοληπτικών μεθόδων, που μπορούν να καταταχθούν στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες: α) Χημικές, β) Οργανικές (με τη βοήθεια οργάνων) & γ) Βακτηριολογικές.

### **3.2 Οργανοληπτικές μέθοδοι.**

Αφού οι οργανοληπτικές μέθοδοι υπολογισμού απαιτούν τις ίδιες αισθήσεις με αυτές που χρησιμοποιεί ο καταναλωτής, αυτές είναι πιθανόν να προβλέψουν την αντίδραση του καταναλωτή, καλύτερα από τις μη οργανοληπτικές μεθόδους. Επίσης παρουσιάζουν και κάποια άλλα πλεονεκτήματα, όπως το ότι μπορούν να εφαρμοσθούν σε όλα τα είδη των ψαριών, δεν χρειάζονται εργαστηριακές εγκαταστάσεις και παροχές, είναι γρήγορες και μη καταστροφικές, εκτός και αν το δείγμα μαγειρεύεται. Το σοβαρότερο μειονέκτημά τους, είναι το ότι είναι δύσκολο να σταντα-

ριστούν και τα αποτελέσματα υπόκεινται στις προσωπικές εκτιμήσεις και γνώμες των εκτιμητών.

Εκπαιδευμένα και έμπειρα άτομα χρειάζονται για να εκτελεστούν σωστά οι δοκιμές. Όσο καλύτερα εκπαιδευμένα και όσο περισσότερο πεπειραμένα είναι, τόσο πιο αξιόπιστα είναι τα αποτελέσματα. Μεταξύ των οργανοληπτικών μεθόδων, η βαθμολόγηση είναι μακράν η συνηθέστερη μέθοδος που χρησιμοποιείται (Cornel & Shewan, 1980), γιατί δίνει περισσότερο αντικειμενικές εκτιμήσεις οι οποίες είναι και επαναλήψιμες.

Τα πλάνα που χρησιμοποιούνται συνηθέστερα, είναι το Torry και το E.U. Στην εκτίμηση φρεσκότητας που έγινε σε εκσπλαχνισμένη τσιπούρα - *Sparus aurata*- στο εργαστήριο, χρησιμοποιήθηκε το πλάνο Torry.

### **3.2.1. Οργανοληπτικό πλάνο Torry.**

Το πλάνο αυτό στηρίζεται σε διαχωριστικές περιγραφικές αλλαγές σε καταστάσεις, όπως, εμφάνι-

ση, οσμή, γεύση και υφή των ωμών ή μαγειρεμένων ψαριών, με κάθε μία αλλαγή να σημειώνεται με ένα νούμερο (*Shewan, 1953*). Αυτό το πλάνο σχεδιάστηκε πρωταρχικά για ψυγμένα είδη, αλλά με μικρές παραλλαγές έχει επεκταθεί σε όλα σχεδόν τα εμπορεύσιμα είδη.

Αποτελείται από επτά κλίμακες. Τέσσερις για ωμά ψάρια και τρεις για μαγειρεμένα ψάρια. Οι κλίμακες βαθμολογούνται με πέντε έως δέκα για φρέσκους ή πολύ φρέσκους αντίστοιχα ιχθύς και με μηδέν για αποσυντεθημένους.

Το πλάνο *Torgy*, δεν εκτιμά την αποδεκτικότητα, διότι είναι υποκειμενική κρίση. Όμως ένα σκορ των 4,5 στην δεκαβάθμια κλίμακα, για τα περισσότερα είδη είναι το όριο αποδεκτικότητας για βρώση (*Hanna, 1992*).

### **3.3 Χημικές μέθοδοι.**

Οι μεταβολίτες από ενζυματική ή μικροβιακή δράση, όπως το Ολικό Βασικό Πτητικό Άζωτο (TVB-

N), το Άζωτο της Τριμεθυλαμίνης (TMA-N), η αμμωνία, μπορούν να οριστούν και να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες φρεσκότητας των ιχθύων. Αν και απαιτούνται για το σκοπό αυτό, πολύπλοκες μέθοδοι και εργαστηριακές παροχές, οι χημικές εκτιμήσεις είναι τελικά φθηνότερες από τις οργανοληπτικές, διότι σ' αυτές απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό. Επιπλέον δίνουν ακριβή και επαναλήψιμα αποτελέσματα.

Τα μειονεκτήματα, είναι ότι οι εκτιμήσεις δεν αυξάνονται πολύ κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων αλλοίωσης και δεν σχετίζονται καλά με τα αποτελέσματα των οργανοληπτικών εκτιμήσεων.

### **3.3.1 Ολικό Βασικό Πτητικό Άζωτο (TVB-N).**

Η αμμωνία, η τριμεθυλαμίνη, η διμεθυλαμίνη και αμινοξέα, συνθέτουν κυρίως το TVB-N. Επίσης αναφέρεται ως Ολικό Πτητικό Άζωτο, αφού τα αποτελέσματα δίνονται πάντα αναφορικά με το βασικό περιεχόμενο αζώτου.

Η αμμωνία παράγεται σε αλλοιωμένα ψάρια από τη βακτηριακή διάσπαση ενώσεων με χαμηλό μοριακό βάρος, όπως η ουρία. Είδη που περιλαμβάνουν μεγάλες ποσότητες ουρίας (π.χ. ελασματοβράγχια) μπορούν να αναπτύξουν περισσότερη αμμωνία από άλλα θαλασσινά ψάρια σε ένα προηγούμενο στάδιο. Η ουρία σχηματίζεται στους θαλάσσιους ιχθύς, κυρίως από το κύκλο της ορπίνης-ουρίας (*Watts, 1974 & Shizunori, 1980*), επιτρέποντας έτσι στην αμμωνία να αποτοξινωθεί. Η αμμωνία μαζί με τη ΤΜΑ είναι υπεύθυνες για τη δυσοσμία των αλλοιωμένων ιχθύων.

Η τριμεθυλαμίνη και η διμεθυλαμίνη είναι τα προϊόντα της διάσπασης του ΤΜΑΟ, λόγω της βακτηριακής δράσης. Παρά των ενζύμων των ιστών των ιχθύων. Στη βακτηριακή μείωση του ΤΜΑΟ σε ΤΜΑ η συμμετοχή των κυτοχρωμάτων ως μεταφορείς ηλεκτρονίων μαζί με ένζυμα, προτάθηκε από τους *Sacaguchand & Kawai (1978)*.

Ένα εύρος μεθόδων χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του TVB-N. Σε όλες αυτές τα ψάρια, ή ένα μέρος από αυτά, αλκαλοποιείται, οι βάσεις αποστάζονται συλλέγονται και μετρώνται μέσω τιτλοδότησης

(Egan 1981 A.M.C. 1979). Ένα βασικό μειονέκτημα είναι ότι μερικοί από τους δείκτες που χρησιμοποιούνται για να αλκαλοποιηθούν οι ιχθύς, μπορούν να μετατρέψουν άλλες ουσίες, παρούσες στο ψάρι, σε αμινία κατά τη διάρκεια της απόσταξης, έτσι ώστε το εμφανές ποσό του TVB-N, να αυξάνεται καθώς η απόσταξη προχωράει. Οι *Connell & Howgate (1986)* υποστήριξαν ότι το TVB-N δεν ενδείκνυται ως δείκτης φρεσκότητας.

Επίσης η εξαγωγή πτητικών αμινών από διαφορετικά μέρη του σώματος, μέσω του νερού τήξης του πάγου, μπορεί να προκαλέσει ποικιλότητα στα αποτελέσματα (*Mowiah, 1975 Karnop, 1976*). Τελικά πολλοί άλλοι παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν το αποτέλεσμα των μετρήσεων, με συνέπεια το μετρημένο TVB-N, να εξαρτάται άμεσα από τις λεπτομέρειες των μεθόδων που εφαρμόστηκαν. Για το λόγο αυτό το TVB-N, αν και χρησιμοποιείται ευρέως, δεν αποτελεί καλό δείκτη φρεσκότητας.



### 3.3.2 Αζωτο Τριμεθυλαμίνης (TMA-N).

Ένα από τα κύρια συστατικά, που προκαλούν τη δυσάρεστη οσμή, στους ιχθύς που βρίσκονται σε προχωρημένη αλλοίωση, είναι η τριμεθυλαμίνη (TMA). Αυτή η πτητική αμίνη παράγεται από βακτηριακή και ενζυματική αναγωγή του οξειδίου της τριμεθυλαμίνης, που βρίσκεται στους ιχθύς ως ωσμωρυθμιστής. Η συγκέντρωση TMA στους μυς των ψαριών εκφραζόμενη ως mg TMA-N/100 gr μυ ιχθύος, χρησιμοποιείται ως δείκτης ποιότητας σε πολλές χώρες τόσο σε ερευνητικά, όσο και σε ποιοτικού ελέγχου εργαστήρια, αν και οι συγκεντρώσεις δεν συσχετίζονται άμεσα με την οργανοληπτική εκτίμηση (FAO, 1969).

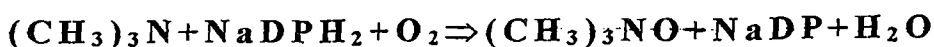
Το οξείδιο της τριμεθυλαμίνης είναι ευρέως κατανεμημένο στα-θαλάσσια είδη. Οι υψηλότερες τιμές αναφέρθηκαν στους ιστούς των ελασματοβραγχίων, ακολουθούμενες από αυτές των μυών του καλαμαριού. Οι χαμηλότερες τιμές ανήκουν στα πλατύψαρα και οι ενδιάμεσες τιμές στα πελαγικά ψάρια. Οι ιχθύς με λευκή σάρκα, γενικώς περιέχουν μεγαλύτερες πο-

σότητες οξειδίου της τριμεθυλαμίνης, από τους ιχθύς που έχουν κόκκινη σάρκα (*Hebart 1982*).

Στους ιχθύς του γλυκού νερού, το οξύδιο της τριμεθυλαμίνης εμφανίζεται σε ίχνη (*Shewan, 1951*) με εξαίρεση το λούτσο, ο οποίος περιέχει σημαντικές ποσότητες του οξειδίου της τριμεθυλαμίνης (50mg/100gr σάρκας). Λόγω λοιπόν της διαφοροποίησης των ειδών, παρατηρείται μία ποικιλία στην περιεκτικότητα του οξειδίου της τριμεθυλαμίνης στη σάρκα των ιχθύων. Ωστόσο μπορεί να εμφανιστεί ακόμη μεγαλύτερη ποικιλία μεταξύ ιχθύων του ίδιου είδους. Παράγοντες όπως η εποχή, το μέγεθος, η διατροφή, η ηλικία και οι κλιματολογικές συνθήκες στις οποίες υπόκεινται οι ιχθύς, επηρεάζουν άμεσα τα επίπεδα του οξειδίου της τριμεθυλαμίνης, στους μυς των ιχθύων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η κατανομή του οξειδίου της τριμεθυλαμίνης, είναι άνιση στα διάφορα μέρη του σώματος των ιχθύων. Για παράδειγμα έχει βρεθεί ότι στους ιχθύς που με λευκή σάρκα, όπως είναι η τσιπούρα, η συγκέντρωση του οξειδίου της τριμεθυλαμίνης είναι πολύ υψηλότερη στο συνηθισμένο μυ, από ότι στον αιματομένο (σκούρο) (*Takagi,*

1967). Γενικά έχει διαπιστωθεί ότι στους ιχθύς των αλμυρών νερών, τα επίπεδα του οξειδίου της τριμεθυλαμίνης, είναι χαμηλότερα στα εσωτερικά όργανα, από ότι στους μυς (Harade, 1975). Ένας καθορισμός επομένως, του περιεχομένου του οξειδίου της τριμεθυλαμίνης, ή των προϊόντων διάσπασής του, πρέπει να συνοδεύεται από την αναφορά του μέρους του μυ του ιχθύος, που αναλύθηκε.

Το οξείδιο της τριμεθυλαμίνης στο σώμα των ιχθύων, πιστεύεται ότι είναι το προϊόν της οξείδωσης της τριμεθυλαμίνης, σχηματιζόμενο από χολίνη, αμινοξύ, μεθανίνη κ.λ.π., ως μια αντίδραση αποτοξίνωσης. Επιπλέον η αποθήκευση της οξειδωμένης μορφής της τριμεθυλαμίνης, είναι βασική για την εξουδετέρωση της υψηλότερης ωσμωτικής πίεσης του θαλασσινού νερού. Στα ζώα, η οξείδωση της τριμεθυλαμίνης, είναι ο μόνος γνωστός μηχανισμός για το σχηματισμό του οξειδίου της τριμεθυλαμίνης. Το ένζυμο που καταλύει την αντίδραση είναι μία μονοοξυγενάση της τριμεθυλαμίνης (Hebart, 1982).



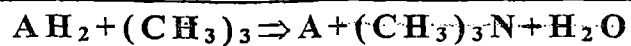
Δύο μονοπάτια θεωρούνται πως υπάρχουν για τη μείωση του οξειδίου της τριμεθυλαμίνης σε τριμεθυλαμίνη και για τα προϊόντα διαδοχικών διασπάσεων, όπως η διμεθυλαμίνη και η φορμαλδεΰδη.

A) Ενδογενή ένζυμα στους ιχθύς

B) Εξωγενή ένζυμα που παράγονται από βακτήρια στην πορεία της αλλοίωσης. Τα τελευταία είναι η κύρια αιτία της διάσπασης του οξειδίου της τριμεθυλαμίνης.

Οι τύποι των βακτηρίων που είναι ικανά να ανάγουν το οξείδιο της τριμεθυλαμίνης σε τριμεθυλαμίνη, έχουν βρεθεί στα περισσότερα είδη των εντεροβακτηριακών, περιλαμβανομένων *Flavobacterium*, *Escherichia coli*, *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Alkaligenes* & *Bacillus spp.*

Η βακτηριακή αντίδραση που χρησιμοποιεί οξείδιο τριμεθυλαμίνης σύμφωνα με τον Hebart, (1982) είναι η ακόλουθη.



όπου (A) είναι μία πηγή υδρογόνου, όπως το γαλακτικό οξύ και το πυροσταφυλικό οξύ.

### Πίνακας 3:

Συγκέντρωση TMAO στο μυ διαφορετικών ιχθύων (Regenstein, 1982).

ΨΑΡΙΑ	millimoles TMAO/100g
Τόνος	7.9-10.8
Μπακαλιάρος	4.3-5.8
Μουρούνα	10.0-13.3
Κολιός	5.8-6.8
Σκουμπρί	2.9-3.9
Γλώσσα	3.2-7.2

## Πίνακας 4:

Διάφοροι τρόποι έκφρασης του ΤΜΑΟ και των προϊόντων διάσπασης (Regenstein 1982).

1mg TMAO-N=5.38mg TMAO=72moles
1mg TMA-N =4.22mg TMA =72moles
1mg DMA-N =3.22mg DMA = 72moles
2.16mg FA = 72moles

## ΠΙΝΑΚΑΣ 5:

Περιεχόμενο ΤΜΑΟ διαφόρων οργάνων του τόνου (Regenstein 1982).

ΟΡΓΑΝΑ ΤΟΝΟΥ	milimoles ΤΜΑΟ/100g
Δέρμα	3.0
Επιφανειακός μυς	7.6
Βαθύτερος μυς	13.2
Στομάχι	0.9
Γονάδα	1.6

## ΠΙΝΑΚΑΣ 6:

Κρίσιμα όρια οσμής (Regenstein 1982).

ΟΥΣΙΕΣ	ppb
NH <sub>3</sub>	110.000
DMA	30.000
TMA	600.000

Η τριμεθυλαμίνη σχετίζεται με την οσμή αλλοίωσης του ιχθύος και είναι καθαρά, ένας τρόπος αναγνώρισης της αλλοίωσης πολλών ειδών ιχθύων. Ο καθορισμός της τριμεθυλαμίνης έχει εντατικά χρησιμοποιηθεί ως ένας πιο συγκεκριμένος δείκτης βακτηριακής αλλοίωσης. Αρκετές μέθοδοι, έχουν καθιερωθεί για τον προσδιορισμό του και κάποιες από αυτές αναφέρονται παρακάτω (Shewan, 1971).

- I.) Μέθοδος - αποστάξεως - ατμού (*Hjorth-Hansen, 1952*).
- II.) Μέθοδος μικροδιάλυσης (*Conway & Byrne, 1953*).
- III.) Μέθοδος πικρική (*Dyer, 1943-1945*).
- IV.) Μέθοδος των Cis -Ακονιτικού οξέος (*Cromwell, 1950*).
- V.) Αυτοματοποιημένη μέθοδος (*Murray & Burt, 1964*).
- VI.) Χρωματογραφικές μέθοδοι (*Obata & Matano, 1952*).
- VII.) Ενζυματική μέθοδος (*Large & McDougall, 1975*).
- VIII.) TMA -ειδικό ηλεκτρόδιο (*Changet et al., 1976*).
- IX.) Ταυτόχρονος προσδιορισμός του TMA & DMA (*Castell et al., 1974*).



Ο ρυθμός αύξησης της τριμεθυλαμίνης, κατά τη διάρκεια της αλλοίωσης των ιχθύων, ποικίλοι ανάλογα με τη θερμοκρασία διατήρησης. Είναι αρκετά έντονος σε θερμοκρασία δωματίου, αλλά απών ή και αμελητέος, σε θερμοκρασίες υπό το μηδέν (Hebart, 1982). Ο Connell (1969) απέδειξε ότι όταν οι ιχθύς φυλάσσονται σε θερμοκρασίες κάτω του μηδέν, ο σχηματισμός τριμεθυλαμίνης καθυστερεί πάρα πολύ, ή εμποδίζεται τελείως, ενώ η αλλοίωση συνεχίζεται.

Ο Αντωνακόπουλος (1971), δήλωσε ότι οι τιμές των TMA-N και TVB-N θα έπρεπε να χρησιμοποιηθούν ως υποχρεωτικά όρια.

### **3.4. Φυσικές (οργανικές -με τη βοήθεια οργάνων) μέθοδοι.**

Οι ηλεκτρικές ιδιότητες του δέρματος του ιχθύος και των μυών, αλλάζουν σημαντικά μετά το θάνατο και μπορούν να μετρηθούν με όργανα, αν και οι αλλα-

γές αυτές δεν προκαλούνται αποκλειστικά από βακτηριακή δράση (Ανώνυμος, 1989).

Δύο μοντέλα είναι εμπορικά διαθέσιμα. Μία συσκευή γνωστή ως 'Intelectron' χρησιμοποιήθηκε, αλλά θεωρείται δύσκολη στη μεταφορά και παράξενη στη χρήση (Chang *et al.*, 1976).

Οι Jason & Richards μία πιο ικανοποιητική συσκευή, τον μετρητή 'TORRY'. Είναι ένας φορητός μετρητής, που διαβάζει σε παρερχόμενες ημέρες, τη ζωή στους 0 °C. Το πλεονέκτημα αυτού του οργάνου είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ιχθυαγορά και μπορεί να πραγματοποιηθεί δειγματοληψία, χωρίς να αφαιρούνται οι ιχθύς από τα ιχθυοκιβώτια. Η συσκευή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί, μόνο σε ολόκληρα ψάρια ή φιλέτα με δέρμα. Κατεψυγμένοι ιχθύς, που έχουν ξεπαγώσει δε δίνουν καμία ένδειξη στο μετρητή και αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για να ελεγχθεί αν τα ψάρια έχουν προηγουμένως καταψυχθεί (Chang, 1976).

### 3.5. Μικροβιολογικές μέθοδοι.

Τα βακτήρια είναι οι κύριοι φορείς αλλοίωσης και επομένως θα φαινόταν λογικό να χρησιμοποιούμε τα νούμερά τους, ως δείκτη ποιότητας. Βεβαίως οι μετρήσεις των βακτηρίων δεν σχετίζονται άμεσα με το βαθμό αλλοίωσης όπως οι μεταβολικές δραστηριότητες (π.χ. η μείωση του ΤΜΑΟ). Επιπλέον η ανάπτυξη των βακτηρίων δεν σχετίζεται άμεσα με οργανοληπτικές ιδιότητες, αφού οι αριθμοί τους αυξάνονται σημαντικά αφού λάβει μέρος η αυτόλυση (*Liston, 1980*). Έτσι, δεν μπορούν να δώσουν χρήσιμες πληροφορίες στα πρώτα στάδια αλλοίωσης.

Δύο τύποι μεθόδων είναι χρήσιμες για συνηθισμένες εξετάσεις: μία που μετρά τους συνολικούς αριθμούς των οργανισμών, που είναι παρόντες στο δείγμα και ικανοί να μεγαλώσουν κάτω από τις συνθήκες επώασης που έχουν υιοθετηθεί και εκείνη που μετρά τους αριθμούς ειδικών ομάδων οργανισμών, για παράδειγμα, τους παθογόνους.

Η χρονοβόρος περίοδος επώασης, κάνει τις μικροβιολογικές μεθόδους λιγότερο χρήσιμες ως δείκτες

φρεσκότητας των ιχθύων. Έτσι οι μικροβιολογικές δοκιμές, χρησιμοποιούνται προς το παρόν για τον υπολογισμό της ασφάλειας των ιχθύων, παρά για τη φρεσκότητα αυτών.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>**

### **ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

Οι βασικοί σκοποί της παρούσας εργασίας είναι οι ακόλουθοι:

I. Να καταγραφεί η χημική σύνθεση της εκτρεφόμενης τσιπούρας.

II. Να εκτιμηθούν οι οργανοληπτικές μεταβολές που παρουσιάσθηκαν κατά τη διάρκεια της συντήρησης της εκσπλαχνισμένης τσιπούρας, σε συνθήκες (+ 1 έως + 3 °C), με πάγο.

III. Να καταγραφούν και να μελετηθούν οι χημικές μεταβολές των -pH, TMA, TVB, TBA, FFA, NPN-, που παρουσιάσθηκαν κατά τη διάρκεια της συντήρη-

σης της εκσπλαχνισμένης τσιπούρας, σε συνθήκες ψύξης (+1 έως +3 °C), με πάγο.

IV. Να συσχετιστούν οι οργανοληπτικές μεταβολές, που έλαβαν χώρα, με τους βιομηχανικούς δείκτες αλλοίωσης.

V. Να εκτιμηθεί η επίδραση του εκσπλαχνισμού, πρώτων στη διάρκεια ζωής της εκτρεφόμενης τσιπούρας σε συνθήκες ψύξης (+1 έως +3 °C), με πάγο και δευτέρων, στις χημικές μεταβολές.

VI. Να βρεθεί το χρονικό όριο, κατά το οποίο η εκσπλαχνισμένη τσιπούρα κρίνεται κατάλληλη για βρώση.

VII. Τελικά να αξιοποιήσει το ρόλο όλων των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν, για τον υπολογισμό της φρεσκότητας, της εκσπλαχνισμένης, εκτρεφόμενης τσιπούρας.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>**

### **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

#### **5.1. Συνθήκες διατήρησης και δειγματοληψίας.**

Οι τσιπούρες που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα μελέτη, αγοράστηκαν από ένα ιχθυοτροφείο στη θαλάσσια περιοχή του νομού Αιτωλοακαρνανίας. Το βάρος των ψαριών κυμαίνονταν από 200 έως 400 gr. Τα ψάρια είχαν παραμείνει νηστικά για εικοσιτέσσερις ώρες πριν από την αλίευσή τους και θανατώθηκαν με ψυχρό σοκ. Στη συνέχεια συσκευάστηκαν σε ένα πολυεστερικό κιβώτιο, στο κάτω μέρος του οποίου υπήρχαν οπές για να διευκολύνεται η απομάκρυνση των υγρών. Αμέσως μετά καλύφθηκαν με ένα πλαστικό φιλμ και τοποθετήθηκε θρυμματισμένος πάγος ώστε

τελικώς το κιβώτιο να κλεισθεί. Πρέπει να σημειωθεί ότι αυτή η διαδικασία διεξάγεται στο εμπόριο για τσιπούρες που εκτρέφονται στη θάλασσα και εξάγονται στις χώρες του εξωτερικού.

Οι ιχθύς μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο εικοσιτέσσερις ώρες μετά τη σύλληψη και θανάτωσή τους. Στο εργαστήριο, με την παραλαβή τα ψάρια αφαιρέθηκαν από το κιβώτιο, εκσπλαχνίστηκαν και επανατοποθετήθηκαν προσεκτικά στο κιβώτιο. Βεβαίως στο κιβώτιο προστέθηκε και πάλι θρυμματισμένος πάγος. Στη συνέχεια το κιβώτιο τοποθετήθηκε στη ψύξη με θερμοκρασία συγκτήρησης, καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας, τους (+1 έως +3 °C). Η ποσότητα του πάγου που είχε τοποθετηθεί στο κιβώτιο ελεγχόταν επί καθημερινής βάσεως και ένα επιπλέον ποσό προστίθετο όταν αυτό ήταν απαραίτητο.

Σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα δύο ψάρια απομακρύνονταν από τον πάγο και μετριόταν το μήκος και το βάρος τους. Κατόπιν υπολογιζόταν η φρεσκότητα των ιχθύων με τη χρήση οργανοληπτικών και χημικών μεθόδων. Η πρώτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε εικοσιτέσσερις ώρες μετά τη θανάτωση



των ιχθύων και η τελευταία όταν οι ιχθύς απορρίφθηκαν οργανοληπτικά.

## **5.2. Οργανοληπτική ανάλυση.**

Αφού τα περισσότερα από τα διαθέσιμα οργανοληπτικά πλάνα είναι για είδη ιχθύων που αιχμαλωτίζονται στη Βόρεια Θάλασσα, ένα πιο συγκεκριμένο πλάνο αναπτύχθηκε για την τσιπούρα. Αυτό το πλάνο βασίστηκε στο οργανοληπτικό πλάνο Torry .

Μία ομάδα δύο εκτιμητών (σπουδαστές του Τ.Ε.Ι Μεσολογγίου) αξιολογούσε την εμφάνιση του δέρματος, των οφθαλμών, των βραγχίων, τη δομή της σάρκας, καθώς και την οσμή των βραγχίων. Ένα τμήμα φιλέτου (80-100gr), το οποίο προερχόταν από το παχύτερο μέρος του ιχθύος, κοβόταν και μαγειρευόταν επί δεκαπέντε λεπτά, σε μία χύτρα χωρίς προσθήκη καρυκευμάτων. Το ίδιο προσωπικό εκτιμητών αξιολογούσε την οσμή, τη γεύση και τη δομή του μαγειρεμένου φιλέτου.

### 5.3. Χημικές αναλύσεις.

Προκειμένου να γίνουν οι χημικές αναλύσεις, κάθε φορά, λαμβάνονταν περίπου 100 gr σάρκας. Για την προετοιμασία των δειγμάτων τα ψάρια αποκεφαλίσθηκαν, αποδερματώθηκαν και φιλετοποιήθηκαν. Επίσης αφαιρέθηκαν τα διάφορα πτερύγια καθώς και οι ερυθροί μυς. Στη συνέχεια ο λευκός μυς αλέστηκε δύο φορές, ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο ψιλοκομμένος.

Οι χημικές αναλύσεις περιελάμβαναν τον καθορισμό των παρακάτω παραμέτρων:

- ◆ Περιεχόμενο υγρασίας.
- ◆ pH
- ◆ Συνολικό περιεχόμενο λιπιδίων.
- ◆ Περιεχόμενο ελεύθερων λιπαρών οξέων (ΕΛΟ).
- ◆ Άζωτο τριμεθυλαμίνης (TMA-N).



### 5.3.1. Προσδιορισμός της υγρασίας (με ξήρανση).

Ο προσδιορισμός της υγρασίας των αλιευμάτων, έγινε με τη μέθοδο της ξήρανσης, η οποία περιγράφεται ακολούθως.

Ξηραίνουμε στους 100 °C και ψύχουμε κατάλληλα κάψα ύαλου με χαλαρό κάλυμμα. Ακολούθως την ζυγίζουμε και διασπείρουμε ομογενώς 5gr δείγματος τοποθετούμε το κάλυμμα και ζυγίζουμε εκ νέου. Τοποθετούμε τη κάψα με το δείγμα σε ξηραντήριο στους 101 °C, αφαιρούμε το κάλυμμα και αφήνουμε για εικοσιτέσσερις ώρες. Ακολούθως επαναφέρουμε το κάλυμμα της κάψας και ψύχουμε στο ξηραντήριο στη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Τέλος ζυγίζουμε τη σκεπασμένη κάψα. Το ποσοστό της υγρασίας δίνεται από την ακόλουθη σχέση.

$$\text{Υγρασία(\%)} = [(B_{\Delta} - B_{\Xi}) / B_{\Delta}] \times 100$$

όπου  $B_{\Delta}$  το βάρος του δείγματος και  $B_{\Xi}$  το βάρος του ξηρού υπολείμματος.

### **5.3.2. Προσδιορισμός του pH.**

Το pH του μυ του ιχθύος καθορίστηκε μέσω μιας ομογενοποίησης 5 προς 1 (ποσότητες νερού και ιχθύος αντίστοιχα), χρησιμοποιώντας ένα γυάλινο ηλεκτρόδιο.

### **5.3.3 Συνολικό περιεχόμενο λίπους.**

Το ολικό λιπιδικό περιεχόμενο καθορίστηκε σε ένα δείγμα 10 gr, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο εκχύλισης των Blight & Dyer (1959), όπως τροποποιήθηκε από τους Hanson & Olley (1963). Η μέθοδος είναι η ακόλουθη.

Ποσότητα 10 gr δείγματος τοποθετούνται σε ηλεκτρικό αναμικτήρα μαζί με κατάλληλη ποσότητα νερού, ώστε ο συνολικός όγκος νερού του δείγματος να φτάσει τα 24 ml. Προστίθενται 40 ml μεθανόλης και 20 ml χλωροφορμίου και το μίγμα ομογενοποιεί-

ται για ένα λεπτό. Ακολουθεί προσθήκη επιπλέον ποσότητας 20 ml χλωροφόρμιου και ομογενοποίηση του μίγματος για τριάντα δευτερόλεπτα. Τέλος προστίθενται 20 νερού και το μίγμα ομογενοποιείται εκ νέου για τριάντα δευτερόλεπτα.

Στο στάδιο αυτό παρατηρείται διαχωρισμός του μίγματος σε δύο στιβάδες, την υδατική (άνω) στιβάδα και τη χλωροφορμική κάτω στιβάδα. Για την παραλαβή του χλωροφορμικού εκχυλίσματος, το μίγμα μεταφέρεται ποσοτικά σε φυγοκεντρικούς σωλήνες 100 ml και φυγοκεντρείται επί δέκα λεπτά στις 2000-2500 στροφές ανά λεπτό (rpm).

Η χλωροφορμική (κάτω) στιβάδα παραλαμβάνεται προσεκτικά με τη βοήθεια σιφωνίου (δίχως να διαταραχθούν οι υπερκείμενες στιβάδες) και διηθείται μέσω ηθμού Whatman No 41 ο οποίος περιέχει μικρή ποσότητα  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (για την απορρόφηση της υγρασίας). Το διήθημα συλλέγεται σε φιάλη 100 ml η οποία κλείνει ερμητικά με πώμα Teflon.

Κλάσμα 10 ml από το διαυγές χλωροφορμικό εκχύλισμα φέρεται με σιφώνιο σε προζυγισμένη,

στεγνή κωνική φιάλη 100 ml. Ακολουθεί εξάτμιση του διαλύτη σε ατμόλουτρο και ολοκλήρωση της ξήρανσης του δείγματος σε κλίβανο, στους 103 °C. Αφού αποκτήσει θερμοκρασία περιβάλλοντος η φιάλη ζυγίζεται εκ νέου, το δε λίπος του δείγματος εκφρασμένο σε gr/100gr σάρκας ψαριού, υπολογίζεται:

Στα 10 ml χλωρ/κού εκχυ/τος  $\exists$  ( $B_T - B_A$ ) gr λίπους

Στα 400 ml » »  $\exists$  X gr λίπους

όπου  $B_T$  το μικτό βάρος (φιάλης και λίπους) μετά το ατμόλουτρο,  $B_A$  το μικτό βάρος (φιάλης και λίπους) πριν το ατμόλουτρο και X το %Λίπος του ψαριού.

#### 5.3.4 Περιεχόμενο Ελεύθερων Λιπαρών Οξέων.

Η μέθοδος για τον υπολογισμό των ελεύθερων λιπαρών οξέων, που χρησιμοποιήθηκε ήταν η ακόλουθη.

Κλάσμα 10 ml από το διαυγές χλωροφορμικό εκχύλισμα φέρεται με σιφόνιο σε κωνική φιάλη 100 ml. Προστίθενται 10 ml εξουδετερωμένης αλκοόλης και 2-3 σταγόνες δείκτη (φαινολοφθαλεΐνης) και το διάλυμα ογκομετρείται με 0.01 NaOH μέχρι ασθενώς ρόδινης χροιάς.

Η συγκέντρωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων εκφρασμένη σε gr ελαϊκού οξέος/100gr λίπους υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση.

$$\%FFA = (V \times 0.06 \times 282) / B_s \times (\%F)$$

όπου V(ml) η κατανάλωση 0.01N NaOH, B<sub>s</sub> το βάρος δείγματος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό λίπους και F(%) το ποσοστό λίπους του δείγματος.



### 5.3.5 Προσδιορισμός Αζώτου Τριμεθυλαμίνης.

Η συγκέντρωση του αζώτου της τριμεθυλαμίνης στον μυ του ιχθύος, καθορίστηκε με τη χρήση της πικρικής μεθόδου Dyer όπως περιγράφηκε από τον A.O.A.C. (1990).

Ποσότητα 25gr δείγματος ιχθυοκιμά ομογενοποιείται σε ηλεκτρικό αναμικτήρα με 50ml διαλύματος 7.5% TCA για δύο λεπτά και το υδαρές μίγμα διηθείται μέσω ηθμού Whatman No.1 σε ποτήρι ζέσεως 250 ml. Κατάλληλη ποσότητα (1-4 ml) από το διαυγές διήθημα (περιέχουσα κατά προτίμηση 0.01-0.03 mg TMA-N) φέρεται με σιφώνιο σε γυάλινο σωλήνα (20x150mm, g-s) και αραιώνεται στα 4ml με απιονισμένο νερό.

Για την προετοιμασία προτύπων διαλυμάτων λαμβάνονται 1.0, 2.0, και 3.0 ml διαλύματος εργασίας TMA και αραιώνονται στα 4 ml με απιονισμένο νερό, ενώ για το τυφλό χρησιμοποιούνται 4 ml απιονισμένου νερού.

Σε κάθε σωλήνα προστίθενται κατά σειρά 1ml HCHO (20%), 10ml τολουολίου και 3ml διαλύματος 50% K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Οι σωλήνες πωματίζονται καλά, ανακινούνται έντονα με το χέρι σαράντα φορές και στη συνέχεια αφήνονται σε ηρεμία για ένα λεπτό, προς διαχωρισμό των δύο φάσεων.

Ποσότητα 7-9ml από την τολουολική (άνω) στιβάδα μεταγγίζεται με πιπέτα σε δοκιμαστικό σωλήνα (g-s) ο οποίος περιέχει περίπου 0.1gr άνυδρου Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, με προσοχή ώστε να μην απορροφηθούν σταγονίδια νερού από την υδατική φάση. Ο σωλήνας πωματίζεται και ανακινείται καλά.

Κλάσμα 5ml από το ξηρό τολουολικό εκχύλισμα φέρεται με σιφώνιο σε στεγνό χρωματομετρικό σωλήνα. Προστίθενται με ακρίβεια 5ml διαλύματος εργασίας πικρικού οξέος και το όλο αναμιγνύεται με προσοχή. Ακολουθεί έλεγχος της απορρόφησης του διαλύματος στα 410 nm, σε σχέση με το τυφλό. Το διάλυμα είναι σταθερό.

Η συγκέντρωση TMA-N, εκφρασμένη σε mg/100gr δείγματος, δίδεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\text{TMA-N (mg\%)} = (A_x/A_{\text{STD}}) \times C_{\text{STD}} \times V_{\text{STD}} \times (300/V_x)$$

όπου  $A_x$  η απορρόφηση του αγνώστου δείγματος,  $A_{\text{STD}}$  η απορρόφηση του πλησιέστερου, προς το δείγμα, προτύπου διαλύματος TMA,  $C_{\text{STD}}$  η συγκέντρωση (mg/ml) του διαλύματος εργασίας της TMA,  $V_{\text{STD}}$  ο όγκος (ml) του διαλύματος εργασίας που χρησιμοποιήθηκε για την πρόετοιμασία του προτύπου και  $V_x$  ο όγκος (ml) του χρησιμοποιηθέντος διηθήματος για την προετοιμασία του δείγματος.

### 5.3.6 Προσδιορισμός της τιμής του θειοβαρβιτουρικού οξέος.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τον καθορισμό του θειοβαρβιτουρικού οξέος περιγράφεται ακολούθως.

Ποσότητα 10-20gr (20gr όταν πρόκειται για νωπό δείγμα και 10gr όταν πρόκειται για αλίπαστο προϊόν) δείγματος ιχθυοκιμά ομογενοποιείται σε ηλεκτρικό αναμικτήρα με 50ml ψυχρού (4 °C) διαλύματος 20% TCA σε 2M  $H_3PO_4$  για δύο λεπτά.

Το μίγμα μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη 100ml με τη βοήθεια μικρής ποσότητας απιονισμένου νερού (2 x 20ml), συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή και ακολούθως μεταγγίζεται σε ποτήρι ζέσεως 250ml.

Προστίθεται μικρή ποσότητα αποχρωστικής γης, το διάλυμα αναμιγνύεται καλά με τη βοήθεια γυάλινης ράβδου και αφού παραμείνει σε ηρεμία για λίγα λεπτά, διηθείται μέσω πτυχωτού ηθμού Whatman No.1 σε ποτήρι ζέσεως 250ml.

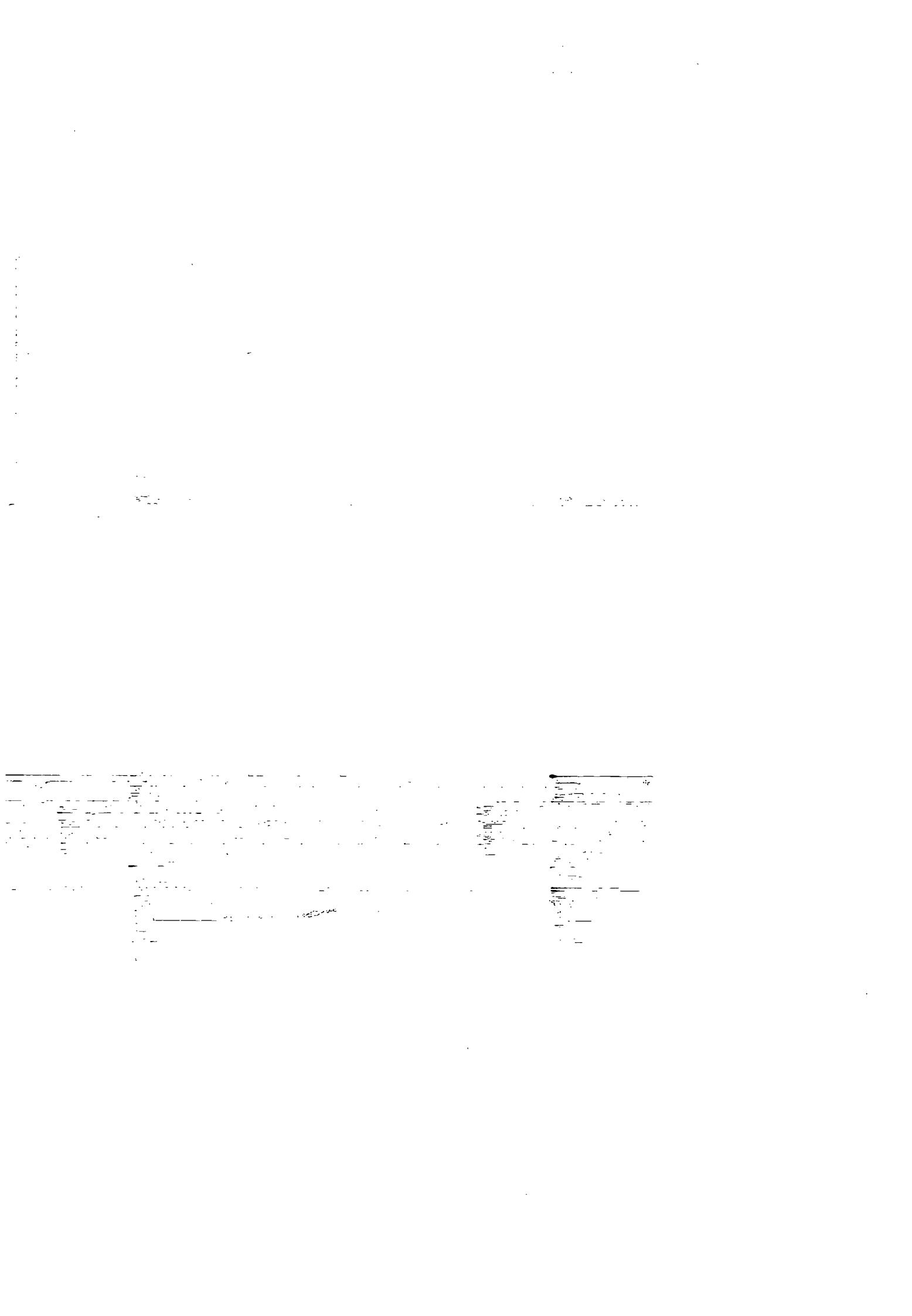
Κλάσματα 5ml από το διαυγές διήθημα φέρονται με σιφώνιο σε ισάριθμα γυάλινα φιαλίδια, μαζί με 5ml αντιδραστηρίου TBA, ενώ παράλληλα ετοιμάζεται τυφλό αποτελούμενο από 5ml H<sub>2</sub>O και 5ml αντιδραστηρίου TBA. Τα φιαλίδια πωματίζονται, ανακινούνται καλά και στη συνέχεια τοποθετούνται σε ζέον υδρόλουτρο για τριανταπέντε λεπτά, προς σχηματισμό του έγχρωμου συμπλόκου μηλεϊνικής αλδεϋδης/2-θειοβαρβιτουρικού οξέος.

Ακολουθεί η ψύξη των φιαλιδίων με νερό βρύσης για πέντε λεπτά και έλεγχος της απορρόφησης των διαλυμάτων στα 530nm, σε σχέση με το τυφλό.

Η συγκέντρωση των προϊόντων οξειδωτικής τάγγισης, εκφρασμένη σε mgr μηλονικής αλδεϋδης (MA) ανά Kgr δείγματος, υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση.

$$C_{MA}(\text{mg/kg}) = [(A - 0.0004) / 0.1835] \times (20 / B_s) \times [100 / R(\%)]$$

όπου A η απορρόφηση του δείγματος στα 530nm, B<sub>s</sub> το βάρος του δείγματος και R(%) ο συντελεστής ανάκτησης.



### 5.3.7 Προσδιορισμός ολικού πτητικού αζώτου.

Ο προσδιορισμός του ολικού πτητικού αζώτου έγινε με τον παρακάτω τρόπο.

Ποσότητα 20gr δείγματος ιχθυοκιμά ομογενοποιείται σε ηλεκτρικό αναμικτήρα με 180ml διαλύματος 6% υπερχλωρικού οξέος επί δύο λεπτά και το υδαρές μίγμα διηθείται μέσω ηθμού Whatman No.41 σε ποτήρι ζέσεως 250ml.

Ποσότητα 50ml από το διαυγές διήθημα φέρεται με σιφώνιο στην αποστακτική φιάλη, προστίθενται λίγες σταγόνες αντιφριστικού και αρκετές σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης και η φιάλη συνδέεται με τη συσκευή. Ακολουθεί προσθήκη 6.5-8ml διαλύματος 20% NaOH από την ειδική διάταξη και οι πτητικές βάσεις αποστάζονται με υδρατμούς, εντός κωνικής φιάλης 250ml η οποία περιέχει 100ml διαλύματος βορικού οξέος 4% και 2-3 σταγόνες δείκτου.

Συνολικά συλλέγονται 100ml αποστάγματος, λαμβάνεται δε πρόνοια ώστε ο ψυκτήρας της αποστα-

κτικής συσκευής να παραμένει βυθισμένος στο διάλυμα του οξέος καθ' όλη τη διάρκεια της απόσταξης. Το απόσταγμα ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα 0.01N HCl, μέχρις εμφανίσεως ασθενώς ρόδινης χροιάς. Παράλληλα, πραγματοποιείται τυφλός προσδιορισμός κατά τον οποίο, το εκχύλισμα αντικαθίσταται από 25ml υπερχλωρικού οξέος.

Η συγκέντρωση του ολικού πτητικού αζώτου, εκφρασμένη σε mg/100gr σάρκας ψαριού, υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση.

$$\text{TVB-N (mg\%)} = 2.8 \times (V_1 - V_0) \times (90 + B_s) / B_s$$

όπου  $V_1$ (ml) η κατανάλωση διαλύματος 0.05N HCl για την ογκομέτρηση του δείγματος,  $V_0$ (ml) η κατανάλωση για την ογκομέτρηση του τυφλού και  $B_s$  το βάρος του δείγματος.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>**

### **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

#### **6.1. Άμεσες αναλύσεις**

Τριάντα άτομα εκσπλαχνισμένης τσιπούρας, χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή τη μελέτη. Το μήκος και το βάρος των ιχθύων που χρησιμοποιήθηκαν για χημικές αναλύσεις, μετρήθηκαν και οι μετρήσεις αυτές φαίνονται στον πίνακα, 8 όπως επίσης και η μέση τιμή και οι τυπικές αποκλίσεις.

Τα δείγματα βρέθηκαν αρχικά να περιέχουν 73.3% υγρασία και 7.5% λίπος (πίνακας 10). Αυτές οι τιμές δεν μεταβλήθηκαν σημαντικά, κατά τη συντήρηση σε συνθήκες ψύξης με πάγο. Οι όποιες μεταβολές, μπορεί να οφείλονται σε διαφορές μεταξύ ατόμων, παρά σε αποσυνθετικές αντιδράσεις.

## ΠΙΝΑΚΑΣ 8:

Μήκος & βάρος των ιχθύων που χρησι μοποιήθηκαν στις χημικές αναλύσεις.

Αριθμός δειγμάτων	Μήκος ιχθύων (mm)	Βάρος ιχθύων (gr)
1	287	411
2	288	394
3	251	201
4	264	262
5	250	198
6	240	229,6
7	250	263,4
8	245	240,2
9	251	271
10	243	243
11	253	286
12	260	279,2
13	250	252,8
14	251	242,3
Μέση τιμή	255,9285714	269,5357143
Τυπική απόκλιση	14,14952945	117,4500514

## 6.2. Οργανοληπτική ανάλυση.

Οι οργανοληπτικοί χαρακτήρες που εξετάστηκαν για τον υπολογισμό της φρεσκότητας της εκτρεφόμενης, εκσπλαχνισμένης τσιπούρας, περιελάμβαναν, δομή, οσμή και γεύση, ωμών και μαγειρεμένων ιχθύων. Ωστόσο μόνο η εμφάνιση η οσμή των βραγχίων και η όψη των οφθαλμών των μη μαγειρεμένων ιχθύων, καθώς και η γεύση και η δομή των μαγειρεμένων ιχθύων, παρουσίασαν σημαντικές αλλαγές κατά τη διάρκεια της έρευνας.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά υποβαθμίσθηκαν προοδευτικά με το χρόνο συντήρησης. Αντιθέτως η εμφάνιση του δέρματος και της σάρκας, δεν άλλαξε σημαντικά κατά τη διάρκεια της συντήρησης σε ψύξη. Στην πραγματικότητα, αν και οι ιχθύς θεωρήθηκαν αποδεκτοί σύμφωνα με αυτά τα χαρακτηριστικά, κρίθηκαν ακατάλληλοι, με βάση την όψη των οφθαλμών, την όψη και οσμή των βραγχίων και τη γεύση και δομή των μαγειρεμένων φιλέτων.

Ένα οργανοληπτικό πλάνο δεκαβάθμιας κλίμακας, παρόμοιο με το πλάνο TORRY, χρησιμοποιή-

θηκε για την αξιολόγηση εκτίμηση της εκσπλαχνισμένης τσιπούρας. Η αξιολόγηση των μαγειρεμένων φιλέτων, βασίστηκε τόσο στη κλίμακα φρεσκότητας για μαγειρεμένο τόνο (πίνακας 13) που προτείνεται από τον *Whittle (1990)* όσο και από το σύστημα βαθμολόγησης για φρεσκότητα που προτείνεται από τον *Huss (1988)* (πίνακας 12).

Σύμφωνα με τους βαθμούς που συλλέχθηκαν χρησιμοποιώντας αυτά τα πλάνα (πίνακας 9) τα δείγματα θεωρήθηκαν αποδεκτά μέχρι τη δέκατη πέμπτη ημέρα, ενώ έγιναν ακατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση, την δέκατη εβδομή ημέρα. Οι βαθμοί που προήλθαν από το πλάνο, παραστάθηκαν γραφικά σε σχέση με το χρόνο συντήρησης και η γραφική παράσταση φαίνεται στο σχήμα (1).

### 6.3 Βιοχημικές ενδείξεις αλλοίωσης.

Η μεταβολή του pH σε σχέση με το χρόνο συντήρησης στο πάγο φαίνεται στο σχήμα (2).

Εικοσιτέσσερις ώρες μετά την αλίευση και θανάτωση των ιχθύων, οπότε έλαβε χώρα και η πρώτη μέτρηση του pH αυτών, η τιμή του ήταν αρκετά χαμηλή 6,1 (πίνακας 10). Κατά την πάροδο του χρόνου συντήρησης των εκπλαχνισμένων ιχθύων στον πάγο, παρατηρήθηκε μία σταδιακή και συνεχής αύξηση της τιμής του pH, για να φθάσει την δεκάτη εβδόμη ημέρα, οπότε και έλαβε τέλος το πείραμα, 6,5.

Η αρχικά χαμηλή τιμή του pH μπορεί να αποδοθεί στον σχηματισμό γαλακτικού οξέος από την αναερόβια διάσπαση της γλυκόζης. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο σχηματισμός του γαλακτικού οξέος είναι παράλληλος με την εξέλιξη της νεκρικής ακαμψίας (IWAMOTO AT ALL 1985).

Η αύξηση του pH που λαμβάνει χώρα κατά την περίοδο συντήρησης, μπορεί να αποδοθεί στην παραγωγή βασικών πτητικών ενώσεων, από την περιορι-

σμένη βακτηριακή δράση που πραγματοποιήθηκε λόγω του εκσπλαχνισμού των ιχθύων.

Οι χαμηλές τιμές του pH που παρατηρήθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, οδηγούν στο συμπέρασμα, ότι το pH δεν πρέπει να ληφθεί υπόψη ως αξιόπιστος δείκτης αλλοιώσεως.

Όσον αφορά την TMA και αναλύοντας τα αποτελέσματα που μας παρέχει ο πίνακας (11) παρατηρούμε ότι:

Τα επίπεδα της TMA παρέμειναν σταθερά μέχρι την ένατη ημέρα του πειράματος -περίπου 0,2 mgr N-TMA%- και αυξήθηκαν με μικρό ρυθμό μετά την δέκατη τρίτη ημέρα. Πρέπει όμως να επισημανθεί ότι η συγκέντρωσή της παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων και δεν ξεπέρασε τα 0,4 mgr N% κατά την δεκάτη εβδόμη ημέρα που τελείωσε το πείραμα.

Είναι γνωστό ότι η συγκέντρωση της TMA-N, εξαρτάται από την αρχική συγκέντρωση OTMA στο νωπό ψάρι. Επομένως ψάρια, που για διάφορες αιτίες περιέχουν χαμηλή συγκέντρωση OTMA, δεν παρουσιάζ-

ζουν σημαντικές αλλαγές στη συγκέντρωση της ΤΜΑ, κατά τη διάρκεια της συντήρησής τους με πάγο (HEBART AT ALL 1983).

Ένας παράγοντας που επηρεάζει την συγκέντρωση του ΟΤΜΑ στους μυς των ψαριών είναι η διατροφή. Μάλιστα πιστεύεται ότι η διατροφή τους, στις υδατοκαλλιέργειες είναι τέτοια που κρατά σε χαμηλές τιμές τη συγκέντρωση του ΤΜΑΟ στους μυς των ψαριών. Έχει αποδειχθεί ότι η ΤΜΑ από την βακτηριακή αναγωγή του ΤΜΑΟ κατά τη διάρκεια της αλλοίωσης. Το μεγαλύτερο ποσοστό βακτηριδιακού φορτίου των ιχθύων βρίσκεται στα σπλάχνα τους, από όπου τα βακτήρια δια μέσου του περιτόναιου φθάνουν στη σάρκα των ιχθύων (Πάπαναστασίου 1990).

Η πιθανή χαμηλή, λοιπόν συγκέντρωση του ΤΜΑΟ στους μυς της τσιπούρας λόγω διατροφής από τη μία και η σημαντική ελάττωση του βακτηριακού φορτίου που υπάρχει σ' αυτή λόγω του εκσπλαχνισμού από την άλλη, φαίνεται να είναι οι δύο αιτίες που προκαλούν τα χαμηλά επίπεδα της ΤΜΑ-N κατά τη πειραματική περίοδο.

Την παραπάνω θεωρία ενισχύει το γεγονός ότι, σε παράλληλο πείραμα που πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο, με εκσπλαχνισμένη τσιπούρα, οι τιμές της TMA-N ήταν αρχικά μικρές, ενώ από τη δεκάτη τρίτη ημέρα παρουσιάστηκε αύξηση σε αυτές για να φθάσουν την δεκάτη εβδόμη ημέρα, οπότε και επικρατούσε έντονη μικροβιακή δράση, περίπου τα 1,4 mgr N% (πίνακας 11).

Εάν συσχετίσουμε τις μεταβολές της συγκεντρώσεως της τριμεθυλαμίνης στους μυς της τσιπούρας που παρουσιάστηκαν κατά τη συντήρησή της σε πάγο, με τα αποτελέσματα φρεσκότητας που παρείχε ο οργανοληπτικός έλεγχος που γινόταν σ' αυτήν, θα παρατηρήσουμε ότι ενώ τα ψάρια είχαν διέλθει από την (E) στην (A) και στη συνέχεια στη (B) κατηγορία ποιότητας, η συγκέντρωση της τριμεθυλαμίνης παρέμεινε σχεδόν αμετάβλητη.

Συνεπώς καταλήγουμε στο συμπέρασμα, ότι δεν μπορούμε να καθορίσουμε, όρια τιμών της μεταβολής της συγκεντρώσεως της τριμεθυλαμίνης στη σάρκα της εκσπλαχνισμένης τσιπούρας, τα οποία θα αντιστοιχούν σε ανάλογα στάδια φρεσκότητάς της.



Άλλωστε πολλοί ερευνητές έχουν διατυπώσει την άποψη ότι η TMA-N από μόνη της δεν αποτελεί ικανό δείκτη αλλοιώσεως (βιβλιογραφικά δεδομένα).

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του TVB (ολικό βασικό άζωτο) των ιχθύων κατά τη διάρκεια του πειράματος απεικονίζονται στον πίνακα 11. Σύμφωνα με αυτά η αρχική τιμή του TVB προσδιορίσθηκε στα 14 mgr N% και παρέμεινε πρακτικά αμετάβλητη μέχρι τη δεκάτη τρίτη ημέρα. Τη δέκατη έβδομη ημέρα των μετρήσεων, παρατηρήθηκε μία αύξηση της τιμής του, στα 17 mgr N%. Πρέπει σ' αυτό το σημείο να σημειωθεί ότι κατά την ημέρα αυτή, έπειτα από τον οργανοληπτικό έλεγχο που έλαβε χώρα, οι ιχθύς χαρακτηρίσθηκαν ότι ανήκουν στη C κατηγορία.

Σύμφωνα με την άποψη των ερευνητών, που πραγματοποίησαν την έρευνα αυτή, οι χαμηλές γενικά τιμές του TVB-N (14-17 mgr N%), που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος, οφείλονται στον εκσπλαχνισμό η εφαρμογή του οποίου συντέλεσε στην απομάκρυνση της βασικής πηγής βακτηριακής μόλυνσης, που βρίσκεται ως γνωστών στα σπλάχνα των ιχθύων.

Η πολύ χαμηλή συγκέντρωση σε ΤΜΑ στους μύς της εκσπλαχνισμένης τσιπούρας κατά τη διάρκεια του πειράματος οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η όποια μεταβολή στο TVB-N μπορεί να οφείλεται στην παραγωγή  $\text{NH}_3$ , από την δράση βακτηριακών πρωτεασών. Η τιμή του διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα, λόγω αφαιρέσης της βασικότερης πηγής βακτηριακής μόλυνσης, δηλαδή των σπλάχνων.

Σε παράλληλο πείραμα που πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο με μη εκσπλαχνισμένη τσιπούρα, οι τιμές του TVB-N ήταν σημαντικά υψηλότερες καθ' όλη τη διάρκεια αυτού και την δέκατη έβδομη ημέρα έφθασε τα 22 mgf N% (σχήμα 7).

Επομένως δεν παρατηρείται συσχέτιση των τιμών του TVB-N και του χρόνου συντήρησης της εκσπλαχνισμένης τσιπούρας. Δεν μπορεί συνεπώς να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης αλλοίωσης.

Οι μεταβολές των τιμών των ελεύθερων λιπαρών οξέων (ΕΛΟ) και του ΤΒΑ φαίνονται στους πίνακες (10) και (11) αντίστοιχα.

Όπως φαίνεται από τον πίνακα (11) η αρχική τιμή του TBA ήταν 1,6 mg/kg MA/kg· ακολούθως παρουσίασε συνεχή αύξηση για να φθάσει τη δεκάτη εβδόμη ημέρα της συντήρησης σε πάγο τα 8 mg/kg MA/kg.

Οι υψηλές τιμές TBA που παρατηρούνται, οφείλονται στον εκσπλαχνισμό. Ο εκσπλαχνισμός εάν και συμβάλλει θετικά στην διατήρηση των αλιευμάτων, εντούτοις επιταχύνει την οξείδωση των λιπών ιδιαίτερα των κοιλιακών τοιχωμάτων, προφανώς από την οξυγόνωση των αντιστοιχών λιπαρών στρωμάτων (Παπαναστασίου 1990). Για αυτό το λόγο το TBA δεν μπορεί να αποτελέσει δείκτη αλλοιώσεως.

Όπως παρατηρούμε στον πίνακα (10) τα ελεύθερα λιπαρά οξέα παρέμειναν σχεδόν αμετάβλητα μέχρι την δεκάτη τρίτη ημέρα της συντήρησής των ιχθύων με πάγο, οπότε έφθασαν στο 2,9 και εν συνεχεία ακολούθησε πτώση στο 1,88. Η πτώση της τιμής των ελεύθερων λιπαρών οξέων κατά τη δεκάτη εβδόμη ημέρα, μπορεί να οφείλεται στην οξείδωσή τους, οπότε και παρατηρείται αύξηση του TBA.

Οι διαφορές στο λίπος μεταξύ των ψαριών, καθώς και οι πιθανές αλληλεπιδράσεις των ελεύθερων λιπαρών οξέων (ΕΛΟ), με άλλα συστατικά των μυών, όπως οι πρωτεΐνες, τα καθιστούν ακατάλληλα για δείκτες φρεσκότητας.

Παρατηρώντας τον πίνακα (11) προσέχουμε ότι το μη πρωτεϊνικό άζωτο (ΜΠΑ) παρουσιάζει μία συνεχή πτωτική τάση. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην απώλεια των υδατοδιαλυτών ουσιών δια μέσο του νερού τήξης του πάγου (Παπαναστασίου) και δεδομένου τη μικρή παραγωγή αμμωνίας και τριμεθυλαμίνης, για τους λόγους που προαναφέρθηκαν, δεν κατέστη εφικτή η ανακοπή της πτωτικής αυτής τάσης.

Συνεπώς το μη πρωτεϊνικό άζωτο (NPN-N) δεν μπορεί να αποτελέσει αξιόπιστο δείκτη για τη πορεία αλλοίωσης των ιχθύων.

## ΠΙΝΑΚΑΣ 9:

Οργανοληπτικό σκορ ωμής και μαγειρεμένης εκ-  
σπλαχνισμένης τσιπούρας, σύμφωνα με το οργανο-  
ληπτικό πλάνο TORRY.

Μέρες τον πάγο	Μέση τιμή αξιολόγησης	Οφθαλμοί	Συνεκτικό τητα μιών	Δέρμα	Σάρκα & κοιλιακά	Σύνολο	Taste Panel	Εμπορική ποιότητα (TORRY)
	10	10	10	10	10	10,0	5_10	E
	10	9	10	9	9	9,4	5_10	E
	8	9	9	8	8	8,4	4_10	A
7	8	9	7	8	7	7,8	3_9	A
9	7	6	7	7	7	6,8	3_8	B
11	7	6	7	7	7	6,8	3_7	B
13	7	6	6	7	7	6,6	3_7	B
15	6	5	6	6	6	5,8	3_6	B
17	5	4	4	4	4	4,2	3_6	C

## ΠΙΝΑΚΑΣ 10:

Μεταβολές του pH, της υγρασίας, του λίπους & των ελεύθερων λιπαρών οξέων.

Ημέρες στον πάγο	Υγρασία (%)	Συνολικό λίπος (%)	Ελεύθερα λιπαρά οξέα	pH
1	73,3	7,48	1,18	6,07
5	75,2	6,09	2,68	6,20
9	72,7	8,67	2,65	6,27
13	72	9,75	2,90	6,33
17	75,7	6,54	1,88	6,48

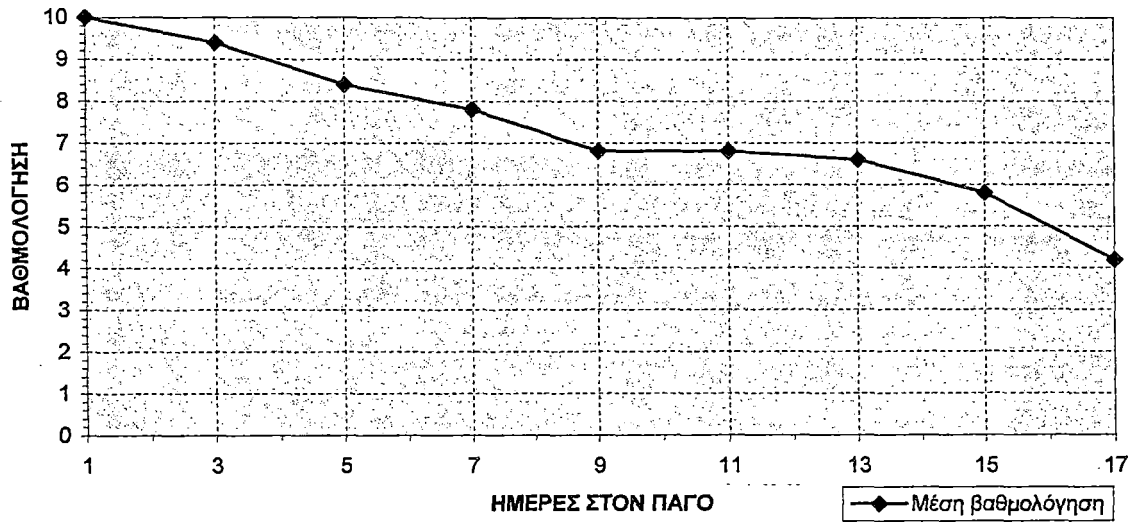
## ΠΙΝΑΚΑΣ 11:

Μεταβολές στα επίπεδα των, TMA-N, TVB-N, TBA, NPN.

Ημέρες στον πάγο	TMA-N (% mg N)	TVB-N (% mg N)	NPN-N (% mg N)	TBA (mg MA/kg)
1	0,20	14	286,6	1,6
5	0,27	14,60	252,0	3,9
9	0,20	13,39	259,8	6,8
13	0,34	14,33	240,3	6,9
17	0,37	17,27	224,0	8,0

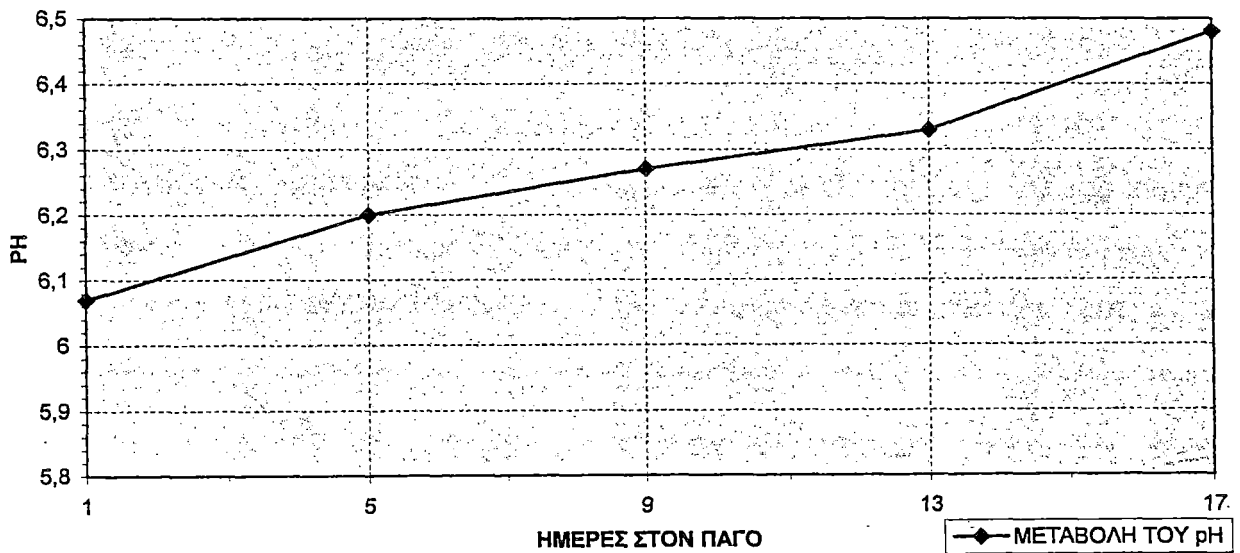
ΣΧΗΜΑ 1:

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΑ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ



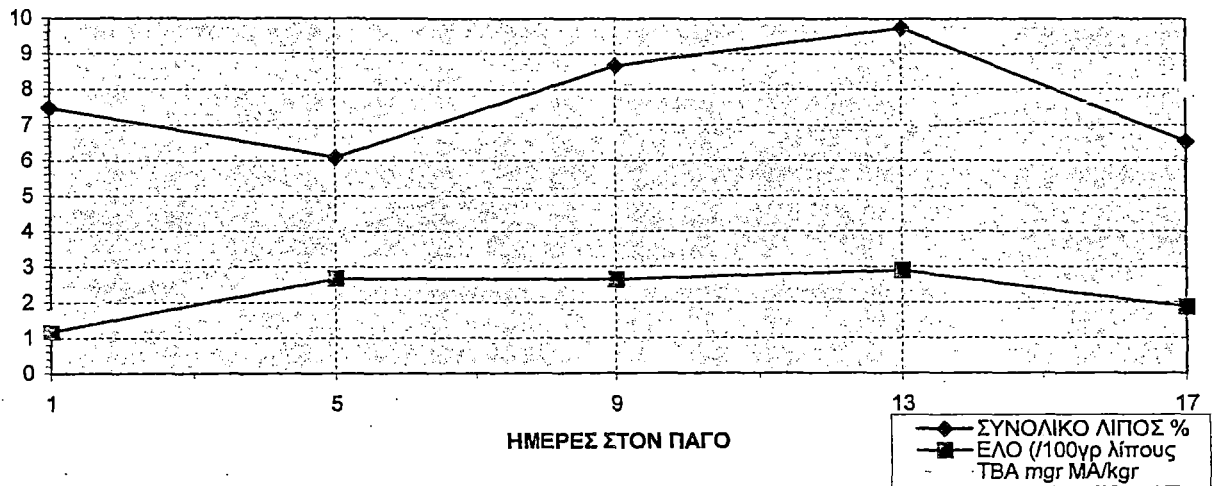
ΣΧΗΜΑ 2:

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΡΗ



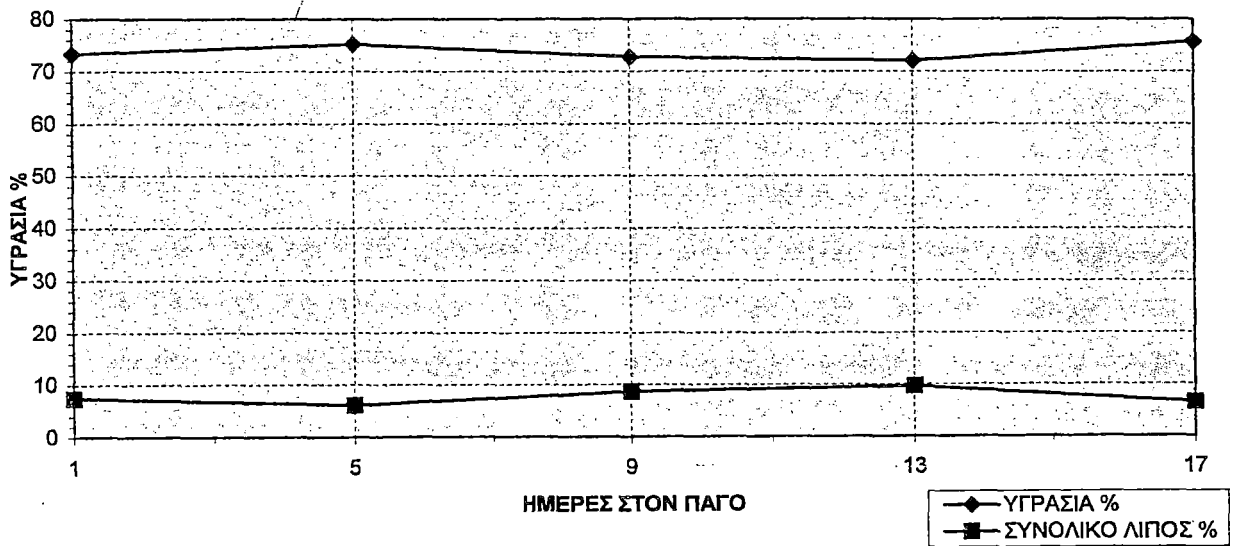
ΣΧΗΜΑ 3:

**ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΛΙΠΟΥΣ, ΤΟΥ ΕΛΟ & ΤΟΥ ΤΒΑ**



ΣΧΗΜΑ 4:

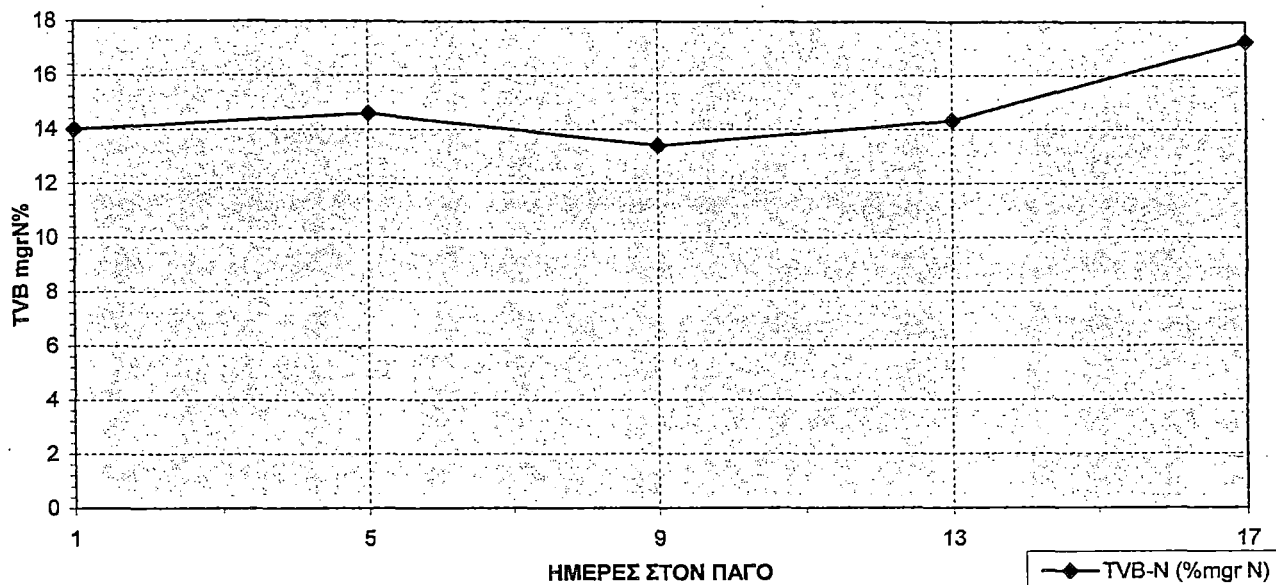
**ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΛΙΠΟΥΣ & ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΜΕ ΤΟ ΧΡΟΝΟ**





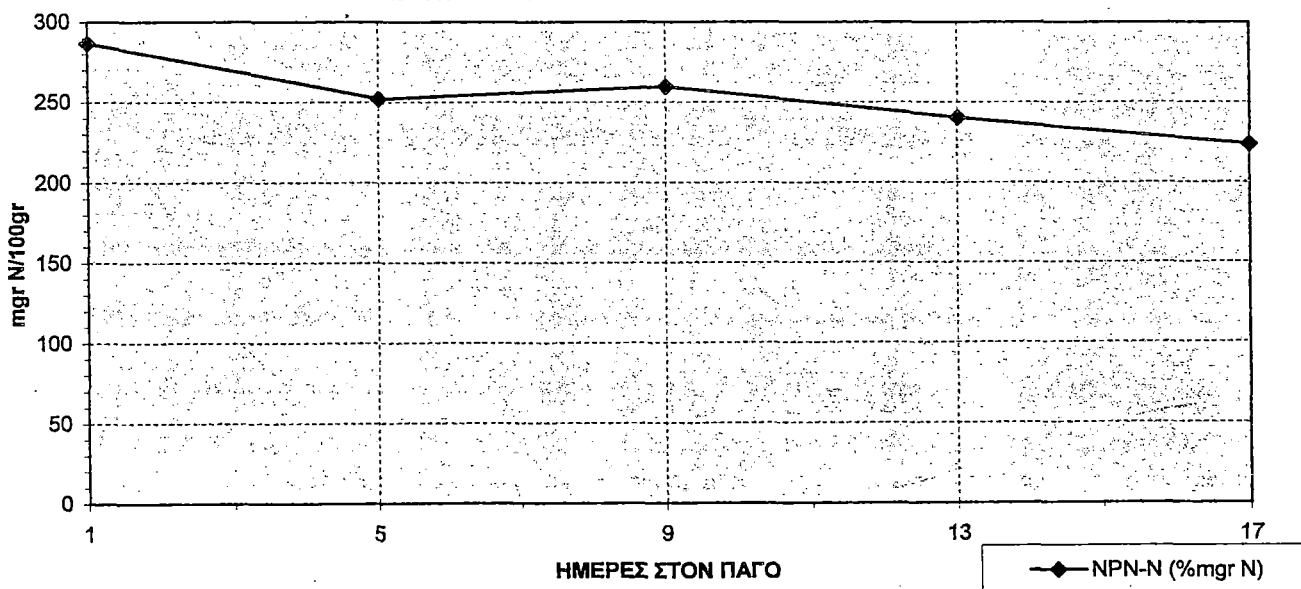
ΣΧΗΜΑ 5:

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ TVB-N ΜΕ ΤΟ ΧΡΟΝΟ



ΣΧΕΔΙΟ 6:

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ NPN-N ΜΕ ΤΟ ΧΡΟΝΟ



## Σ Υ Μ Π Ε Ρ Α Σ Μ Α Τ Α

Η ποιότητα και ο χρόνος διατήρησης της εκτρεφόμενης, εκσπλαχνισμένης τσιπούρας (*Sparus aurata*), που συντηρήθηκε σε συνθήκες ψύξης με πάγο, εκτιμήθηκαν με οργανοληπτικές και χημικές μεθόδους.

Οι τιμές σύμφωνα με τους οργανοληπτικούς χαρακτήρες που εξετάστηκαν, βρέθηκαν αντιπροσωπευτικές του ρυθμού αλλοίωσης. Με βάση αυτές, το ψάρι φάνηκε να υφίσταται κύριες αυτολυτικές αλλαγές κατά τη διάρκεια των δέκα πρώτων ημερών, ενώ η βακτηριακή αλλοίωση επήλθε μετά τη δέκατη τρίτη ημέρα. Επιπλέον οι τσιπούρες θεωρήθηκαν αποδεκτές έως τη δέκατη πέμπτη ημέρα και έγιναν ακατάλληλες για βρώση τη δέκατη έβδομη ημέρα.

Η συγκέντρωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων βρέθηκε να ποικίλει κατά τη διάρκεια της έρευνας, καθώς αυτές οι ουσίες ενώνονται με άλλα συστατικά

του μυ. Επίσης καθ' όλη τη πορεία της έρευνας, οι τιμές του TBA ήταν υψηλές, γεγονός που ερμηνεύθηκε ότι οφείλεται στον εκσπλαχνισμό. Επομένως οι τιμές (ΕΛΟ) & (TBA), κρίθηκαν κακοί δείκτες φρεσκότητας.

Η εκσπλαχνισμένη τσιπούρα, βρέθηκε να κατέχει χαμηλές συγκεντρώσεις τριμεθυλαμίνης, εμφανίζοντας μόνο μία ελάχιστη αύξηση, κατά το χρονικό διάστημα της συντήρησής της, σε συγθήκες ψύξης με πάγο. Συνεπώς δεν παρείχε ακριβείς πληροφορίες για το ρυθμό της αποσύνθεσης.

Όπως προαναφέρθηκε ο εκσπλαχνισμός των ιχθύων είχε σαν αποτέλεσμα την απομάκρυνση του κυρίως βακτηριακού φορτίου, με αποτέλεσμα οι τιμές του TVB, να παραμείνουν καθ' όλη τη πορεία της μελέτης, χαμηλές. Αυτό είχε σαν συνέπεια, να μην υπάρχει σαφής συσχέτιση μεταξύ των μεταβολών του TVB και της πορείας φρεσκότητας των ιχθύων.

## ΠΙΝΑΚΑΣ 12:

Κατάταξη και σύστημα σκοραρίσματος για τη φρεσκότητα, βασισμένη στην οσμή και τη γεύση των ωμών και μαγειρεμένων ιχθύων (υιοθετήθηκαν από τον Huss, 1988).

ΒΑΘΜΟΣ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ	ΣΚΟΡ
<b>ΑΠΟΔΕΚΤΟ</b>		
I	Πολύ φρέσκο, σαν φύκι (οσμή)	10 9 8
	Ουδέτερο. Απώλεια οσμής γεύσης	7 6
<b>ΟΡΙΟ ΑΠΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ</b>		
II	Ελαφρά άσχημη οσμή γεύση (ξεπλυμένο, ξινό, φρουτώδες, ταγγισμένο)	5 4
<b>ΑΠΟΡΡΙΠΤΑΙΟ</b>		
III	Έντονες δυσοσμίες (μυρωδιά αμμωνίας, υδρόθειου). Άσχημη γεύση σαν μπαγιάτικο λάχανο	3 2 1

## ΠΙΝΑΚΑΣ 13:

Κλίμακα φρεσκότητας για τον μαγειρεμένο μπακαλιάρο (υιοθετήθηκε από τον Whittle 1990).

ΣΚΟΡ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΓΕΥΣΗΣ
10	Φρέσκια, γλυκιά γεύση, χαρακτηριστική των ιχθύων
9	Μικρή απώλεια γλυκύτητας
8	Μερική γλυκύτητα & απώλεια της χαρακτηριστικής γεύσης των ιχθύων
7	Ουδέτερη γεύση, ολική απώλεια γεύσης αλλά όχι δυσάρεστη γεύση
6	Καθόλου γεύση (σαν μασημένο βαμβακερό μαλλί)
5	Σημάδια δυσάρεστης γεύσης (ξινισμένο όχι όμως πικρό)
4	Μερικώς δυσάρεστη γεύση (ύπαρξη κάποιας πικρότητας)
3	Έντονα πικρό (σαν λάστιχο, γεύση ελαφρά σουλφιδική)
1	Έντονα πικρό αλλά όχι εμετικό
0	Έντονα δυσάρεστη γεύση σουλφιδίων (σάπιο, εμετικό)

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ****ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- I. Μ.ΜΑΚΡΗ-ΣΕΡΕΜΕΤΗ,(1996). Σημειώσεις επεξεργασίας ιχθυηρών 1&2.
- II. ΧΩΤΟΣ,(1996). Τσιπούρα-Λαβράκι.
- III. Α.ΚΡΙΜΠΕΝΗ,(1992). Σημειώσεις, στοιχεία βιολογίας ιχθύων θαλάσσιων υδάτων.

**ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- I. Analytical Methods Committee (1979), Recommended general methods for the examination of fish products, Analyst, 104, pp 434 - 450

II. Anonvmous (1989), Non - sensory assessment of fish quality, TORRY advisory note No 92, Pub, Crown, U.K.

III. Antonacopoulos N. (1971), Comparison of sensory and objective methods for quality evaluation of fresh and frozen salwater fish., In Fish inspection and Quality control, Ed Kreuzer, R., Pub. Fishing Books, Farnham, U.K.

IV. A.O.A.C. (1990), Trimethylamine Nitrogen. Official Final Action Ny. 18027.

V. Bust J.R. Gibson, D.M. et al (1975). Comparison of methods of freshness assessment of wet fish. Part 1, Sensory assessment of boxed experimantal fish, J.F.d. Technol., 10, pp 645 - 656.

VI. Bligh E.G. and Dyer, W.J. (1959, A rapid method of total extraction and purtification., Canadian Journal of Biochem. Physiology, 37 (8), pp 911 - 917.

- VII. Botta J.R. (1994) Seafoods Chemistry, Processing technology and Quality, (ed) Shahidi F., (pub) Blackie Academic & Professional, London.
- VIII. Chang G.E, et al, (1976) Trimethylamine, specific electrode for fish quality control, J Fd. Tech., 41, pp 723 - 734
- IX. Civera, T. Turi R.M. Bisio, C. Parisi, E. Fazio, E. (1993) Sensory and Chemical assessment of marine teleosteanw, Sci Alimentw, 15 pp 109 - 117.
- X. Conell. J.J Shawan J.M. (1980) Sensory and Non - sensory assessment in fish, In Advances in fish science and technology, Ed Connell J.J., Pub. Fishing News Books farnham, U.K.
- XI. Conell J.J Howgate P.F (1986), Fish and fish products, In Quality control in the food industry (Vol 2), Ed Hershdoefer, S.M. Academic press, London.
- XII. Davis H.K. (1995) Quality and deterioration of raw fish. In Fish and fishery products composition,



nutritive properties and stability., Ed Ruiter A.,  
Rub CAB International U.K.

XIII.E.E.C. 33/89 Regulation

XIV.E.E.C. regulation No 2445/70 Determining  
common marketing standards for certain fresh or  
chilled fish.

XV.Eskin N.A. Henderson H.M. Townsed R.J. (1971)  
Biochemistry of foods, Pub. Academic Press, USA.

XVI.Gill T.A. (1992) Biochemical and chemical in-  
dices of seafood quality. In Quality assurances in  
fish industry., Ed. Husset H.H. et al. Pub Elsevier  
science publishers, Amsterdam.

XVII.Gill C.O. and Renny H., (1977), Penetration of  
bacteria into meat, Environmental Microb, 33 pp  
1284 - 1286.

XVIII.Hanna J. (1992) Rapid microbiological meth-  
ods and fresh fish quality assessment, In Fish  
Processing Technology, ED Hall, J.M. Pud VCH  
publishers, N.Y.

- XIX. Hashimoto Y. (1965), Taste producing substances in marine products., In «The Technology of Fish Utilisation», ed Kreuzer D., Fishing News Books
- XX. Hobbs G. (1991) Fish microbiological spoilage and safety, Fd Sc. and Tech today, 5, pp 166 - 173.
- XXI. Huss H.H. (1968) Fresh fish quality and quality changes, (pub) FAO, Rome
- XXII. Lori F.J. Rand A.G. (1982) Bioshchemical evaluation of seafood, In Chemistry and Biochemistry of marine food product, Pub, AVI, USA.
- XXIII. Regenstein J.M. Regenstein C.E. (1991) Introduction to fish technique, (pub) Van Nostrand, Reinhold, New York.
- XXIV. Regenstein J.M. Schlosser M.A. Samson A and Fey. M, (1982), Chemical changes of trimethylamine oxide during fresh and frozen storage of fish., In Chemistry and Biochemistry of marine food products, pub A.V.I., USA.

XXV. Shewan J.M. Gibson D.M. and Murray C.K. (1971) The estimation of trimethylamine in fish muscle, In Advances in fish science and technology, pub. Fishing News Books, U.K.

XXVI. Shewan J.M. (1977) The bacteriology of fresh and spoling fish and the biochemical changes induced by bacterial action. In Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish, Tropical Product Institute.

XXVII. Shewan J.M. Mancitoch R.G. (1953) The development of a numerical scoring system for the sensory asseement of the spoilage of wet white fish stored in ice J. Sci Fd. Agric 4, pp 283 - 298.