



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«Υδατοκαλλιέργειες» -
«Παθολογικά Προβλήματα Εκτρεφόμενων Υδρόβιων Οργανισμών»**

ΣΕ ΣΥΜΠΡΑΞΗ ΜΕ ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ-ΑΛΙΕΙΑΣ ΤΟΥ Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

“ Διερεύνηση της μικροβιολογικής κατάστασης της τσιπούρας (*Sparus aurata*) και του λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*) από ιχθυοπωλεία στην Καρδίτσα ”

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ

Αθηνά – Δήμητρα Ιωάννου

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Αλέξανδρος Γκόβαρης

ΚΑΡΔΙΤΣΑ 2012



**UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
FACULTY OF VETERINARY MEDICINE**

POSTGRADUATE STUDIES PROGRAM

"Aquaculture" – "Aquatic Animal Health"

**IN COLLABORATION WITH
THE DEPARTMENT OF AQUACULTURE & FISHERIES, TEI OF EPIRUS**

THESIS:

**"Investigation of the microbiological status of the sea bream
(*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*)
in retail shops of Karditsa"**

POSTGRADUATE STUDENT

Athina – Dimitra Ioannou

SUPERVISOR

Alexandros Govaris

KARDITSA 2012

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν η μελέτη της μικροβιολογικής κατάστασης της τσιπούρας (*Sparus aurata*) και του λαβρακιού (*Dicentrarchus labrax*) από ιχθυοπωλεία στην Καρδίτσα. Για το σκοπό αυτό εξετάστηκαν εικοσιπέντε (25) τσιπούρες και εικοσιπέντε (25) λαβράκια από ιχθυοπωλεία της Καρδίτσας και προσδιορίστηκαν οι πληθυσμοί της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (Ο.Μ.Χ.), των Ψυχρόφιλων βακτηρίων και των Εντεροβακτηριοειδών.

Τα αποτελέσματα της μικροβιολογικής ανάλυσης έδειξαν ότι σε 5 από τα 25 δείγματα τσιπούρας (ποσοστό 20%), οι πληθυσμοί της Ο.Μ.Χ ήταν κάτω από 10 cfu/g, ενώ στα υπόλοιπα 20 δείγματα (ποσοστό 80%), οι πληθυσμοί κυμάνθηκαν από $2,5 \times 10^2$ έως $2,5 \times 10^5$ cfu/g. Σε 10 από τα 25 δείγματα λαβρακιού (ποσοστό 40%), οι πληθυσμοί της Ο.Μ.Χ ήταν κάτω από 10 cfu/g. Στα υπόλοιπα 15 δείγματα (ποσοστό 60%), οι πληθυσμοί κυμάνθηκαν από $5,4 \times 10^2$ έως $2,5 \times 10^7$ cfu/g.

Όσον αφορά τους πληθυσμούς των ψυχρόφιλων βακτηρίων, σε 1 από τα 25 δείγματα τσιπούρας (ποσοστό 4%), οι πληθυσμοί βρέθηκαν κάτω από 10 cfu/g. Στα υπόλοιπα 24 δείγματα (ποσοστό 96%), οι πληθυσμοί κυμάνθηκαν από $2,5 \times 10^2$ έως $2,5 \times 10^6$ cfu/g. Σε 3 από τα 25 δείγματα λαβρακιού (ποσοστό 12%), οι πληθυσμοί των ψυχρόφιλων μικροοργανισμών ήταν κάτω από 10 cfu/g. Στα υπόλοιπα 22 δείγματα (ποσοστό 88%), οι πληθυσμοί κυμάνθηκαν από $2,9 \times 10^2$ έως $2,35 \times 10^7$ cfu/g.

Δεν ανιχνεύτηκαν εντεροβακτηριοειδή σε 12 από τα 25 δείγματα τσιπούρας (ποσοστό 48%) και σε 15 από τα 25 δείγματα λαβρακιού (ποσοστό 60%). Στα υπόλοιπα 13 δείγματα τσιπούρας (ποσοστό 52%), οι πληθυσμοί κυμάνθηκαν από 10^3 έως $6,25 \times 10^4$ cfu/g. Στα υπόλοιπα 10 δείγματα λαβρακιού (ποσοστό 40%), οι πληθυσμοί κυμάνθηκαν από $2,2 \times 10^2$ έως $2,5 \times 10^5$ cfu/g.

ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ: ολική μεσόφιλη χλωρίδα, ψυχρόφιλοι μικροοργανισμοί, εντεροβακτηριοειδή, λαβράκι, τσιπούρα

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the microbiological status of the sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) from retail shops in Karditsa. For this purpose twenty-five (25) sea breams and twenty-five (25) sea basses, were obtained from retail shops and transferred to the laboratory within 1 hour under refrigeration. The samples were examined for the populations of Total Viable Counts (TVC), psychrotrophic bacteria and *Enterobacteriaceae*.

Results of the microbiological analysis showed that in twenty (20) sea bream samples, populations of TVC were between $2,5 \times 10^2$ and $2,5 \times 10^5$ cfu/g. In the rest 5 out of 25 samples (20%), TVC were lower than 10 cfu/g. In 10 out of 25 sea bass samples (40%), the populations of TVC were lower than 10 cfu/g, while in the rest 15 samples (60%), the populations were found between $5,4 \times 10^2$ and $2,5 \times 10^7$ cfu/g.

In 1 out of 25 sea bream samples (4%), the populations of the psychrotrophic bacteria were found lower than 10 cfu/g. In 24 samples (96%) the populations of the psychrotrophic bacteria were found between $2,5 \times 10^2$ and $2,5 \times 10^6$ cfu/g. In 3 out of 25 sea bass samples (12%), the populations of the psychrotrophic bacteria were found lower than 10 cfu/g, while in 22 samples (88%), populations were found between $2,9 \times 10^2$ and $2,35 \times 10^7$ cfu/g.

Finally, microbiological analysis showed that no *Enterobacteriaceae* were detected in 12 out of 25 sea bream (48%) and in 15 out of 25 sea bass samples (60%). In the rest 13 (52%) sea bream and 10 sea bass (40%) samples, populations of *Enterobacteriaceae* were found between 10^3 and $6,25 \times 10^4$ cfu/g and $2,2 \times 10^2$ and $2,5 \times 10^5$ cfu/g, respectively.

KEYWORDS: total viable count, psychrotrophic bacteria, *Enterobacteriaceae*, sea bass, sea bream

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---------------------------|------|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | III |
| ABSTRACT | IV |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ | V |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ..... | VII |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ..... | VIII |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ | IX |

| | |
|-----------------------|----------|
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 1 |
|-----------------------|----------|

| | |
|---------------------------|----------|
| ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ | 3 |
|---------------------------|----------|

| | |
|---|----------|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ, ΤΣΙΠΟΥΡΑ ΚΑΙ ΛΑΒΡΑΚΙ..... | 4 |
|---|----------|

| | | |
|-------|---|----|
| 1.1 | Οι ιχθυοκαλλιέργειες στον κόσμο και στην Ελλάδα | 4 |
| 1.2 | Τσιπούρα (<i>Sparus aurata</i>) | 9 |
| 1.2.1 | Γενικά για την τσιπούρα | 9 |
| 1.2.2 | Ταξινόμηση | 10 |
| 1.2.3 | Μορφολογία | 11 |
| 1.2.4 | Γεωγραφική κατανομή..... | 11 |
| 1.2.5 | Βιότοπος-οικολογία-διατροφή | 12 |
| 1.2.6 | Αναπαραγωγή..... | 12 |
| 1.2.7 | Χημική σύσταση | 13 |
| 1.2.8 | Συστήματα εκτροφής..... | 13 |
| 1.3 | Ευρωπαϊκό Λαβράκι (<i>Dicentrarchus labrax</i>) | 14 |
| 1.3.1 | Γενικά για το λαβράκι | 14 |
| 1.3.2 | Ταξινόμηση | 15 |
| 1.3.3 | Μορφολογία | 16 |
| 1.3.4 | Γεωγραφική κατανομή..... | 16 |
| 1.3.5 | Βιότοπος-οικολογία | 16 |
| 1.3.6 | Διατροφή του λαβρακιού | 17 |
| 1.3.7 | Χημική σύσταση | 18 |
| 1.3.8 | Συστήματα εκτροφής..... | 18 |
| 1.4 | Βιολογικός κύκλος τσιπούρας και λαβρακιού | 19 |

| | |
|---|-----------|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΥΓΙΕΙΝΗ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ | 20 |
|---|-----------|

| | | |
|-------|---|----|
| 2.1 | Τα ψάρια ως τρόφιμα | 20 |
| 2.2 | Απαιτήσεις για την ανάπτυξη των Βακτηρίων | 22 |
| 2.2.1 | Διατροφικές απαιτήσεις | 22 |
| 2.2.2 | Θερμοκρασία..... | 23 |
| 2.2.3 | Διαθεσιμότητα οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα | 24 |
| 2.2.4 | pH | 25 |
| 2.2.5 | Υγρασία..... | 25 |
| 2.3 | Μικροβιακή αλλοίωση των ψαριών | 25 |
| 2.4 | Μέθοδοι για την εκτίμηση της ποιότητας των ψαριών | 28 |
| 2.6 | Δειγματοληψία..... | 33 |

| | |
|---|-----------|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΟΥΜΕΝΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ..... | 34 |
| 3.1 Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα | 34 |
| 3.2 Ψυχρόφιλοι Μικροοργανισμοί | 35 |
| 3.3 Enterobacteriaceae | 38 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ | 40 |
| ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ | 45 |
| A. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ | 46 |
| A.1 Δειγματοληψία..... | 46 |
| A.2 Παρασκευή των δεκαδικών αραιώσεων | 46 |
| A.2.1 Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα | 47 |
| A.2.2 Ψυχρόφιλοι Μικροοργανισμοί | 47 |
| A.2.3 Εντεροβακτηριοειδή | 47 |
| B. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ | 48 |
| B.1 Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα | 48 |
| B.2 Ψυχρόφιλοι Μικροοργανισμοί | 51 |
| B.3. Enterobacteriaceae | 54 |
| B.4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 58 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 59 |
| ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ | 59 |
| ΕΛΛΗΝΙΚΗ | 63 |
| ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ..... | 64 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|--|----|
| Πίνακας 1: Όρια ελάχιστης, άριστης και μέγιστης θερμοκρασίας των βλαστικών μορφών των βακτηρίων (Σαρρήs <i>et al.</i> , 2004) | 24 |
| Πίνακας 2: Πληθυσμοί της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (ΟΜΧ) στα δείγματα τσιπούρας | 49 |
| Πίνακας 3: Πληθυσμοί της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (ΟΜΧ) στα δείγματα λαβρακιού | 50 |
| Πίνακας 4: Πληθυσμοί των ψυχρόφιλων μικροοργανισμών στα δείγματα τσιπούρας | 52 |
| Πίνακας 5: Πληθυσμοί των ψυχρόφιλων μικροοργανισμών στα δείγματα λαβρακιού | 53 |
| Πίνακας 6: Πληθυσμοί των εντεροβακτηριοειδών στα δείγματα τσιπούρας | 56 |
| Πίνακας 7: Πληθυσμοί των εντεροβακτηριοειδών στα δείγματα λαβρακιού | 57 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

| | |
|--|---|
| Γράφημα 1: Παραγωγή λαβρακιού ανά χώρα (2005-2009) (http¹) | 8 |
| Γράφημα 2: Παραγωγή τσιπούρας ανά χώρα (2005-2009) (http¹) | 9 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

| | | |
|------------------|--|----|
| Εικόνα 1: | Τσιπούρα (<i>Sparus aurata</i>) (http⁴) | 9 |
| Εικόνα 2: | Λαβράκι (<i>Dicentrarchus labrax</i>) (http⁹) | 14 |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διατροφή απασχολεί σε μεγάλο βαθμό τους σύγχρονους καταναλωτές. Οι ανησυχίες τους αφορούν τόσο την ποιότητα και τη διατροφική αξία όσο και την ασφάλεια των προϊόντων διατροφής σε σχέση με τους μικροοργανισμούς, τα παράσιτα, τα βαρέα μέταλλα, τις τοξικές ουσίες, τα πρόσθετα τροφίμων και άλλους βιολογικούς και χημικούς κινδύνους. Καθώς αναγνωρίζεται ολοένα και περισσότερο η συμμετοχή των ψαριών σε ένα υγιεινό διατροφικό πλάνο και λαμβάνοντας υπόψη τους παραπάνω προβληματισμούς, σκοπός της διπλωματικής αυτής εργασίας ήταν να γίνει μια εκτίμηση της μικροβιολογικής κατάστασης των νωπών ψαριών των ειδών *Sparus aurata* (τσιπούρα) και *Dicentrarchus labrax* (ευρωπαϊκό λαβράκι) που διακινούνται στην πόλη της Καρδίτσας. Έτσι, στην παρούσα εργασία προσδιορίστηκε ο πληθυσμός της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (Ο.Μ.Χ.), των Ψυχρόφιλων Μικροοργανισμών και των Εντεροβακτηριοειδών σε δείγματα τσιπούρας και λαβρακιού από σημεία λιανικής πώλησης της Καρδίτσας ως δείκτες των συνθηκών που επικρατούν στο περιβάλλον διαβίωσής τους και κατά τους μετέπειτα χειρισμούς τους κατά την αλίευση, τη διακίνηση και τη διάθεσή τους. Επιλέχθηκαν ψάρια ιχθυοκαλλιέργειας, καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό των ψαριών που καταναλώνονται προέρχονται από αυτές.

Στο 1^ο Κεφάλαιο του Γενικού Μέρους γίνεται μια ανασκόπηση της ιστορίας των ιχθυοκαλλιεργειών τόσο παγκόσμια όσο και στην Ελλάδα, ενώ αναφέρονται και στοιχεία που αφορούν στις οικονομικές και κοινωνικές προεκτάσεις τους. Επιπλέον, παρατίθενται και πληροφορίες σχετικά με τα είδη που μελετήθηκαν (τσιπούρα, λαβράκι) και τα συστήματα εκτροφής τους.

Στο 2^ο Κεφάλαιο του Γενικού Μέρους αναφέρονται δεδομένα που αφορούν τα ψάρια ως προϊόντα διατροφής και γίνεται επεξήγηση κάποιων βασικών αρχών της μικροβιολογίας τροφίμων, ώστε να γίνει περισσότερο κατανοητό το αντικείμενο της παρούσας μελέτης.

Στο 3^ο Κεφάλαιο του Γενικού Μέρους γίνεται μια αναλυτική περιγραφή των μικροοργανισμών που μελετήθηκαν, με έμφαση στα χαρακτηριστικά τους που επηρεάζουν τόσο τα ίδια τα προϊόντα διατροφής όσο και τη δημόσια υγεία.

Στο 4^ο Κεφάλαιο του Γενικού Μέρους γίνεται μια σύντομη παρουσίαση της νομοθεσίας που ισχύει στην Ευρωπαϊκή Ένωση για την ασφάλεια των τροφίμων.

Στο Ειδικό Μέρος παρουσιάζεται το πειραματικό μέρος της έρευνας (μεθοδολογία, υλικά, αποτελέσματα, συζήτηση και συμπεράσματα).

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ, ΤΣΙΠΟΥΡΑ ΚΑΙ ΛΑΒΡΑΚΙ

1.1 Οι ιχθυοκαλλιέργειες στον κόσμο και στην Ελλάδα

Παρά το γεγονός ότι η συστηματική καλλιέργεια υδρόβιων οργανισμών είναι μία πρόσφατη σχετικά πρακτική, υπάρχουν ενδείξεις που μαρτυρούν την εφαρμογή της από τα αρχαία κίολας χρόνια -σε περιορισμένο βέβαια βαθμό- σε αρκετές παράκτιες περιοχές της Ασίας, της Αιγύπτου αλλά και της Ευρώπης. Αναφορές για εκτροφή σπάνιων και πολυτελών ειδών υπάρχουν σε αρχαία κείμενα της Ιαπωνίας. Αρχαιότερη μορφή παράκτιας καλλιέργειας θεωρείται αυτή των οστρακοειδών από τους Αρχαίους Έλληνες, τους Ρωμαίους και τους Ιάπωνες. Ο Αριστοτέλης κάνει αναφορά για καλλιέργειες οστράκων στην Ελλάδα περί το 100 π.Χ., την ίδια περίπου εποχή που ο Πληναίος δίνει λεπτομέρειες για τον Ρωμαϊκό τρόπο καλλιέργειας. Στην Ιαπωνία επίσης υπάρχουν ενδείξεις για καλλιέργεια οστράκων πριν από περισσότερα από 2 χιλιάδες χρόνια, σε περιοχές με έντονη παλίρροια.

Από την αρχαιότητα όμως μέχρι και περίπου τις τελευταίες 3 δεκαετίες τα προϊόντα της υδατοκαλλιέργειας αποτελούσαν ένα πολύ μικρό –σχεδόν ασήμαντο- μέρος της συνολικής παραγωγής τροφής για τον άνθρωπο. Με την πάροδο των αιώνων, την εξέλιξη των κοινωνιών και την πρόοδο που επιτεύχθηκε με την αγροτική και βιομηχανική επανάσταση, εντάθηκε η ‘εκμετάλλευση’ των πόρων του χερσαίου περιβάλλοντος και υπήρξε σημαντική αύξηση στη παραγωγή αγροκτηνοτροφικών προϊόντων, προς σίτιση του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού. Κατ’ αντιστοιχία, οι τεχνολογικές εξελίξεις της βιομηχανικής επανάστασης εισέβαλαν σύντομα στο θαλάσσιο περιβάλλον, βοηθώντας τον τομέα της αλιείας να περάσει από την παραδοσιακή -περιορισμένης έντασης και κλίμακας- εκμετάλλευση των θαλάσσιων πόρων, στη βιομηχανική και εντατικοποιημένη παραγωγή, καθιστώντας τα αλιευτικά προϊόντα αναπόσπαστο μέρος της διαίτας του σύγχρονου ανθρώπου. Σε ό,τι αφορούσε όμως τη συστηματική καλλιέργεια θαλάσσιων και γενικότερα υδρόβιων οργανισμών, η έλλειψη ειδικών επιστημονικών και τεχνικών γνώσεων καθήλωσε για πολλές

δεκαετίες την υδατοκαλλιεργητική παραγωγή στο περιθώριο της συνολικής παραγωγής προϊόντων διατροφής.

Η ιχθυοκαλλιέργεια θεωρείται από τις πλέον φιλικές –προς το ευρύτερο περιβάλλον– πρακτικές παραγωγής προϊόντων διατροφής. Τα προϊόντα της αποτελούν την αποδοτικότερη μέθοδο παραγωγής ζωικής πρωτεΐνης (σχέση χορηγούμενης/παραγόμενης πρωτεΐνης), ενώ κατ' αναλογία τελικού προϊόντος η παραγωγή τους απαιτεί λιγότερη χρήση ενέργειας και νερού, σε σχέση με τα εναλλακτικά ή/και ανταγωνιστικά παραγόμενα προϊόντα διατροφής (κρέας βοοειδών, κρέας χοιρινών, κρέας πουλερικών, όσπρια, δημητριακά, κ.λπ.). Η υδατοκαλλιέργεια αποτελεί την πλέον αειφορική λύση στο παγκόσμιο πρόβλημα σιτισμού. Επιπλέον, τα ψάρια ιχθυοκαλλιέργειας –που αποτελούν εξαιρετική πηγή πρωτεϊνών -όταν παράγονται με αρχές και κανόνες ορθής πρακτικής- συμβάλλουν ουσιαστικά στην προστασία του περιβάλλοντος.

Η ζήτηση των ψαριών για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών του ανθρώπου ολοένα και αυξάνεται. Τα επόμενα 30 έτη αναμένεται αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής και κατανάλωσης αλιευμάτων και αύξηση των τροφικών απαιτήσεων του παγκόσμιου πληθυσμού σε αλιεύματα. Επίσης, αναμένεται σταθεροποίηση της παραγωγής της συλληπτικής αλιείας, αύξηση της παραγωγής των υδατοκαλλιεργειών και ανάπτυξη ενός καταναλωτικού και εμπορικού μοντέλου στις αναπτυσσόμενες χώρες, το οποίο έχει ως κύριους άξονες το δίπτυχο θρεπτική αξία - κόστος αλιεύματος.

Οι ιχθυοκαλλιέργειες αποτελούν τον ταχύτερα αναπτυσσόμενο τομέα παραγωγής τροφίμων ζωικής προέλευσης. Η κατά κεφαλή παροχή από τις ιχθυοκαλλιέργειες αυξήθηκε από 0,7 kg το 1970 σε 7,8 kg το 2006, με μέση ετήσια αύξηση 6,9%. Οι ιχθυοκαλλιέργειες τείνουν να ξεπεράσουν την ελεύθερη αλιεία ως πηγή παροχής ψαριών. Ενώ στις αρχές της δεκαετίας του 1950 η ετήσια παραγωγή δεν ξεπερνούσε τον 1 εκ. τόνο, η παραγωγή το 2008 έφτασε να είναι 52,5 εκ. τόνους, αντιπροσωπεύοντας ρυθμό ετήσιας αύξησης σχεδόν 7% (<http>¹).

Η παραγωγή αλιευμάτων διαφέρει ανάλογα με την περιοχή. Στην αγορά της παγκόσμιας ιχθυοκαλλιέργειας κυριαρχεί η περιοχή της Ασίας και του Ειρηνικού, από όπου προέρχεται το 89% της ποσότητας των προϊόντων. Αυτό οφείλεται στην

τεράστια παραγωγή της Κίνας, όπου παράγεται το 67% της παγκόσμιας παραγωγής. Η Κίνα παράγει το 77% όλων των κυπρινοειδών και το 82% των στρειδιών. Στην περιοχή της Ασίας-Ειρηνικού παράγεται το 98% των κυπρίνων, το 95% των στρειδιών και το 88% των γαρίδων. Η Νορβηγία και η Χιλή είναι πρώτες στην εκτροφή σολομού, με ποσοστά επί της παγκόσμιας παραγωγής 33% και 31% αντίστοιχα. Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας του ΟΗΕ (FAO), εκτιμάται ότι προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες, η παγκόσμια παραγωγή από τις ιχθυοκαλλιέργειες πρέπει να ανέλθει σε 80 εκ. τόνους έως το 2050 (<http>²).

Η Ελλάδα, τα τελευταία 25 χρόνια, ανταποκρινόμενη έγκαιρα στις διαμορφούμενες προκλήσεις και προοπτικές στην παραγωγή προϊόντων υδατοκαλλιέργειας παρουσίασε μία εντυπωσιακή -και πρωτόγνωρη σε παγκόσμιο επίπεδο- ανάπτυξη στον τομέα αυτό. Αξιοποιώντας τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα του Ελληνικού αρχιπελάγους, ο πλέον δυναμικός, παραγωγικός και αποδοτικός κλάδος της υδατοκαλλιέργειας, αυτός της Θαλάσσιας Ιχθυοκαλλιέργειας, αναπτύχθηκε με ρυθμούς που σύντομα κατέστησαν τη χώρα ως τη μεγαλύτερη παραγωγό τσιπούρας και λαβρακιού στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου, ενώ στους σημαντικούς παραγωγούς περιλαμβάνονται η Τουρκία, η Ισπανία και η Ιταλία. Μικρότερη είναι η παραγωγή στη Γαλλία, Πορτογαλία, Κροατία, Κύπρο, Μάλτα, Ισραήλ, Αίγυπτο, Μαρόκο και Τυνησία, ενώ νέοι παραγωγοί έχουν εμφανιστεί τα τελευταία χρόνια στην Αλβανία, Αλγερία και Λιβύη. Η συνολική παραγωγή τσιπούρας και λαβρακιού στις μεσογειακές χώρες έφθασε, σύμφωνα με εκτιμήσεις, στους 253.000 τόνους το 2010 (61% τσιπούρα και 39% λαβράκι) (<http>³).

Η Ελλάδα με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης της παραγωγής της τάξης του 7,4% από το 2000 μέχρι το 2009, αποτελεί το σημαντικότερο παραγωγό τσιπούρας-λαβρακιού σε διεθνές επίπεδο, με μερίδιο 48,6% επί της συνολικής παραγωγής. Ισχυρότερη είναι η θέση της Ελλάδας στην παραγωγή τσιπούρας, όπου συγκεντρώνει το 54% περίπου της διεθνούς παραγωγής. Η Ελλάδα αποτελεί επίσης το μεγαλύτερο εξαγωγέα τσιπούρας και λαβρακιού σε παγκόσμιο επίπεδο, με το σύνολο των εξαγωγών της να σημειώνει την περίοδο 2006-2009 μέσο ετήσιο ρυθμό μεγέθυνσης 11% και να φτάνει το 2009 τους 103.000 τόνους, από 75.600 τόνους το 2006. Η Τουρκία, με συνολικές εξαγωγές 21.000 τόνων το 2009,

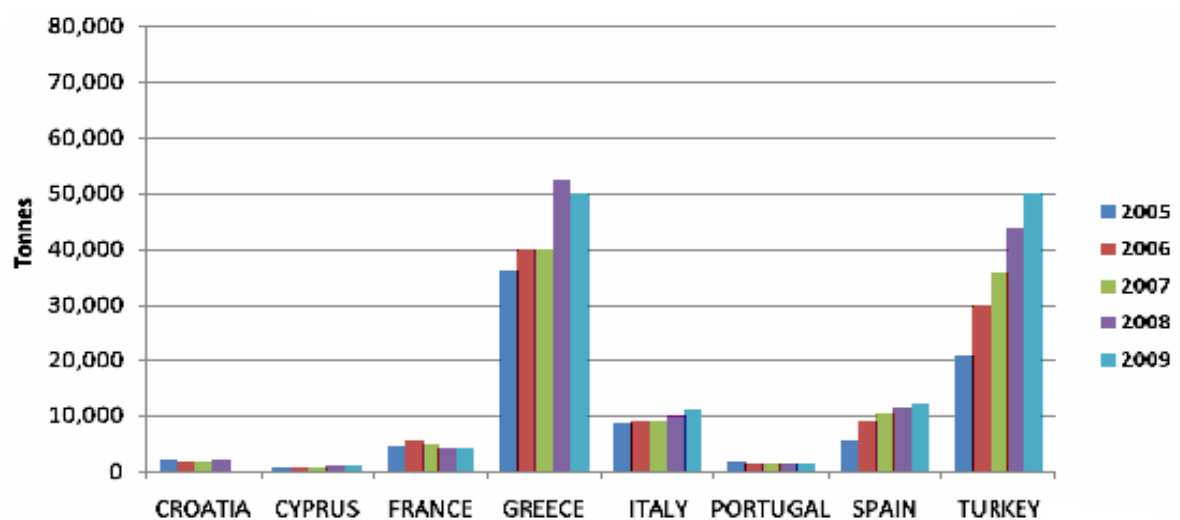
περίπου στο 1/5 των ελληνικών εξαγωγών, ακολουθεί στη δεύτερη θέση σε μεγάλη απόσταση από την Ελλάδα και επομένως με αρκετά μικρότερη δυνατότητα να επηρεάζει τις εξελίξεις στις αγορές. Οι ελληνικές εξαγωγές τσιπούρας και λαβρακιού κατευθύνονται στην πλειονότητά τους (46% περίπου) στην ιταλική αγορά. Οι επόμενες σε σημαντικότητα αγορές για τις ελληνικές εξαγωγές είναι η ισπανική και η γαλλική. Σταδιακά ο αριθμός των χωρών προορισμού της ελληνικής παραγωγής έχει αυξηθεί από 22 στα μέσα της δεκαετίας του 1990 σε 41 το 2009 ([http³](#)).

Στην ελληνική ιχθυοκαλλιέργεια μεσογειακών ειδών εκτιμάται ότι το 2009 δραστηριοποιήθηκαν 117 εταιρείες και όμιλοι εταιρειών που κατέχουν 328 ενεργές άδειες παραγωγής. Οι περισσότερες μονάδες βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές, και καταλαμβάνουν συνολική θαλάσσια έκταση 7,8 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Οι μονάδες αυτές ανήκουν σε 106 εταιρείες, οι μισές από τις οποίες δραστηριοποιούνται σε νομούς που βρίσκονται κοντά σε μεγάλα αστικά κέντρα (Αθήνα & Πάτρα), για διευκόλυνση των εμπορικών δραστηριοτήτων τους. Οχτώ εταιρείες είναι εισηγμένες στο ΧΑΑ, με κεφαλαιοποίηση που ξεπερνά τα 350 εκατ. ευρώ, ενώ ο κύκλος εργασιών του κλάδου, για το έτος 2007, ανήλθε στα 516.000.000 €.

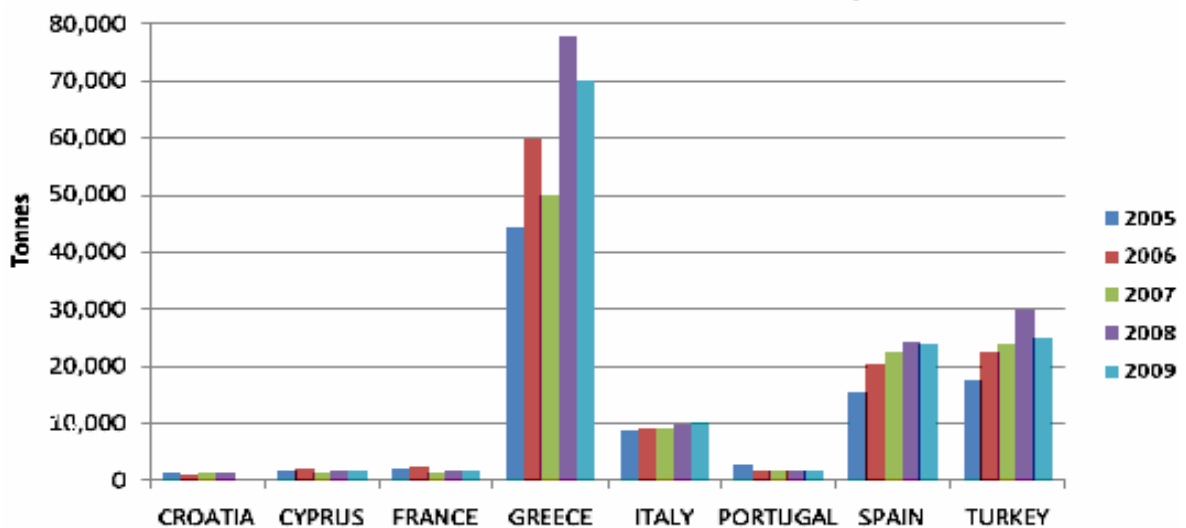
Το σύνολο των πωλήσεων των επιχειρήσεων του κλάδου (ψαριών, γόνου, ιχθυοτροφών, εξοπλισμού) έφθασε το 2009 στα 726 εκατ. ευρώ, ενώ η αξία των εξαγωγών ψαριών σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία της Eurostat ήταν το ίδιο έτος 324 εκατ. ευρώ. Οι επιχειρήσεις του κλάδου απασχολούν περίπου 10.000 άτομα, κυρίως στην περιφέρεια. Λόγω της εξωστρεφούς ανάπτυξης που χαρακτηρίζει τον κλάδο (εκτιμάται ότι το 70-80% της εγχώριας παραγωγής εξάγεται), η συνεισφορά της ιχθυοκαλλιέργειας στην Ελληνική οικονομία είναι ιδιαίτερα σημαντική. Η αξία εξαγωγών τσιπούρας και λαβρακιού αντιστοιχεί στο 23% της συνολικής αξίας εξαγωγών ειδών διατροφής, καθιστώντας τον κλάδο το 2^ο μεγαλύτερο εξαγωγικό τομέα στα είδη διατροφής. Σε σύγκριση με το σύνολο της αξίας των ελληνικών εξαγωγών, οι ιχθυοκαλλιέργειες καταγράφουν αξιοσημείωτο μερίδιο της τάξης του 2,3% το 2009 ([http³](#)).

Εκτός από τις ιδανικές γεωμορφολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες των Ελληνικών θαλασσών, η ανάπτυξη του κλάδου στηρίχθηκε σε σημαντικό βαθμό στις επιτυχείς επιχειρηματικές πρωτοβουλίες και το έντονο εγχώριο επενδυτικό ενδιαφέρον, στα ερευνητικά και τεχνολογικά επιτεύγματα της εγχώριας και της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας, καθώς και στην Ευρωπαϊκή και Εθνική πολιτική οικονομικών ενισχύσεων. Ο συνδυασμός των παραπάνω είχε σαν αποτέλεσμα μία δυναμική πορεία αύξησης των μονάδων και των όγκων παραγωγής, τόσο υπό την μορφή ψαριού σε εμπορεύσιμο μέγεθος, όσο και του γόνου αυτών ως εμπορικό προϊόν.

Για την υποστήριξη του κλάδου δημιουργήθηκε ένα ευρύτερο επιχειρηματικό, επιστημονικό και εκπαιδευτικό οικοδόμημα. Δημιουργώντας θέσεις απασχόλησης και επενδύοντας σε τεχνολογίες που συμβάλουν στη προστασία του περιβάλλοντος, ενισχύθηκε η ανταγωνιστικότητα του κλάδου. Ταυτόχρονα, στηρίχθηκαν έμπρακτα οι εθνικές και ευρωπαϊκές πολιτικές περιφερειακής ανάπτυξης, καθώς ο κλάδος συνέβαλε στην οικονομική αναζωογόνηση ακριτικών και απομακρυσμένων περιοχών με μειωμένες εναλλακτικές δυνατότητες ανάπτυξης. Επιπλέον, ιδιαίτερα σημαντική θεωρείται η συμβολή του κλάδου όχι μόνο στην κάλυψη του εγχώριου εμπορικού ελλείμματος σε νωπά ιχθυηρά, αλλά και στη μείωση του αντίστοιχου Κοινοτικού, στηρίζοντας με τον τρόπο αυτό βασικούς πυλώνες της Κοινής Αλιευτικής Πολιτικής (<http>¹).



Γράφημα 1: Παραγωγή λαβρακιού ανά χώρα (2005-2009) (<http>¹).



Γράφημα 2: Παραγωγή τσιπούρας ανά χώρα (2005-2009) ([http1](#)).

1.2 Τσιπούρα (*Sparus aurata*)

1.2.1 Γενικά για την τσιπούρα



Εικόνα 1: Τσιπούρα (*Sparus aurata*) ([http⁴](#)).

Παραδοσιακά, οι τσιπούρες καλλιεργούνταν σε παράκτιες λιμνοθάλασσες και λίμνες αλμυρού νερού, μέχρι την ανάπτυξη συστημάτων εντατικής εκτροφής κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980. Η ιταλική «vallicoltura» ή η αιγυπτιακή «hosh» είναι συστήματα εκτατικής εκτροφής που λειτουργούν σαν φυσικές παγίδες ψαριών, εκμεταλλευόμενες τη φυσική μετανάστευση των νεαρών ψαριών

από τη θάλασσα σε παράκτιες λιμνοθάλασσες για να τραφούν. Η τσιπούρα είναι πολύ κατάλληλο είδος για εκτατική υδατοκαλλιέργεια στη Μεσόγειο, λόγω της καλής τιμής αγοράς της, το υψηλό ποσοστό επιβίωσης και τις διατροφικές της συνθήκες (είναι σχετικά χαμηλά στην τροφική αλυσίδα). Το 1981-1982 επιτεύχθηκε στην Ιταλία η τεχνητή αναπαραγωγή της και το 1988-1989 ξεκίνησε υψηλής κλίμακας παραγωγή γόνου τσιπούρας στην Ισπανία, την Ιταλία και την Ελλάδα. Αυτό το είδος επέδειξε πολύ γρήγορα υψηλή προσαρμοστικότητα στις συνθήκες εντατικής εκτροφής, τόσο σε λίμνες όσο και σε κλωβούς.

1.2.2 Ταξινόμηση

Η τσιπούρα από ζωολογική άποψη έχει την ακόλουθη θέση στο σύστημα ταξινόμησης:

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| Φύλο: | Chordata (χορδωτά) |
| Υποφύλο: | Vertebrata (Σπονδυλωτά) |
| Υπερκλάση: | Gnathostomata (Γναθοστόματα) |
| Κλάση: | Osteichthyes (Οστέιχθεις) |
| Υποκλάση: | Actinopterygii (Ακτινοπτερύγιοι) |
| Μεσοκλάση: | Teleostei (Τελεόστεοι) |
| Υπέρταξη: | Acanthopterygii (Ακανθοπτερύγιοι) |
| Τάξη: | Perciformes (Περκόμορφοι) |
| Υποτάξη: | Percoides (Περκοειδή) |
| Οικογένεια: | Sparidae (Σπαρίδες) |
| Γένος: | Sparus |
| Είδος: | <i>Sparus aurata</i> (Linnaeus 1758) |

Η πρώτη προσπάθεια συστηματικής ταξινόμησης της τσιπούρας έγινε από τον Linnaeus το 1758, ο οποίος της έδωσε και τη σημερινή επιστημονική της ονομασία. Την ίδια ονομασία χρησιμοποίησε και ο Fowler μεταγενέστερα στη δική του συστηματική ταξινόμηση το 1936 (*Sparus aurata[us]*). Συνήθη συνώνυμα είναι: *Chrysophrys aurata* [Linnaeus, 1758, Valenciennes, 1830], *C. crassirostris* [Valenciennes, 1830], *Pagrus auratus*, ενώ κοινά ξενόγλωσσα ονόματα του ιχθύος είναι: Gilthead sea bream στην Αγγλική γλώσσα, Dorade royale στη Γαλλική και Pargo dorado στην Ισπανική (Βασιλειάδου, 2002; Τζήκας, 2007).

1.2.3 Μορφολογία

Η τσιπούρα είναι ένα ψάρι με σώμα επίμηκες, υψηλό και πιεσμένο πλευρικά. Το κεφάλι του είναι μεγάλο με απότομο, κοντό ρύγχος που εκτείνεται ως το ύψος του μέσου των οφθαλμών. Οι οφθαλμοί είναι μικροί. Στόμα μικρό, ελαφρά προτεταμένο με 6 κυνόδοντες και την κάτω γνάθο του να διαθέτει πολλά μικρά στρογγυλεμένα δόντια σε 5-6 σειρές τα οποία χρησιμεύουν για να συνθλίβει την τροφή του (οστρακόδερμα). Χείλη μεγάλα. Οι βραγχιακές άκανθες στο πρώτο βραγχιακό τόξο είναι κοντές. Το μοναδικό ραχιαίο πτερύγιο έχει 11 ακανθώδεις (οι δύο πρώτες είναι πιο κοντές, ενώ οι επόμενες τρεις πιο μακριές από τις υπόλοιπες) και 13-14 μαλακές ακτίνες. Τα θωρακικά πτερύγια είναι μακριά και οξύληκτα. Τα κοιλιακά πτερύγια βρίσκονται κάτω ή ακριβώς πίσω από τις βάσεις των θωρακικών, με μια ακανθώδη και 5 μαλακές ακτίνες. Το εδρικό πτερύγιο έχει 3 ακανθώδεις και 11 ή 12 μαλακές ακτίνες. Υπάρχει ένα διχαλωτό ουραίο πτερύγιο. Οι παρειές φέρουν λέπια, σε αντίθεση με το βραγχιακό προεπικάλυμμα. Κατά μήκος της συνεχούς πλευρικής γραμμής υπάρχουν 73-85 λέπια μέχρι τη βάση της ουράς.

Το χρώμα του σώματος είναι ασημογάλαζο στην κορυφή της ράχης με ασημί, γαλάζιες και γκρι αποχρώσεις στα πλευρά. Μια μεγάλη μαύρη κηλίδα παρατηρείται στο ύψος της πλευρικής γραμμής και εκτείνεται στο άνω όριο του βραγχιακού επικαλύμματος, κάτω από την οποία γειτνιάζει με μια μικρή υπέρυθρη περιοχή. Ανάμεσα στους οφθαλμούς υπάρχει ένας χρυσοκίτρινος χρωματισμός, ο οποίος συνορεύει με δύο περιοχές σκούρου χρώματος (δεν διακρίνονται καλά σε νεαρά άτομα). Το ραχιαίο πτερύγιο έχει μια μαύρη γραμμή.

Το μέγεθός της είναι συνήθως 30-40 cm στα ενήλικα άτομα. Παρόλα αυτά, έχει παρατηρηθεί άτομο με μήκος 76 cm (Γαλλία 2000, Florn Estuary, Brest). Αν και το μέγιστο βάρος ψαριού που έχει δημοσιευτεί για το είδος αγγίζει τα 17,2kg, συνήθως το βάρος του κυμαίνεται γύρω στα 400 με 600 g (Βασιλειάδου, 2002; [http^{5,6,7}](#)).

1.2.4 Γεωγραφική κατανομή

Η τσιπούρα είναι ένα είδος κοινό στη Μεσόγειο και στις ανατολικές ακτές του Ατλαντικού από τη Μεγάλη Βρετανία ως τη Σενεγάλη, ενώ είναι σπάνια στη Μαύρη Θάλασσα ([http^{5,6,7}](#)).

1.2.5 Βιότοπος-οικολογία-διατροφή

Είναι ένα είδος ευρύαλο και ευρύθερμο, λόγοι για τους οποίους μπορεί να ζήσει σε θαλάσσιο ή υφάλμυρο περιβάλλον, όπως σε παράκτιες λιμνοθάλασσες και σε ζώνες εκβολών, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου της ζωής του. Η τσιπούρα είναι πολύ ευαίσθητη στις χαμηλές θερμοκρασίες (θανατηφόρος θερμοκρασία 4°C), και για αυτό στο τέλος του φθινοπώρου επιστρέφουν στην ανοικτή θάλασσα όπου τα ενήλικα άτομα αναπαράγονται ([http^{5,6,7}](#)).

Στην ανοικτή θάλασσα μπορούν να βρεθούν σε βραχώδεις βυθούς, σε θαλάσσια λιβάδια ποσειδωνίας (*Posidonia oceanica*) αλλά και σε αμμώδη εδάφη. Θα τη βρούμε επίσης να κινείται και σε βυθούς με πέτρες και πλάκες, που συνορεύουν με τα προαναφερθέντα περιβάλλοντα. Τα νεαρά άτομα παραμένουν σε σχετικά ρηχά νερά (μέχρι 30 μέτρα), ενώ τα ενήλικα μπορούν να κατοικήσουν σε πιο μεγάλα βάθη, όχι περισσότερο από 50 μέτρα. Το μεγαλύτερο βάθος που έχει εντοπιστεί ψάρι είναι τα 150 μέτρα. Η τσιπούρα σχηματίζει κοπάδια πολυμελή ή ολιγομελή, ενώ κάποιες φορές μεγάλα θηλυκά άτομα μπορεί να βρεθούν να κνηγούν μόνα τους για μια περίοδο.

Είναι σαρκοφάγο είδος και σπάνια φυτοφάγο. Στο φυσικό περιβάλλον τρέφεται κυρίως με οστρακόδερμα (μύδια, στρείδια, κυδώνια), τα οποία συνθλίβει με τα δυνάτα της δόντια. Μπορεί να ζήσει περισσότερο από 10 έτη ([http^{5,6,7}](#)).

1.2.6 Αναπαραγωγή

Η τσιπούρα είναι πρώτανδρο ερμαφρόδιτο είδος, δηλαδή γεννιέται πρώτα ως αρσενικό και μετά το πέρας περίπου 3 χρόνων κάνει αναστροφή φύλου και γίνεται θηλυκό. Έτσι στα πρώτα δύο χρόνια της ζωής της ως αρσενικό, έχει 20-30 cm μήκος και ζυγίζει γύρω στα 350-400 g. Στον τρίτο χρόνο, που γίνεται θηλυκό, το μήκος της είναι συνήθως 33-40 cm και ζυγίζει από 600 g και πάνω. Η αναπαραγωγή της τσιπούρας λαμβάνει χώρα από τον Οκτώβριο μέχρι και το Δεκέμβριο στην ανοικτή θάλασσα. Ένα θηλυκό μπορεί να γεννάει 20.000-80.000 αυγά καθημερινά κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Η εκκόλαψη διαρκεί περίπου 2 ημέρες σε θερμοκρασία 16-17 °C. Τα προνυμφικά στάδια διαρκούν περίπου 50 ημέρες σε θερμοκρασία 17,5 °C ή περίπου 43 ημέρες σε θερμοκρασία 20 °C. Το μέγεθος των αυγών είναι 0,9-1,1 mm, ενώ το μέγεθος των προνυμφικών σταδίων κατά την εκκόλαψη είναι 2,5-3,0 mm. Ο γόνος που θα βγει,

θα κολυμπήσει στα ρηχά νερά, εκεί που μπορεί να βρει μεγαλύτερη ασφάλεια και αφθονία τροφής, όπου και θα μείνει μέχρι τον επόμενο Οκτώβρη. Μετά θα ενσωματωθεί στο αρχικό κοπάδι, θα λαμβάνει μέρος στην αναπαραγωγή και θα το ακολουθεί στις μετακινήσεις του. Κάτι αξιοσημείωτο για την τσιπούρα είναι ότι ενώ μπορεί να είναι σε διαδικασία αλλαγής φύλου από αρσενικό σε θηλυκό, μπορεί να τη διακόψει, και να ξαναπαράγει σπέρμα για την ερχόμενη αναπαραγωγική περίοδο. Σε συνθήκες αιχμαλωσίας η αναστροφή του φύλου εξαρτάται από κοινωνικούς και ορμονικούς παράγοντες (<http>^{5,6,7}).

1.2.7 Χημική σύσταση

Η σάρκα της τσιπούρας είναι λευκή, τρυφερή και εξαιρετικά γευστική.

Η μέση χημική σύσταση της σάρκας της τσιπούρας ιχθυοτροφείου σε νωπή μορφή είναι: υγρασία $69,96 \pm 0,89\%$, πρωτεΐνες $20,65 \pm 0,46\%$, ολικές λιπαρές ουσίες $7,55 \pm 1,01\%$ και NaCl $0,299 \pm 0,03\%$ (Βασιλειάδου, 2002).

1.2.8 Συστήματα εκτροφής

Εκτατική ή Ημι-εκτατική σε παράκτιες λιμνοθάλασσες

Μέθοδος βασισμένη στη φυσική μετανάστευση των ευρύαλων ψαριών, κατά τη διάρκεια του Απριλίου/Μαΐου με σύλληψη ιχθυδίων 23 γραμμαρίων για "σπορά τους" στις λιμνοθάλασσες όπου θα φτάσουν σε εμπορεύσιμο βάρος (350 gr) σε περίπου 20 μήνες. Τα ψάρια βασίζονται για τη διατροφή τους στους φυσικούς πόρους της λιμνοθάλασσας. Στα εκτατικά συστήματα η ιχθυοπυκνότητα δεν ξεπερνά τα $0,0025 \text{ kg/m}^3$.

Ημι-εκτατική σε παράκτιες λιμνοθάλασσες.

Αφορά τα προηγούμενα οικοσυστήματα αλλά περιέχει αυξημένο έλεγχο διαχείρισης με λίπανση του χώρου της εκτροφής για αύξηση της πρωτογενούς παραγωγικότητας. Η ιχθυοπυκνότητα συνήθως δεν υπερβαίνει το 1 kg/m^3 .

Εντατική σε χερσαίες δεξαμενές με θαλασσινό/υφάλμυρο νερό (Esteros – Ισπανία).

Γίνεται σε χωμάτινες δεξαμενές (200-3.000 κυβικών), με ιχθυοπυκνότητες 15-45 kg/m^3 και απαιτεί έγχυση μεγάλων ποσοτήτων οξυγόνου. Σε καλές συνθήκες (18-26 °C) οι τσιπούρες φτάνουν στο εμπορεύσιμο βάρος σε ένα χρόνο.

Εντατική σε θαλάσσιους ιχθυοκλωβούς σε όλη τη Μεσόγειο.

Η κύρια μέθοδος εκτροφής τσιπούρας στη Μεσόγειο είναι σε πλωτούς ή υποβρύχιους ή ημικαταδυόμενους ιχθυοκλωβούς. Όταν γίνει εισαγωγή ιχθυδίων τσιπούρας 10 γραμμαρίων σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς φθάνει στο εμπορεύσιμο βάρος στα κλουβιά σε ένα έτος. Η τσιπούρα είναι το πιο έντονα εκτρεφόμενο είδος στη Μεσόγειο. Από τη δεκαετία του '80 η διάρκεια εκτροφής είναι 14-16 μήνες σε Μάλτα, Ελλάδα και Τουρκία ενώ στη Γαλλία είναι 24 μήνες.

Η γρήγορη ανάπτυξη της παραγωγής στους πλωτούς ιχθυοκλωβούς, έχει επιτρέψει την ανάπτυξη του τομέα και τη μείωση των τιμών. Η εκτροφή τσιπούρας στις περιοχές της Μεσογείου υποβάλλεται σε έναν μεγάλο μετασχηματισμό, από μια βιομηχανία με τα μεγάλα περιθώρια κέρδους και τις μικρές ποσότητες παραγωγής τη δεκαετία του '90, σε μια βιομηχανία με χαμηλά περιθώρια κέρδους και μεγάλους όγκους παραγωγής.

Η στρατηγική αφορά την προστιθέμενη αξία στο προϊόν με τη βοήθεια της πιστοποίησης των συστημάτων παραγωγής, της εφαρμογής προτύπων της ποιότητας, της παραγωγής των διαφορετικών εμπορικών μεγεθών και του μετασχηματισμού του τελικού προϊόντος. Υπάρχει σημαντική ανάγκη καλύτερης οργάνωσης των αγορών, ανοίγματος νέων αγορών και επέκτασης των υπάρχουσών με την υιοθέτηση πιο απαιτητικών διαδικασιών διασφάλισης ποιότητας τελικού προϊόντος ([http⁸](#)).

1.3 Ευρωπαϊκό Λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*)

1.3.1 Γενικά για το λαβράκι



Εικόνα 2: Λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) ([http⁹](#)).

Η εκτροφή του λαβρακιού, προτού αρχίσει η μαζική παραγωγή του στα τέλη της δεκαετίας του 1960, γινόταν σε παράκτιες λιμνοθάλασσες και σε παλιρροϊκά φράγματα. Αρχικά, η εκτροφή των ψαριών συνδεόταν με την παραγωγή αλατιού σε παράκτιες αλυκές και σε έλη. Η συγκομιδή του αλατιού γινόταν κατά τους θερινούς και φθινοπωρινούς μήνες, οπότε υπήρχε αυξημένη εξάτμιση, ενώ τα ψάρια εκτρέφονταν κατά τη διάρκεια του χειμώνα και της άνοιξης. Η παροχή αυτών των ψαριών γινόταν από την παγίδευση των κοπαδιών που ζούσαν σε αυτές τις εκβολές.

Στα τέλη της δεκαετίας του '60, η Γαλλία και η Ιταλία ανταγωνίζονταν ώστε να αναπτύξουν αξιόπιστες τεχνικές μαζικής παραγωγής λαβρακιού, και στα τέλη της δεκαετίας του '70 στις περισσότερες μεσογειακές χώρες οι τεχνικές ήταν αρκετά ανεπτυγμένες ώστε να παράγονται εκατοντάδες χιλιάδες ιχθύδια. Το ευρωπαϊκό λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) ήταν το πρώτο θαλάσσιο μη σολομοειδές είδος που παρήχθη για εμπορικούς σκοπούς στην Ευρώπη και τώρα είναι το πιο σημαντικό εκτρεφόμενο ψάρι στην περιοχή της Μεσογείου. Οι μεγαλύτερες παραγωγές χώρες είναι η Ελλάδα, η Τουρκία, η Ιταλία, η Ισπανία, η Κροατία και η Αίγυπτος (<http>¹⁰).

1.3.2 Ταξινόμηση

Το λαβράκι από ζωολογική άποψη έχει την ακόλουθη θέση στο σύστημα ταξινόμησης (<http>¹¹):

| | |
|-------------|---|
| Φύλο: | Chordata (Χορδωτά) |
| Υποφύλο: | Vertebrata (Σπονδυλωτά) |
| Υπερκλάση: | Gnathostomata (Γναθοστόματα) |
| Κλάση: | Osteichthyes (Οστέιχθεις) |
| Υποκλάση: | Actinopterygii (Ακτινοπτερύγιοι) |
| Μεσοκλάση: | Teleostei (Τελεόστεοι) |
| Υπέρταξη: | Acanthopterygii (Ακανθοπτερύγιοι) |
| Τάξη: | Perciformes (Περκόμορφοι) |
| Υποτάξη: | Percoides (Περκοειδή) |
| Οικογένεια: | Moronidae |
| Γένος: | <i>Dicentrarchus</i> |
| Είδος: | <i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus 1758) |

1.3.3 Μορφολογία

Επίμηκες σώμα με μεγάλο στόμα και ελαφρύ προγναθισμό. Διπλό ραχιαίο πτερύγιο με τριγωνική μορφή το πρόσθιο και τραπεζοειδή μορφή το οπίσθιο ραχιαίο πτερύγιο. Σώμα ασημόχρωμο, με μαύρα στίγματα στις πλευρές και στο οπίσθιο μέρος σε νεαρά ψάρια. Το μέσο μήκος είναι 40 έως 65 cm, με μέγιστο το 1m και μέσο βάρος τα 5 έως 7 κιλά (περιστασιακά φτάνει τα 10-12 κιλά) ([http¹²](#)).

1.3.4 Γεωγραφική κατανομή

Εντοπίζεται στη Μεσόγειο, στη Μαύρη θάλασσα και στις ανατολικές ακτές του Ατλαντικού (από τις ακτές της Νορβηγίας έως τη Σενεγάλη) ([http¹²](#)).

1.3.5 Βιότοπος-οικολογία

Προτιμά να ζει σε υφάλμυρα, παράκτια ύδατα, σε εκβολές ποταμών και λιμνοθάλασσες. Όταν βρίσκεται στην ανοικτή θάλασσα συναντάται σε επιφανειακά νερά και φθάνει σε βάθη της τάξης των 50-60 m και σπανίως ως 100 m. Όταν κινείται σε νερά με μικρό βάθος προτιμά αμμώδεις, βραχώδεις ή καλυμμένους με βλάστηση πυθμένες και σπανίως λασπώδεις. Γενικά, μπορεί να ειπωθεί ότι προτιμά ρηχά, καθαρά νερά παράκτιων υδατοσυλλογών, χωρίς να αποκλείεται η παρουσία του σε νερά πλούσια σε αιωρούμενα σωματίδια και αυξημένη θολότητα (Παπουτσόγλου, 2008).

Το λαβράκι πραγματοποιεί μικρής έκτασης μετακινήσεις, οι οποίες οφείλονται στην ικανοποίηση των βιολογικών του αναγκών, τη διατροφή και την αναπαραγωγή. Τα ενήλικα και γεννητικά ώριμα άτομα στην αρχή της χειμερινής περιόδου κινούνται από τα υφάλμυρα και παράκτια νερά προς την ανοικτή θάλασσα για την ωτοκία. Τα αβγά και τα ιχθύδια της πρώτης, πλαγκτονικής φάσης αιωρούνται στην περιοχή γέννησής τους, στα επιφανειακά στρώματα της παραλιακής ζώνης σε βάθος που δεν ξεπερνά τα 30 m. Τα νεαρά ιχθύδια που εμφανίζουν δυναμική κινητικότητα, κινούνται προς τις παράκτιες εκβολές, εκβολές ποταμών και λιμνοθαλασσών, νερά που είναι πιο θερμά και πλούσια σε τροφή. Τα ιχθύδια στο τέλος της θερινής περιόδου κινούνται προς την ανοικτή θάλασσα, όπου οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι σταθερότερες. Την άνοιξη επιστρέφουν σε παράκτιες περιοχές, για την αναζήτηση τροφής. Τα ενήλικα άτομα συνεχίζουν τις ετήσιες μεταναστεύσεις από και προς τις παράκτιες περιοχές έως ότου ωριμάσουν γεννητικά (Χώτος και Ρογδάκης, 1992).

Η αναπαραγωγική περίοδος τοποθετείται μεταξύ τέλους Οκτωβρίου και αρχών Μαρτίου, με τη μεγαλύτερη ένταση τον Ιανουάριο σε θερμοκρασίες 11°-19°C (13°C). Η ανάπτυξη των αυγών γίνεται σε θερμοκρασία 13°C, είναι πελαγικά με διάμετρο 1,18 mm και χρόνο εκκόλαψης 4,67 ημέρες. Ο χρόνος διπλασιασμού του πληθυσμού κυμαίνεται από 1,4-4,4 χρόνια. Τα νεαρά ψάρια σχηματίζουν κοπάδια σε αντίθεση με τα ενήλικα που ζουν αυτόνομα.

Γενικά είναι ένα είδος με μεγάλο εύρος επιβίωσης σε θερμοκρασίες 8°-30°C, ευρύαλο (με δυνατότητα προσαρμογής των μεγάλων ατόμων και σε γλυκά νερά), ενώ προτιμά να κινείται σε νερά με pH 7,8-8,3. Το δεσμευμένο οξυγόνο, στο φυσικό περιβάλλον, βρίσκεται σε επίπεδα κορεσμού, ενώ σπανίως παρατηρούνται θνησιμότητες λόγω ανοξίας. Στην εκτροφή, η συγκέντρωσή του υπερβαίνει τα 4,5 ppm, υπερβαίνοντας το 80% του επιπέδου κορεσμού, ενώ δεν έχει παρατηρηθεί κάποια θνησιμότητα σε συγκεντρώσεις της τάξης των 2-3 ppm. Το λαβράκι εμφανίζει βέλτιστη ανάπτυξη σε αλατότητα 20-30‰ και θερμοκρασία 14-24 °C. Βέβαια, είναι δυνατό να επιβιώσει σε αλατότητα από 0,5 ως 70‰ και θερμοκρασία από 2-2 ως 27-29 °C, ενώ σε θερμοκρασίες κάτω των 10 °C διακόπτεται η ανάπτυξή του και κάτω από 7 °C σταματά να διατρέφεται (Χώτος και Ρογδάκης, 1992; Πνευματικάτος, 1996; Varsamos, 2002). Μπορεί να ζήσει έως 15 χρόνια (<http>^{11,13}).

1.3.6 Διατροφή του λαβρακιού

Είναι είδος σαρκοφάγο και εξαιρετικά αδηφάγο. Η διαρρύθμιση των δοντιών, τα είδη και η δραστηριότητα των πεπτικών ενζύμων που εκκρίνονται σ' όλο το μήκος του πεπτικού σωλήνα καθώς και η διαμόρφωσή του, ερμηνεύουν απόλυτα αυτό το συμπέρασμα. Πρόκειται για ένα δυνητικό θηρευτή, που κυνηγά ατομικά στα επιφανειακά υδάτινα στρώματα. Επιλέγει τη λεία του από άποψη μεγέθους, την εντοπίζει και επιτιθέμενο από κάτω την αρπάζει και την καταπίνει άμεσα (Χώτος και Ρογδάκης, 1992).

Στο φυσικό περιβάλλον η τροφή του ποικίλει ανάλογα με τη φάση της ανάπτυξής του. Τα νεαρά άτομα, από τη στιγμή που αρχίζουν να καταναλώνουν εξωτερική τροφή ως τη μορφή των ατελών ιχθυδίων, διατρέφονται με ζωοπλαγκτονικούς οργανισμούς, αβγά, λεκιθοφόρα και ατελή ιχθύδια και διάφορες προνύμφες εντόμων ενώ τα τέλεια άτομα κατά κύριο λόγο με διάφορα καρκινοειδή, μαλάκια και ψάρια (<http>^{11,13}).

1.3.7 Χημική σύσταση

Η μέση χημική σύσταση της σάρκας του λαβρακιού ιχθυοτροφείου (μεσαίου μεγέθους) σε νωπή μορφή είναι: υγρασία $74.56 \pm 0.26\%$, πρωτεΐνες $19.10 \pm 0.33\%$, ολικές λιπαρές ουσίες $4.38 \pm 0.72\%$ (Fuentes *et al.*, 2010).

1.3.8 Συστήματα εκτροφής

Εκτατική

Παραδοσιακή εκτροφή σε παράκτιες υφαλμυρές λιμνοθάλασσες, που εκμεταλλεύονται τις μεταναστεύσεις των νεαρών ιχθυδίων από τη θάλασσα. Σε αυτές τις λιμνοθάλασσες βρίσκουν τις ιδανικές συνθήκες από πλευράς διατροφικής, κλιματολογικών συνθηκών και προστασίας από θηρευτές λόγω της αλλαγής στην αλατότητα. Στην Ισπανία αναπτύσσεται εκτατική εκτροφή λαβρακιού σε πολυεκτροφή μαζί με άλλα είδη, όπως η τσιπούρα στο δέλτα του ποταμού Έβρο και τις υδατοδεξαμενές των αλυκών του Καντίζ ή τη λιμνοθάλασσα του Μεσολογγίου. Οι ετήσιες παραγωγές είναι χαμηλές (500-1000 Kg/στρέμμα) και η ανάπτυξη είναι αργή (φθάνει στο εμπορικό μέγεθος, 400-500 γρ. σε 37 μήνες). Ο περιορισμός αυτού του συστήματος είναι ότι το λαβράκι, λόγω έλλειψης θηρευτών, μειώνει σημαντικά τους φυσικούς πόρους του οικοσυστήματος.

Ημι – εκτατική

Παραλλαγή της παραπάνω μεθόδου εκτροφής, η οποία βελτιώνει ουσιαστικά την παραγωγή και που συνεπάγεται λίπανση των λιμνοθαλασσών, για να αυξήσει την παραγωγή του πλαγκτόν, και παροχή τεχνητής σίτισης των ιχθυδίων.

Εντατική εκτροφή

Η διάρκεια εκτροφής του λαβρακιού είναι 16-18 μήνες σε Ελλάδα και Τουρκία ενώ 24-30 μήνες στη Γαλλία. Η μέθοδος εκτροφής ξεκινάει με το χειρισμό και την προετοιμασία των γεννητόρων. Η βέλτιστη ηλικία για τα θηλυκά λαβράκια είναι τα 5 - 8 έτη και για τα αρσενικά τα 2 με 4 έτη. Η φυσική ωρίμανση και η επαγωγή στην ωογένεση επιτυγχάνεται με διαφοροποίηση της φωτοπεριόδου και διατήρηση της θερμοκρασίας στους 10-14 °C. Ο απογαλακτισμός των λαβρών αρχίζει στις 30 ημέρες και ολοκληρώνεται στις 80-90 ημέρες. Η προπάχυνση διαρκεί μέχρι τα 1.5-2.5 γραμμάρια ενώ η προ-ανάπτυξη μέχρι τα 20 γραμμάρια διαρκεί 3-6 μήνες. Στις χωμάτινες δεξαμενές, η ιχθυοπυκνότητα είναι συνήθως 20-35 κιλά/μ³. Η εκτροφή στους πλωτούς ιχθυοκλωβούς αφορά ιχθυοπυκνότητα 20-

30 κιλά/m³ και οδηγεί στην παραγωγή εμπορεύσιμου βάρους 300-450 γραμ. σε 15-18 μήνες.

Η εμπορία του λαβρακιού γίνεται σαν φρέσκο ολόκληρο ψάρι και φιλέτο αλλά τώρα είναι διαθέσιμο και σε συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας που δίνει στο προϊόν μακρύτερη διάρκεια ζωής, μέσω της συνεργασίας Ελλήνων παραγωγών και Ιταλικών εταιρειών. Η βελτιστοποίηση της παραγωγής, η ευρύτερη παρουσίαση του προϊόντος και το άνοιγμα νέων αγορών ιδιαίτερα στη Βόρεια Ευρώπη, είναι οι στόχοι των Μεσογειακών θαλασσοκαλλιεργητών (<http>¹⁴).

1.4 Βιολογικός κύκλος τσιπούρας και λαβρακιού

Ως γεννήτορες στους ιχθυογεννητικούς σταθμούς επιλέγονται ψάρια που έχουν δείξει καλή ανάπτυξη στους ιχθυοκλωβούς και γενικά ανθεκτικότητα σε ασθένειες και έχουν καλά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Στη φύση η τσιπούρα διαφέρει από το λαβράκι στο ότι είναι πρωτο-ανδρικό ερμαφρόδιτο είδος, δηλαδή όλες οι τσιπούρες γεννιούνται και παραμένουν αρσενικά άτομα για τα πρώτα 2-3 χρόνια ενώ γίνονται όλα θηλυκά μετά από αυτό το στάδιο.

Η εκκόλαψη των αυγών αρχίζει περίπου 48 ώρες μετά την γέννηση του αυγού στους 16-17 °C για την τσιπούρα και περίπου σε 72 ώρες στους 13-14 °C για το λαβράκι. Το πρώτο τάισμα των λαρβών γίνεται με φυτοπλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν και με *Artemia salina* η οποία είναι κρίσιμη στην ανάπτυξη των λαρβών, γιατί αν η λάρβα δεν τραφεί σε ικανοποιητικό βαθμό, με εξαντλημένα τα αποθέματα του λεκιθικού σάκου δε θα επιβιώσει. Το πέρασμα από τα διάφορα στάδια της ζωντανής τροφής στα σύμπηκτα ακολουθεί την ανάπτυξη της λάρβας, τη φυσιολογία του πεπτικού της συστήματος και των διατροφικών αναγκών του συγκεκριμένου σταδίου ανάπτυξης για την οντογένεση και την ανάπτυξη.

Τα ιχθύδια εμβολιάζονται με εμβάπτιση γύρω στο 1,5 με 2 gr. Στο στάδιο των 2-80 gr γίνονται όλοι οι απαραίτητοι χειρισμοί, όπως αλλαγές διχτυών, αραιώσεις, ενέσιμος εμβολιασμός και πολύ προσεκτική διατροφή. Η εκτροφή των ιχθύων στο τελικό στάδιο στους μεγάλους ιχθυοκλωβούς (80 gr μέχρι εμπορεύσιμο βάρος) γίνεται με ειδικές ιχθυοτροφές που καλύπτουν τις θρεπτικές απαιτήσεις των ενήλικων ψαριών. Το εμπορεύσιμο μέγεθος ποικίλει από 350-450 gr έως 1 kg (<http>¹).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΥΓΙΕΙΝΗ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ

2.1 Τα ψάρια ως τρόφιμα

Τα ψάρια αποτελούν σημαντικό μέρος της διατροφής του ανθρώπου εδώ και χιλιάδες χρόνια, όχι μόνο για τα γαστρονομικά τους χαρακτηριστικά αλλά και για το γεγονός ότι έχουν μεγάλη θρεπτική αξία. Όπως και το κρέας, έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας, οι οποίες χαρακτηρίζονται από εύκολη πέψη, καλύτερη διαθεσιμότητα και πιο κατάλληλη σύσταση αμινοξέων, ειδικά σε ό,τι αφορά τα απαραίτητα αμινοξέα. Επίσης, περιέχουν ακόρεστα λιπαρά οξέα και είναι πλούσια σε βιταμίνες (A, D, E, συμπλέγματος-B) και ιχνοστοιχεία.

Η χημική σύσταση των ψαριών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος, τη διατροφή, την ηλικία, το φύλο, τη μετανάστευση, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και την εποχή του έτους. Τα κύρια συστατικά της σάρκας των θαλάσσιων τελεόστων ψαριών είναι οι πρωτεΐνες σε ποσοστό 9-25 % (κατά μ.ό. 18,5%), οι λιπαρές ουσίες σε ποσοστό 0,1-25% και το νερό (Pearson, 1976; Olley et al., 1988; Nettleton and Exler, 1992; Mengoli et al., 1994; Haard, 1995).

Τα λιπίδια της σάρκας των ψαριών περιέχουν σχετικά μικρό ποσοστό κεκορεσμένων λιπαρών οξέων (συνήθως 20-35%) (Ackman, 1995), ενώ έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε ακόρεστα και κυρίως πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFAs ή ΠΑΛΟ), ιδιαίτερα της σειράς ω-3 με σημαντικότερους εκπροσώπους το εικοσιπενταενοϊκό (EPA:20:5) και το εικοσιδυοεξαενοϊκό οξύ (DHA: 22:6) αλλά και της σειράς ω-6, όπως είναι π.χ. το λινολεϊκό οξύ (18: 2n-6). Τα ψάρια (κυρίως τα θαλάσσια) και τα οστρακοειδή αποτελούν τη μοναδική φυσική πηγή από την οποία μπορεί να προμηθευτεί ο ανθρώπινος οργανισμός τα EPA και DHA (Steiner-Asiedu et al., 1991; Ågren and Hänninen, 1993). Τα φωσfolιπίδια περιέχουν μεγαλύτερες ποσότητες αυτών απ' ό,τι τα τριγλυκερίδια (Ackman and Gunnlaugsdottir, 1992).

Τα ΠΑΛΟ της ομάδας ω-3 βρίσκονται σε μεγαλύτερη αναλογία στα λιπίδια των ψαριών από εκείνα της ω-6 (Kinsella, 1986; Ågren and Hänninen, 1993) και η αναλογία αυτή θεωρείται ευνοϊκή γιατί συμβάλλει:

- α) στην πρόληψη ή και μείωση του κινδύνου αρτηριοσκλήρωσης και εμφραγμάτων του μυοκαρδίου (Kinsella, 1986; Nettleton and Exler, 1992; Holub, 1992; Ackman, 1995), του κινδύνου θανάτου από καρδιακές αρρυθμίες και του κινδύνου απόφραξης των εγκεφαλικών αιμοφόρων αγγείων που είναι η αιτία των ισχαιμικών εγκεφαλικών επεισοδίων. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς τα εγκεφαλικά επεισόδια αποτελούν την τρίτη συχνότερη αιτία θανάτου και ένα από τους κυριότερους λόγους μόνιμης σοβαρής αναπηρίας,
- β) στην πρόληψη αλλά και στη μείωση των συμπτωμάτων της ρευματοειδούς αρθρίτιδας (Armstrong *et al.*, 1994) και άλλων φλεγμονωδών νόσων, όπως η ψωρίαση του δέρματος, κ.λπ. (Holub, 1992),
- γ) στη μείωση του κινδύνου διάφορων μορφών καρκίνου (Kinsella, 1986; Love, 1992; Armstrong *et al.*, 1994), π.χ. καρκίνου του προστάτη στους άνδρες,
- δ) στη μείωση της πιθανότητας εμφάνισης εκφυλισμού της ωχράς κηλίδας του ματιού, ασθένεια που αποτελεί την κυριότερη αιτία απώλειας όρασης σε ηλικιωμένα άτομα, καθώς και του κινδύνου εκφυλισμού των πνευματικών ικανοτήτων, γεροντικής άνοιας και της ασθένειας Αλτσχάιμερ σε ηλικιωμένους, και
- ε) στην πρόληψη των πρόωρων τοκετών και στη μείωση της πιθανότητας αποβολής.

Ακόμη, τα ΠΑΛΟ της σειράς ω-3 (κυρίως το DHA) αποτελούν ουσιώδη θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξη του ανθρώπινου νευρικού ιστού στο στάδιο της εγκυμοσύνης (ειδικότερα στο τρίτο τρίμηνο, όταν αναπτύσσεται ο εγκέφαλος και το νευρικό σύστημα) και στη βρεφική ηλικία. Το DHA θεωρείται απαραίτητο και για την ανάπτυξη του αμφιβληστροειδούς χιτώνα των βρεφών (Nettleton and Exler, 1992).

Τα αλιεύματα, παρά τη μεγάλη σημασία τους για τη διατροφή του ανθρώπου και τα οφέλη που προσφέρουν στην υγεία του, μπορούν να αποτελέσουν πηγή τροφιμογενών παθογόνων μικροοργανισμών. Γενικά, αν και η πλειονότητα των περιπτώσεων δηλητηριάσεων από αλιεύματα προκαλούνται από τοξίνες (βιοτοξίνες και ισταμίνη) και ιούς (norovirus και ιός της ηπατίτιδας Α), τα ψάρια και τα οστρακοειδή μπορεί να είναι φορείς παθογόνων βακτηρίων, που είτε βρίσκονται φυσιολογικά στο περιβάλλον, είτε προέρχονται από μολυσμένα ύδατα ή/και από επιμόλυνση μετά τη σύλληψή τους (Herrera *et al.*, 2006).

2.2 Απαιτήσεις για την ανάπτυξη των Βακτηρίων

2.2.1 Διατροφικές απαιτήσεις

Για την ανάπτυξή τους οι μικροοργανισμοί είναι απαραίτητο να λάβουν από το περιβάλλον τις ουσίες που απαιτούνται και που έχουν ανάγκη για τη σύνθεση των κυτταρικών συστατικών τους και την παραγωγή ενέργειας. Όλες αυτές οι ουσίες αποτελούν τα θρεπτικά συστατικά.

Σε ένα θρεπτικό υπόστρωμα πρέπει να περιέχονται όλα τα αναγκαία θρεπτικά στοιχεία σε ποσότητες ανάλογες με τις ειδικές ανάγκες του μικροοργανισμού για τον οποίο προορίζεται. Οι μικροοργανισμοί έχουν διαφορετικές θρεπτικές ανάγκες καθώς παρουσιάζουν πολύ μεγάλες διαφορές στις ειδικές φυσιολογικές ιδιότητές τους.

Το 80-90% του ολικού κυτταρικού βάρους αποτελείται από νερό, καθιστώντας το βασικότατο στοιχείο στη διατροφή τους. Εκτός από το υδρογόνο και το οξυγόνο (μεταβολικά παράγωγα του νερού), το στερεό κυτταρικό υλικό περιέχει άνθρακα, φώσφορο, άζωτο και θείο σε μειωμένες ποσότητες. Τα στοιχεία αυτά αποτελούν το 95% του ξηρού βάρους του μικροοργανισμού. Το υπόλοιπο 5% αποτελείται από διάφορα άλλα στοιχεία, όπως κάλιο, μαγνήσιο, ασβέστιο, σίδηρο, μαγγάνιο, κοβάλτιο, μόλυβδος, ψευδάργυρο, κ.λπ. Όλα τα στοιχεία που αναφέρονται πιο πάνω μπορούν να υπάρχουν ως θρεπτικά στοιχεία με τη μορφή ανόργανων αλάτων. Το κάλιο, το μαγνήσιο, το ασβέστιο και ο σίδηρος είναι απαραίτητα στα θρεπτικά υποστρώματα σε μεγαλύτερες δόσεις, γι' αυτό πρέπει να συμπεριλαμβάνονται σε αυτά με μορφή αλάτων.

Ορισμένοι μικροοργανισμοί έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις σε στοιχεία, όπως π.χ. το πυρίτιο, που είναι απαραίτητο στα δίατομα και τα μικροσκοπικά φύκη, το νάτριο που είναι απαραίτητο για ορισμένα βακτήρια, για τα κυανοφύκη και τα φωτοσυνθετικά βακτήρια ή το αλάτι, όπως για ορισμένα δονάκια.

Η δυνατότητα μιας χημικής ένωσης να προμηθεύει το μικροοργανισμό με ένα ή περισσότερα χημικά στοιχεία εξαρτάται κυρίως από τη δυνατότητα του μικροοργανισμού να προσλαμβάνει και στη συνέχεια να μεταβολίζει την ουσία αυτή. Διάφορα μεγάλα πολυμερή μόρια, όπως ορισμένες πρωτεΐνες και

πολυσακχαρίτες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξαιτίας του μεγέθους τους, από τον μικροοργανισμό, δηλαδή δεν μπορούν να μπουν στο κύτταρό του, παρόλο που μέσα σε αυτό υπάρχουν τα ειδικά ένζυμα για τη διάσπασή τους. Για το λόγο αυτό οι μύκητες και ορισμένα βακτήρια εκκρίνουν εξωκυτταρικά ένζυμα που μετατρέπουν τα πολυμερή μεγαλομόρια σε μικρομόρια που εύκολα εισέρχονται μέσα στο κύτταρο (Σαρρής *et al.*, 2004).

Στο εργαστήριο, τα θρεπτικά συστατικά ενσωματώνονται σε θρεπτικά υποστρώματα, πάνω ή μέσα στα οποία αναπτύσσονται τα βακτήρια. Αν ένα υπόστρωμα καλύψει τις διατροφικές ανάγκες του βακτηριακού κυττάρου, το κύτταρο αυτό θα πολλαπλασιαστεί σε αριθμούς ικανούς να γίνουν αντιληπτοί με γυμνό οφθαλμό. Φυσικά, μετά τον ενοφθαλμισμό του, το υπόστρωμα πρέπει να τοποθετηθεί στις βέλτιστες περιβαλλοντικές συνθήκες (Forbes *et al.*, 2002).

Τα θρεπτικά υποστρώματα που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών είναι απαραίτητα για το διαχωρισμό, τη μελέτη, την έρευνα και την ταυτοποίησή τους. Διακρίνονται σε υγρά, στερεά και μικτά.

α) Τα υγρά θρεπτικά υποστρώματα είναι διαλύματα θρεπτικών ουσιών μέσα σε νερό και η ανάπτυξη των βακτηρίων υποδεικνύεται από μια αύξηση της θολερότητας του υγρού.

β) Τα στερεά θρεπτικά υποστρώματα δημιουργούνται μετά την προσθήκη στο νερό με τα θρεπτικά συστατικά, μιας ουσίας (συνήθως της αγαρόζης), που δίνει στερεή σύσταση.

γ) Τα μικτά θρεπτικά υποστρώματα αποτελούνται τόσο από υγρή όσο και από στερεή φάση (Σαρρής *et al.*, 2004; Forbes *et al.*, 2002).

2.2.2 Θερμοκρασία

Το εύρος της θερμοκρασίας μέσα στο οποίο μπορούν να αναπτυχθούν οι μικροοργανισμοί κυμαίνεται μεταξύ $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ και $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Το ανώτατο όριο που μπορούν να αναπτυχθούν οι μικροοργανισμοί καθορίζεται από την ευαισθησία των κυτταρικών πρωτεϊνών τους στη θερμοκρασία, ενώ το κατώτατο όριο εξαρτάται από το σημείο καταψύξεως του νερού που περιέχει το κυτταρόπλασμα. Το σημείο αμέσως μετά την ανώτερη θερμοκρασία επιβίωσης ενός μικροοργανισμού λέγεται σημείο θερμικού θανάτου. Πέρα από το κατώτερο σημείο αναπτύξεως ενός

μικροοργανισμού δεν επέρχεται ο θάνατός του αλλά η αναστολή των λειτουργιών του, π.χ. πάρα πολλά μικροβιακά στελέχη στα εργαστήρια συντηρούνται σε βαθειά κατάψυξη (-75 °C) για να χρησιμοποιηθούν σε δεδομένη στιγμή.

Για κάθε είδος μικροοργανισμού υπάρχει η ελάχιστη θερμοκρασία αναπτύξεως, η μέγιστη και ανάμεσα σε αυτές η άριστη θερμοκρασία αναπτύξεως. Ανάλογα με το σημείο άριστης θερμοκρασίας υπάρχουν τρεις κατηγορίες μικροβίων, τα θερμοφιλα, τα μεσόφιλα και τα ψυχρόφιλα (Πίνακας 1).

Οι σπόροι των σπορογόνων βακτηρίων μπορεί να επιζήσουν σε πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες από το σημείο θερμοκού θανάτου των μικροβίων. Το σημείο θερμοκού θανάτου των παθογόνων βακτηρίων είναι μεταξύ 50-70 °C ενώ για τους σπόρους πολλές φορές το σημείο θερμοκού θανάτου τους είναι γύρω στους 120 °C (Σαρρής *et al.*, 2004).

Πίνακας 1: Όρια ελάχιστης, άριστης κα μέγιστης θερμοκρασίας των βλαστικών μορφών των βακτηρίων (Σαρρής *et al.*, 2004)

| Κατηγορία | Θερμοκρασία σε °C | | |
|-----------------------|-------------------|---------|---------|
| | Ελάχιστη | Άριστη | Μέγιστη |
| Θερμόφιλα | 40 – 45 | 45 - 60 | 60 - 70 |
| Μεσόφιλα | 10 – 15 | 30 - 40 | 40 - 45 |
| Ψυχρόφιλα αναγκαστικά | -5 - +5 | 15 - 18 | 19 - 22 |
| Ψυχρόφιλα προαιρετικά | -5 - +5 | 25 - 30 | 30 - 35 |

2.2.3 Διαθεσιμότητα οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα

Το οξυγόνο είναι ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία του κυττάρου και το μεγαλύτερο μέρος το προμηθεύεται από το νερό. Οι μικροοργανισμοί, ανάλογα με τις απαιτήσεις σε οξυγόνο, διακρίνονται σε:

α) Υποχρεωτικά αερόβιοι, όταν αντλούν τις ενεργειακές τους ανάγκες από την αερόβια αναπνοή στην οποία το μοριακό οξυγόνο λειτουργεί ως τελικός οξειδωτικός παράγοντας, δηλαδή ο τελικός δέκτης ηλεκτρονίων είναι το O₂.

β) Υποχρεωτικά αναερόβιοι, όταν αναπτύσσονται μόνο απουσία ελεύθερου οξυγόνου και αντλούν την ενέργειά τους από αντιδράσεις που δεν χρησιμοποιούν O_2 .

γ) Προαιρετικά αναερόβιοι, όταν μπορούν να καλλιεργηθούν τόσο σε αερόβιες όσο και σε αναερόβιες συνθήκες.

δ) Μικροαερόφιλοι, όταν αναπτύσσονται καλύτερα παρουσία οξυγόνου μειωμένης τάσης και συνήθως απαιτούν ατμόσφαιρα εμπλουτισμένη με CO_2 (Σαρρής *et al.*, 2004).

2.2.4 pH

Το pH είναι ένας δείκτης της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου στο περιβάλλον ενός μικροοργανισμού. Τα περισσότερα βακτήρια αναπτύσσονται καλύτερα σε σχεδόν ουδέτερο pH, που κυμαίνεται μεταξύ 6,5 και 7,5. Τα υποστρώματα που ανευρίσκονται στο εμπόριο συνήθως έχουν ήδη ρυθμισμένο το pH μέσα σε αυτά τα όρια, οπότε σπάνια απαιτείται έλεγχός του (Σαρρής *et al.*, 2004; Forbes *et al.*, 2002).

2.2.5 Υγρασία

Το νερό είναι ένα από τα πιο σημαντικά συστατικά, τόσο στα υγρά όσο και στα στερεά υποστρώματα. Παρόλα αυτά, όταν επωάζονται στις θερμοκρασίες που είναι απαραίτητες για τον καλλιέργεια των μικροοργανισμών, ένα σημαντικό μέρος του νερού χάνεται με την εξάτμιση. Αυτή η απώλεια νερού μπορεί να είναι επιβλαβής για την ανάπτυξη των βακτηρίων με δύο τρόπους: α) λιγότερο νερό είναι διαθέσιμο για το μεταβολισμό τους και β) με αυτήν την απώλεια νερού υπάρχει μια σχετική αύξηση στην συγκέντρωση των διαλυμένων συστατικών (Forbes *et al.*, 2002).

2.3 Μικροβιακή αλλοίωση των ψαριών

Τα αλιεύματα, και κυρίως οι ψάρια, είναι από τα πιο ευαλλοίωτα τρόφιμα. Σε σχέση με το κρέας αλλοιώνονται πιο εύκολα λόγω διαφορών στο pH και χαμηλότερων επιπέδων γλυκόζης. Το κρέας έχει ελαφρώς όξινο pH (περίπου 5,5) ενώ τα ψάρια φυσιολογικά έχουν pH 6,8 (Mossel *et al.*, 1995). Τα ψάρια χαρακτηρίζονται ως αλλοιωμένα όταν θεωρούνται μη αποδεκτά από τους καταναλωτές με βάση τα

οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά που δεν είναι αποδεκτά σε ένα αλλοιωμένο τρόφιμο αφορούν την εμφάνιση, τη γεύση και την οσμή. Οι μεταβολές στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των ιχθύων οφείλονται σε ενδογενή ή σε μικροβιακή ενζυματική δραστηριότητα ή σε λοιπές χημικές αντιδράσεις. Ένα τρόφιμο χαρακτηρίζεται ως αλλοιωμένο από τους καταναλωτές με βάση υποκειμενικά κριτήρια, που μπορεί να επηρεάζονται από κοινωνικές και οικονομικές εκτιμήσεις και από το υπόβαθρο των ατόμων, καθώς και από την οξύτητα των αισθήσεών τους και την ένταση της μεταβολής. Παρόλα αυτά, όταν η αλλοίωση εξελίσσεται, οι περισσότεροι καταναλωτές θα συμφωνήσουν ότι ο έντονος αποχρωματισμός, η δυσσομία και η ανάπτυξη βλέννας συνιστούν αλλοίωση του τροφίμου (Nychas *et al.*, 2007).

Οι μεταβολές που συμβαίνουν στο τρόφιμο σχετίζονται με τη μικροβιακή δραστηριότητα, το είδος του ιστού (π.χ. υψηλό ή χαμηλό pH των μυών, ενζυματική δραστηριότητα, κ.λπ.), τη σύσταση του προϊόντος (π.χ. περιεκτικότητα σε σάκχαρα, λιπίδια, κ.λπ.) και το περιβάλλον συντήρησης (π.χ. θερμοκρασία, αναλογία αερίων στους περιέκτες, κ.λπ.) (Nychas *et al.*, 2007).

Στα βράγχια, στον πεπτικό σωλήνα και στο δέρμα των ψαριών υπάρχουν διάφορα είδη μικροοργανισμών με πληθυσμούς που ποικίλουν ανάλογα με την εντόπιση. Για παράδειγμα, σύμφωνα με τον Yagoub (2009), στα βράγχια ψαριών του είδους *Tilapia nilotica* το ολικό βακτηριακό φορτίο κυμαίνεται από $3,00 \times 10^6$ - $7,00 \times 10^9$ cfu/ml, στο έντερο από $1,50 \times 10^5$ - $1,60 \times 10^8$ cfu/ml και στο δέρμα από $3,00 \times 10^7$ - $4,00 \times 10^9$ cfu/ml.

Αντίθετα, στη σάρκα των υγιών ζωντανών ψαριών τα βακτήρια είναι απόντα, μη ανιχνεύσιμα ή σε εξαιρετικά χαμηλούς πληθυσμούς (Nychas *et al.*, 2007). Οι πληθυσμοί της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (Ο.Μ.Χ.) στη σάρκα της νωπής τσιπούρας ιχθυοτροφείου βρέθηκαν να είναι $3,22 \pm 0,442$ (log₁₀ cfu/g), ενώ αυτοί των οξυγαλακτικών βακτηρίων $2,76 \pm 0,49$ (log₁₀ cfu/g) (Βασιλειάδου, 2006). Μετά τη θανάτωσή τους, η σάρκα μπορεί να υποστεί ταχεία μικροβιακή σήψη, η οποία οφείλεται στην καταστροφή των έμφυτων προστατευτικών φραγμών (δέρμα, λέπια) και των φυσικών αντιμικροβιακών μηχανισμών άμυνας και εξαρτάται από ορισμένες εξωτερικές παραμέτρους (θερμοκρασία, συσκευασία, μέθοδος επεξεργασίας, κ.ά.).

Το δέρμα και η σάρκα μπορεί να επιμολυνθούν από Gram-θετικά (*Bacillus*, *Corynebacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Microbacterium*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*) και Gram-αρνητικά βακτήρια (*Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Alteromonas*, *Chromobacterium*, *Enterobacter*, *Flavobacterium*, *Halobacterium*, *Moraxella*, *Morganella*, *Photobacterium*, *Pseudomonas*) (Nychas *et al.*, 2007). Από τα ψυχρότροφα βακτήρια, τα πιο συνήθη είναι τα: *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Schewanella*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Photobacterium* και *Aeromonas* (Liston, 1980; Schewan, 1962, 1977).

Υπάρχουν δύο κυρίως ομάδες βακτηρίων που επιμολύνουν τα ψάρια. Στη μία ανήκουν βακτήρια που βρίσκονται φυσιολογικά στο νερό (αυτόχθονη μικροχλωρίδα), ενώ στην άλλη ανήκουν βακτήρια που εισέρχονται στο περιβάλλον μέσω των αστικών και των βιομηχανικών λυμάτων. Τα αυτόχθονα βακτήρια που μπορεί να απειλήσουν τη δημόσια υγεία είναι τα: *Aeromonas hydrophila*, *Clostridium botulinum*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio vulnificus* και *Listeria monocytogenes* (WHO). Στην άλλη ομάδα περιλαμβάνονται μέλη της οικογένειας των Enterobacteriaceae (*Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Escherichia coli*) ενώ λοιπά είδη που μπορούν να προκαλέσουν ασθένεια στον άνθρωπο και απομονώνονται περιστασιακά από τα ψάρια, είναι τα *Edwardsiella tarda*, *Plesiomonas shigelloides* και *Yersinia enterocolitica*.

Η μικροχλωρίδα των ψαριών, τα οποία είναι ποικιλόθερμοι οργανισμοί, επηρεάζεται κυρίως από τη θερμοκρασία του νερού και από τη μικροχλωρίδα που υπάρχει στο βυθό στην περιοχή από όπου αλιεύθηκαν. Τα ψάρια που αλιεύονται με δίχτυα έχουν υψηλό μικροβιακό φορτίο, καθώς τα δίχτυα σύρονται στο βυθό όπου υπάρχει αυξημένος αριθμός μικροοργανισμών. Επιπρόσθετα, ο αριθμός και το είδος αυτών εξαρτώνται από το είδος των ψαριών, το βιότοπο, την εποχή του έτους που αλιεύονται, τη θερμοκρασία του νερού, την ποσότητα και την προέλευση της τροφής, τη μέθοδο αλίευσης και την περιεκτικότητα του θαλασσινού νερού σε χλωριούχο νάτριο (Αμπραχίμ, 2006).

Τα βακτήρια που αποτελούν μέρος της μικροχλωρίδας του νερού στα νωπά ψάρια βρίσκονται σε μικρούς σχετικά αριθμούς και εφόσον τα ψάρια συντηρηθούν σωστά και υποστούν την κατάλληλη θερμική επεξεργασία, δεν θέτουν σημαντικό κίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου. Κατά την αποθήκευση των ψαριών, τα συνήθη

βακτήρια που προκαλούν μικροβιακή αλλοίωση αυξάνονται ταχύτερα σε σχέση με τα παθογόνα βακτήρια, επομένως τα ψάρια θα αλλοιωθούν και οι καταναλωτές δεν θα τα καταναλώσουν προτού αναπτυχθούν τα παθογόνα σε επίπεδα που μπορούν να δημιουργήσουν πρόβλημα για την υγεία τους. Ο κίνδυνος από αυτά τα παθογόνα βακτήρια μπορεί να ελεγχθεί μέσω της διατήρησης υπό ψύξη, μέσω της εφαρμογής επαρκούς θερμικής επεξεργασίας, και της αποφυγής διασταυρούμενων μολύνσεων (Huss, 1995).

Οι επιμολύνσεις των ψαριών προέρχονται από τις επιφάνειες του πλοίου, τους χειρισμούς που υφίστανται από τα εργαλεία και από τις διάφορες επιφάνειες, τα κιβώτια στα οποία τοποθετούνται, τα τρίμματα του πάγου, το νερό που χρησιμοποιείται για το ράντισμα ή για την επεξεργασία τους, το αλάτι, το προσωπικό, τα υλικά συσκευασίας και άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες (Αμπραχίμ, 2006).

2.4 Μέθοδοι για την εκτίμηση της ποιότητας των ψαριών

Η εκτίμηση της ποιότητας των ψαριών μπορεί να γίνει με εξέταση με τις αισθήσεις και με εργαστηριακές μεθόδους. Εφόσον ο καταναλωτής είναι αυτός που εν τέλει θα κρίνει την ποιότητα, θα πρέπει να έχει προηγηθεί εκτίμηση της ποιότητας με τις αισθήσεις, προτού χρησιμοποιηθούν οι περισσότερες χημικές ή εργαστηριακές μέθοδοι. Παρόλα αυτά, η εξέταση με τις αισθήσεις πρέπει να πραγματοποιηθεί με επιστημονικό τρόπο και κάτω από αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι επιδράσεις του περιβάλλοντος, των προσωπικών προκαταλήψεων, κ.λπ.

α) Η εξέταση με τις αισθήσεις χρησιμοποιείται για να προκαλέσει, να μετρήσει, να αναλύσει και να ερμηνεύσει μεταβολές σε χαρακτηριστικά των τροφίμων που γίνονται αντιληπτά μέσω της όρασης, της όσφρησης, της γεύσης, της αφής και της ακοής. Αν και τα περισσότερα από αυτά τα χαρακτηριστικά μπορούν να μετρηθούν επαρκώς μόνο από τον άνθρωπο, γίνονται προσπάθειες ώστε να κατασκευαστούν όργανα που να μπορούν να μετρήσουν αλλαγές στην ποιότητα.

β) Οι βιοχημικές/χημικές μέθοδοι είναι χρήσιμες στην εξέταση προϊόντων των οποίων η ποιότητα είναι αμφίβολη, καθώς με τις αισθήσεις ανιχνεύονται συνήθως

προϊόντα πολύ καλής ή πολύ κακής ποιότητας. Επιπρόσθετα, οι βιοχημικές/χημικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται για να αντικαταστήσουν τις πιο χρονοβόρες μικροβιολογικές εξετάσεις. Είναι ωστόσο βασικό η συγκέντρωση των χημικών ενώσεων που μετρώνται να αυξάνεται ή να μειώνεται ανάλογα με το βαθμό της μικροβιακής αλλοίωσης ή της αυτόλυσης. Οι ενώσεις που μετρώνται συνηθέστερα είναι: η τριμεθυλαμίνη, η διμεθυλαμίνη, η αμμωνία, λοιπές βασικές πτητικές αζωτούχες ενώσεις που σχετίζονται με την αλλοίωση των αλιευμάτων και η αιθανόλη. Επίσης, μετράται η οξειδωτική τάγγιση μέσω του προσδιορισμού των υδροπεροξειδικών λιπιδίων.

γ) Οι φυσικές μέθοδοι περιλαμβάνουν τη μέτρηση των ηλεκτρικών ιδιοτήτων του δέρματος και των μεταβολών στους ιστούς μετά το θάνατο, τη μέτρηση του pH, του δυναμικού οξειδοαναγωγής (Eh) και της υφής.

δ) Ο σκοπός των μικροβιολογικών εξετάσεων των αλιευμάτων είναι να γίνει μια εκτίμηση της πιθανής παρουσίας βακτηρίων ή μικροοργανισμών με σημασία για τη δημόσια υγεία και της υγιεινής κατάστασης των ψαριών, συμπεριλαμβανόμενης της θερμικής καταπόνησης και των συνθηκών που επικρατούν κατά τη διάρκεια των χειρισμών και της επεξεργασίας τους. Ο αριθμός των βακτηρίων μπορεί να σχετιστεί με τον εναπομείναντα χρόνο συντήρησης (<http>¹⁵).

2.5 Μικροβιολογικά κριτήρια

Τα μικροβιολογικά κριτήρια χρησιμοποιούνται για να διαχωρίσουν αποδεκτά από μη αποδεκτά προϊόντα ή αποδεκτές από μη αποδεκτές πρακτικές επεξεργασίας και χειρισμών. Ο αριθμός και το είδος των μικροοργανισμών που βρίσκονται σε ένα τρόφιμο μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να κρίνουν τη μικροβιολογική ασφάλεια και την ποιότητα αυτού του προϊόντος. Η ασφάλεια προσδιορίζεται από την παρουσία ή την απουσία παθογόνων μικροοργανισμών ή των τοξινών τους, τον αριθμό των παθογόνων και τον αναμενόμενο έλεγχο ή καταστροφή αυτών των παραγόντων. Τα επίπεδα των αλλοιογόνων μικροοργανισμών αντανακλούν τη μικροβιολογική ποιότητα ενός τροφίμου καθώς και την αποτελεσματικότητα των μέτρων που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο ή την καταστροφή τέτοιων μικροοργανισμών.

Ένα μικροβιολογικό κριτήριο θα ορίσει αν ένα είδος μικροοργανισμού, μια ομάδα μικροοργανισμών ή μια τοξίνη που παράγεται από κάποιο μικροοργανισμό πρέπει να μην υπάρχει καθόλου, να υπάρχει μόνο σε περιορισμένο αριθμό δειγμάτων ή να υπάρχει μόνο σε συγκεκριμένο αριθμό ή ποσότητα σε μια ορισμένη ποσότητα τροφίμου ή συστατικού τροφίμου.

Μικροοργανισμοί-δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αξιολογήσουν τη μικροβιολογική ποιότητα ή των ασφάλεια ενός τροφίμου. Για να χρησιμοποιηθούν οι μικροοργανισμοί-δείκτες για την αξιολόγηση της μικροβιολογικής ποιότητας ενός τροφίμου απαιτείται μια θετική συσχέτιση μεταξύ της ύπαρξης του μικροοργανισμού-δείκτη και της πιθανότητας της παρουσίας ενός παθογόνου μικροοργανισμού ή μιας τοξίνης. Για παράδειγμα, η ύπαρξη *E. coli* σε πόσιμο νερό, αποτελεί ένδειξη πιθανής περιττωματικής μόλυνσης και ως εκ τούτου ενδεχόμενης παρουσίας εντερικών παθογόνων.

Συγκεκριμένα τα μικροβιολογικά κριτήρια χρησιμοποιούνται για να αξιολογήσουν τα εξής: α) την ασφάλεια του τροφίμου, β) την εφαρμογή κανόνων ορθής πρακτικής κατά την παραγωγή, γ) το χρόνο συντήρησης ορισμένων τροφίμων που αλλοιώνονται εύκολα και δ) τη χρησιμότητα (καταλληλότητα) ενός τροφίμου ή συστατικού για κάποιο συγκεκριμένα σκοπό.

Όταν εφαρμόζονται σωστά, τα μικροβιολογικά κριτήρια αποτελούν ένα χρήσιμο μέσο για τη διασφάλιση της ασφάλειας και της ποιότητας των τροφίμων, το οποίο με τη σειρά του αυξάνει την εμπιστοσύνη των καταναλωτών. Επίσης, παρέχουν κατευθυντήριες γραμμές στη βιομηχανία τροφίμων και στις αρμόδιες αρχές και αποτελούν βασικό στοιχείο οποιουδήποτε κρίσιμου σημείου ελέγχου που ενέχει μικροβιολογικό κίνδυνο στα συστήματα HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points). Ακόμη, η θέσπιση κριτηρίων που είναι παγκόσμια αποδεκτά μπορούν να προάγουν την ελεύθερη διακίνηση μέσω της τυποποίησης των απαιτήσεων για την ασφάλεια/ποιότητα των προϊόντων.

Τα μικροβιολογικά κριτήρια πρέπει να καθορίζονται και να εφαρμόζονται μόνο όταν υπάρχει ανάγκη και όταν μπορεί να αποδειχτεί ότι είναι αποτελεσματικά και πρακτικά στην εφαρμογή τους. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για τη θέσπισή τους, όπως είναι:

- επιδημιολογικά στοιχεία ή ανάλυση επικινδυνότητας που να αποδεικνύουν την ύπαρξη κάποιου κινδύνου για τη δημόσια υγεία
- η φύση της φυσιολογικής μικροχλωρίδας του τροφίμου και η ικανότητα του τροφίμου να υποστηρίξει την μικροβιακή ανάπτυξη
- η επίδραση της επεξεργασίας του τροφίμου στη μικροχλωρίδα του
- το ενδεχόμενο μικροβιακής επιμόλυνσης ή/και ανάπτυξης κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, των χειρισμών, της αποθήκευσης και της διανομής
- η ομάδα των καταναλωτών που βρίσκονται σε κίνδυνο
- η κατάσταση στην οποία βρίσκεται το τρόφιμο κατά την διανομή του
- το ενδεχόμενο της κατάχρησης στο επίπεδο του καταναλωτή
- το ενδεχόμενο αλλοίωσης, η χρησιμότητα και οι κανόνες ορθής πρακτικής
- ο τρόπος με τον οποίο το τρόφιμο προετοιμάζεται για την τελική κατανάλωση
- η αξιοπιστία των μεθόδων που είναι διαθέσιμες για την ανίχνευση ή/και την απαρίθμηση των σχετικών μικροοργανισμών και των τοξινών
- τα μειονεκτήματα/πλεονεκτήματα με την εφαρμογή των κριτηρίων

Επιπλέον, τα μικροβιολογικά κριτήρια πρέπει να περιλαμβάνουν όρια για τους μικροοργανισμούς. Τα μικροβιολογικά όρια αντιπροσωπεύουν τα επίπεδα πάνω από τα οποία απαιτείται να γίνει κάποια ενέργεια.

Ο χρόνος συντήρησης ενός τροφίμου που αλλοιώνεται εύκολα συχνά καθορίζεται από τον αρχικό αριθμό των μικροοργανισμών. Ως γενικός κανόνας, ένα τρόφιμο που περιέχει μεγάλο πληθυσμό από αλλοιογόνα μικρόβια θα έχει μικρότερο χρόνο συντήρησης από ένα τρόφιμο που περιέχει μικρότερο αριθμό των ίδιων μικροβίων. Παρόλα αυτά, η σχέση μεταξύ του πληθυσμού των μικροοργανισμών και του χρόνου συντήρησης δεν είναι απόλυτη. Κάποια είδη μικροοργανισμών ασκούν μεγαλύτερη επίδραση από κάποια άλλα στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τροφίμων εξαιτίας της παρουσίας διαφορετικών ενζύμων που δρουν στα συστατικά τους. Η μεταβολή των ποιοτικών χαρακτηριστικών των τροφίμων, εκτός από τους μικροοργανισμούς, εξαρτάται και από το ίδιο το τρόφιμο καθώς και από τις συνθήκες αποθήκευσης, όπως είναι η θερμοκρασία και τα αέρια της ατμόσφαιρας που το περιβάλλουν. Όλες αυτές οι παράμετροι πρέπει να ληφθούν υπόψη όταν καθορίζονται τα όρια για τα μικροβιολογικά κριτήρια που

χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν την ποιότητα των προϊόντων και το χρόνο συντήρησης.

Η μικροβιολογική κατάσταση των τροφίμων εξαρτάται και από τις συνθήκες κάτω από τις οποίες παράγονται και αποθηκεύονται. Το τελικό προϊόν μπορεί να έχει μεγαλύτερο πληθυσμό βακτηρίων αν χρησιμοποιούνται υλικά κατώτερης ποιότητας, αν υφίστανται ακατάλληλους χειρισμούς ή αν οι συνθήκες είναι ανθυγιεινές. Παρόλα αυτά, χαμηλοί πληθυσμοί βακτηρίων στο τελικό προϊόν δεν σημαίνει απαραίτητα ότι εφαρμόστηκαν οι αρχές ορθής πρακτικής κατά την παραγωγή του. Μπορεί αυτές να μην εφαρμόστηκαν αλλά ο πληθυσμός των βακτηρίων να ελαττώθηκε λόγω θερμικής επεξεργασίας, ζύμωσης, ψύξης ή κατάψυξης. Επιπλέον, ορισμένα τρόφιμα μπορεί να έχουν αυξημένους πληθυσμούς μικροοργανισμών, ακόμα και αν παρήχθησαν κάτω από τις καλύτερες συνθήκες, λόγω της ανάπτυξης ψυχρότροφων βακτηρίων κατά την ψύξη.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, ο βακτηριακός πληθυσμός ενός τροφίμου μπορεί να εκτιμηθεί και μέσω της εξέτασης των προϊόντων του μεταβολισμού που παράγουν οι μικροοργανισμοί που είναι παρόντες στο τρόφιμο.

Η καθιέρωση και η εφαρμογή μικροβιολογικών κριτηρίων στα τρόφιμα θα συνεχίσει να εξελίσσεται, καθώς αναδύονται νέοι παθογόνοι μικροοργανισμοί και αναπτύσσονται νέες τεχνολογίες παρασκευής για την παραγωγής προϊόντων. Τα κριτήρια παρέχουν ένα μέσο για τον καθορισμό της αποτελεσματικότητας των μέτρων ελέγχου που χρησιμοποιούνται για την εξάλειψη, τη μείωση ή τον έλεγχο της παρουσίας, της επιβίωσης και της ανάπτυξης των μικροοργανισμών (Pierson *et al*, 2007).

2.6 Δειγματοληψία

Ο αριθμός, το μέγεθος και η φύση των δειγμάτων που λαμβάνονται για ανάλυση επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τα αποτελέσματα. Σε μερικές περιπτώσεις, είναι πιθανό το δείγμα προς εξέταση να είναι τελείως αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού από τον οποίο λήφθηκε. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για υγρά, όπως το γάλα και το νερό, τα οποία μπορούν να ομογενοποιηθούν επαρκώς. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο σε περίπτωση παρτίδων τροφίμων, οι οποίες αποτελούνται από μονάδες με μεγάλη διαφορά στην μικροβιολογική ποιότητα. Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη πριν το πλάνο δειγματοληψίας περιλαμβάνουν:

- α) το σκοπό της εξέτασης,
- β) τη φύση του προϊόντος και της παρτίδας που θα εξεταστεί και
- γ) τη φύση της τεχνικής ανάλυσης.

Ορισμένες μικροβιολογικές εξετάσεις χρησιμοποιούνται από τις βιομηχανίες και από τις αρμόδιες αρχές, όσον αφορά τα ψάρια και τα προϊόντα από ψάρια, ώστε να ελεγχθεί αν η μικροβιολογική τους κατάσταση είναι ικανοποιητική. Ο σκοπός των εξετάσεων αυτών είναι να ανιχνευθούν παθογόνα βακτήρια (*Salmonella*, *V. parahaemolyticus*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli*), μικροοργανισμοί που είναι ενδεικτικοί περιπτωματικής μόλυνσης (*E. coli*), άλλες επιμολύνσεις ή κακές συνθήκες κατά την επεξεργασία τους (κολοβακτηριοειδή, κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι, ολική μεσόφιλη χλωρίδα) (<http>¹⁶).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΟΥΜΕΝΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

3.1 Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα

Η Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα (Ο.Μ.Χ.) αποτελεί δείκτη της μικροβιολογικής κατάστασης ενός τροφίμου. Η Ο.Μ.Χ. δεν αποτελεί μια μέτρηση του συνολικού βακτηριακού πληθυσμού, αλλά μια μέτρηση του κλάσματος της μικροχλωρίδας που είναι ικανή να παράγει αποικίες στο υπόστρωμα που χρησιμοποιείται κατά την επώαση. Η θερμοκρασία που υπάρχει κατά την επώαση επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τον αριθμό των αποικιών που θα αναπτυχθούν από το ίδιο δείγμα. Για παράδειγμα, η Ο.Μ.Χ. μπορεί να ποικίλει κατά έναν παράγοντα από 10-100 όταν εξετάζονται κατεψυγμένα ψάρια και τα τριβλία επωάζονται στους 20 °C και στους 37 °C αντίστοιχα ([http¹⁶](http)). Μεταβάλλοντας το περιβάλλον της επώασης ή το υπόστρωμα που χρησιμοποιείται, μπορεί να γίνει ανίχνευση διαφορετικών ειδών μικροοργανισμών, όπως αναερόβιοι, μεσόφιλοι, ψυχρόφιλοι, θερμόφιλοι, πρωτεολυτικοί, λιπολυτικοί, κ.λ.π (Pierson *et al*, 2007).

Επίσης, η Ο.Μ.Χ. δεν μπορεί να διαχωρίσει μεταξύ των ειδών των βακτηρίων και μπορεί να βρεθούν παρόμοια επίπεδα Ο.Μ.Χ., παρόλο που η βιοχημική δραστηριότητα των βακτηρίων μπορεί να ποικίλει σημαντικά στο τρόφιμο. Ακόμη, υψηλοί πληθυσμοί ως αποτέλεσμα μικροβιακής ανάπτυξης είναι πολύ πιο πιθανό να προκαλέσουν αλλοιώσεις στα τρόφιμα, από παρόμοια επίπεδα που προέρχονται από πρόσφατες επιμολύνσεις.

Η Ο.Μ.Χ. δεν έχει νόημα ως δείκτης σε αλιεύματα που έχουν υποστεί κάποια επεξεργασία (π.χ. NaCl < 6% (w/w) σε υγρή φάση, pH > 5.0), όπως είναι τα αλατισμένα, τα μαριναρισμένα και τα καπνιστά ψάρια, καθώς και σε ημι-συντηρημένα αλιεύματα (π.χ. NaCl > 6% (w/w) σε υγρή φάση ή pH < 5.0, μπορεί να έχει γίνει προσθήκη συντηρητικών (σορβικό, βενζοϊκό, NO₂), όπως είναι τα αλατισμένα ή/και μαριναρισμένα ψάρια και το χαβιάρι, και τα οποία καταναλώνονται χωρίς μαγείρεμα. Αυτό συμβαίνει γιατί σε αυτά τα προϊόντα μπορεί να αναπτυχθεί φυσιολογικά ένας μεγάλος αριθμός μη αλλοιογόνων οξυγαλακτικών βακτηρίων. Επίσης, η Ο.Μ.Χ. έχει αμφίβολη αξία σε κατεψυγμένα ψάρια, καθώς μπορεί να έχουν σκοτωθεί βακτήρια κατά τη διάρκεια της κατάψυξης.

Ένας πολύ χαμηλός αριθμός μπορεί συνεπώς να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα σχετικά με την κατάσταση υγιεινής του προϊόντος.

Η απαρίθμηση της Ο.Μ.Χ. μπορεί να είναι χρήσιμη στην εκτίμηση της κατάστασης του ωμού προϊόντος, της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών (π.χ. θερμική επεξεργασία) και της κατάστασης υγιεινής κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, του εξοπλισμού και των παραμέτρων του χρόνου σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία κατά τη συντήρηση και τη διανομή. Παρόλα αυτά, προκειμένου τα αποτελέσματα να είναι χρήσιμα και να γίνει σωστή ερμηνεία τους πρέπει να υπάρχει επαρκής γνώση των χειρισμών και των συνθηκών επεξεργασίας πριν τη δειγματοληψία (<http>¹⁷).

Η κυρίαρχη μικροχλωρίδα στα νωπά ψάρια περιλαμβάνει τα γένη *Acinetobacter*, *Aerobacter*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Altermonas*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium*, *Listeria*, *Micrococcus*, *Moraxella*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus*, *Vibrio* (Πανέτσος 1978, Αρβανιτογιάννης και συν., 2001).

3.2 Ψυχρόφιλοι Μικροοργανισμοί

Οι μορφές ζωής που ζουν συνεχώς σε κρύο περιβάλλον έχουν αναπτύξει φυσιολογικούς και βιοχημικούς μηχανισμούς ώστε να βελτιστοποιήσουν τη δραστηριότητά τους σε χαμηλές θερμοκρασίες. Στους οργανισμούς που έχουν προσαρμοστεί στο κρύο περιλαμβάνονται βακτήρια, απλοί ή σύνθετοι ευκαρυωτικοί οργανισμοί (από άλγη έως ψάρια) (Bowman, 2001).

Απαντώνται σε εύκρατες έως και πολικές περιοχές, στην ξηρά και στο νερό, πάνω ή μέσα σε διάφορα φυτά ή ζώα και σε τρόφιμα. Τα ψυχρόφιλα βακτήρια μπορεί να είναι βάκιλλοι, κόκκοι ή δονάκια, gram-θετικά ή gram-αρνητικά, σπορογόνα ή μη σπορογόνα, και αερόβια, προαιρετικά αερόβια ή αναερόβια. Το κοινό χαρακτηριστικό όλων είναι ότι μπορούν να αναπτυχθούν σε θερμοκρασίες από 0 °C και μικρότερες, σε αντίθεση με την ελάχιστη θερμοκρασία ανάπτυξης των μεσόφιλων που είναι οι 10 °C (Stokes & Redmond, 1966).

Πρόκειται για μεγάλη ομάδα μικροοργανισμών (*Listeria*, *Pseudomonas*, *Shewanella* κ.ά.) που έχουν μεγάλη σημασία στη μικροβιολογία και στην ασφάλεια των τροφίμων, αφού οι περισσότεροι από αυτούς μπορούν να προκαλέσουν αλλοιώσεις στα τρόφιμα, ενώ κάποιοι είναι παθογόνοι για τη δημόσια υγεία. Όταν προσβάλλουν τον άνθρωπο μπορεί να προκαλέσουν από ήπιες έως πολύ σοβαρές λοιμώξεις, ενώ η παρουσία τους χρησιμοποιείται από πολλούς ερευνητές ως μικροβιακός δείκτης (Βασιλειάδου, 2003).

Listeria spp.

Υπάρχουν έξι είδη που ανήκουν στο γένος *Listeria*: *L. grayi*, *L. innocua*, *L. ivanovii*, *L. monocytogenes*, *L. seeligeri* και *L. welshimeri*. Από αυτά, μόνο η *L. monocytogenes* είναι παθογόνα για τον άνθρωπο και αποτελεί απειλή για τη δημόσια υγεία, ενώ η *L. ivanovii* είναι κυρίως παθογόνα για τα ζώα.

Τα τελευταία 30 χρόνια η λιστερίωση αποτελεί ένα αναδυόμενο τροφιμογενές νόσημα με όλο και περισσότερα περιστατικά να καταγράφονται κάθε χρόνο. Πρόκειται για μια σημαντική ασθένεια λόγω της σοβαρότητας των συμπτωμάτων στον άνθρωπο (μηνιγγίτιδα, σηψαιμία και αποβολές), της υψηλής θνησιμότητας (περίπου του 20-30% των περιστατικών), του μεγάλου χρόνου επώασης και της ευπάθειας των ατόμων με υποκείμενο νόσημα που οδηγεί σε βλάβη των Τ-λεμφοκυττάρων. Η *Listeria monocytogenes* διαφέρει από τα υπόλοιπα τροφιμογενή παθογόνα στο ό,τι είναι ευρέως διαδομένη, ανθεκτική σε ποικίλες περιβαλλοντικές συνθήκες (συμπεριλαμβανομένου του χαμηλού pH και της υψηλής συγκέντρωσης NaCl), είναι μικροαερόφιλη και ψυχρότροφη.

Η *L. monocytogenes* μπορεί να πολλαπλασιαστεί σε ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών (0 - 45 °C), με βέλτιστες θερμοκρασίες τους 30-37 °C., έχοντας μικρότερο ρυθμό ανάπτυξης στις χαμηλότερες θερμοκρασίες. Όταν η θερμοκρασία είναι μικρότερη από τους 0 °C, το βακτήριο διατηρείται ή μερικώς απενεργοποιείται. Απενεργοποίηση του βακτηρίου επιτυγχάνεται και με έκθεσή του σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από τους 50 °C. Το εύρος του pH στο οποίο μπορεί να αναπτυχθεί η *L. monocytogenes* κυμαίνεται από 5,6 έως 9,6, αν και εργαστηριακά έχει επιτευχθεί ανάπτυξή της σε pH 4,4.

Υπάρχουν ορισμένα τρόφιμα τα οποία είναι πιο πιθανό να επιμολυνθούν με το βακτήριο. Αυτά συντηρούνται συνήθως υπό ψύξη και προσφέρουν το κατάλληλο

περιβάλλον για τον πολλαπλασιασμό της *L. monocytogenes* κατά την παραγωγή, την ωρίμανση, τη μεταφορά και την αποθήκευσή τους. Σε αυτά περιλαμβάνονται το απαστερίωτο γάλα και τα απαστερίωτα υποπροϊόντα του, τα μαλακά τυριά που δεν έχουν υποστεί ωρίμανση, τα λουκάνικα Φρανκφούρτης, κάποια ιδιαίτερα προϊόντα με βάση το κρέας, το κρέας των πουλερικών και ορισμένα αλιεύματα.

Όσον αφορά τα αλιεύματα, αυτά που είναι πιο επικίνδυνα στο να φέρουν τον μικροοργανισμό είναι τα ακόλουθα:

- α) τα οστρακοειδή, στα οποία περιλαμβάνονται νωπά ή κατεψυγμένα μύδια, αχιβάδες και στρείδια,
- β) τα νωπά ψάρια,
- γ) τα ελαφρώς συντηρημένα προϊόντα ψαριών, στα οποία περιλαμβάνονται τα αλατισμένα, μαριναρισμένα, καπνιστά, κ.λπ. και
- δ) τα προϊόντα ψαριών και τα καρκινοειδή που έχουν υποστεί ήπια–θερμική επεξεργασία (Swaminathan et al., 2007).

Η *Listeria* spp. είναι καταλάση θετική, gram θετικός βάκιλλος ή κοκκοβάκιλλος και δεν σχηματίζει σπόρους. Είναι αερόβια, μικρή σε μέγεθος (0,4-0,5 μm επί 0,5-2 μm) και απαντάται μονήρης ή σε μικρές αλύσους (Swaminathan et al., 2007).

Pseudomonas spp.

Τα κοινά χαρακτηριστικά του γένους *Pseudomonas* είναι τα εξής:

- ✓ Gram-αρνητικός βάκιλλος (ευθύς, ασπορογόνος, 0,5-1,0 x 1,5-4,0 μm)
- ✓ κινητός λόγω πολικού μαστιγίου
- ✓ οξειδάση-θετικός (εκτός του είδους *P. syringae*)
- ✓ καταλάση-θετικός
- ✓ μεταβολίζει τα νιτρικά σε νιτρώδη ή σε μοριακό άζωτο
- ✓ παράγει χρωστικές
- ✓ ινδύλη-αρνητικός

Η *Pseudomonas aeruginosa* είναι ευκαιριακά παθογόνα για τον άνθρωπο, προσβάλλοντας συχνότερα ανοσοκατεσταλμένους ασθενείς, όπως ασθενείς με κυστική ίνωση ή AIDS. Σπάνια, ακόμα και μη παθογόνα είδη μπορεί να αποτελέσουν πρόβλημα ενδονοσοκομειακά, εξαιτίας της αιμολυτικής τους δράσης.

Η *Pseudomonas* μπορεί να προκαλέσει αλλοίωση των ψαριών όταν αυτά συντηρούνται σε άσχημες συνθήκες. Από τις ψευδομονάδες μόνο η *P. putrefaciens* προκαλεί αλλοιώσεις σε ψάρια θαλασσινού κρύου νερού που συντηρούνται στον πάγο, ενώ η *P. phosphoreum* προκαλεί αλλοιώσεις σε ψάρια που συντηρούνται σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας. Έγινε ανίχνευση του μικροοργανισμού στο 62% των δειγμάτων από ψάρια θαλασσινού νερού, ενώ παρατηρήθηκαν και διακυμάνσεις ανάλογα με την εποχή του έτους (υψηλότερη συγκέντρωση το φθινόπωρο και μικρότερη το καλοκαίρι) (Aberoumand, 2010).

Σύμφωνα με έρευνα των Τρυφινουρού et al. (2002), στην τσιπούρα ανιχνεύονται 106 στελέχη. Το κυρίαρχο είδος είναι η *Pseudomonas lundensis*, ακολουθούμενο από την *Pseudomonas fluorescens*, ενώ η *Pseudomonas fragi* και η *Pseudomonas putida* ανιχνεύονται λιγότερο συχνά.

3.3 *Enterobacteriaceae*

Η οικογένεια των Εντεροβακτηριοειδών περιλαμβάνει πολλά είδη Gram-αρνητικών βακίλλων.

Οι δύο κύριες ομάδες στις οποίες ανήκουν είναι:

α) Βακτήρια τα οποία είτε αποικίζουν φυσιολογικά το γαστρεντερικό σωλήνα του ανθρώπου ή σχετίζονται με λοιμώξεις στον άνθρωπο. Ενώ πολλά εντεροβακτηριοειδή αποτελούν φυσιολογική μικροχλωρίδα του εντέρου, υπάρχουν ορισμένες εξαιρέσεις, όπως είναι ο βάκιλλος της πανώλης (*Yersinia pestis*).

β) Βακτήρια τα οποία μπορεί να αποικίσουν τον άνθρωπο αλλά σπάνια σχετίζονται με λοιμώξεις, και που είτε βρίσκονται ως αποικιστές στο περιβάλλον είτε σε άλλα ζώα (Forbes et al., 2002).

Μόνο 10 είδη είναι υπεύθυνα για την πλειονότητα των κλινικών λοιμώξεων στον άνθρωπο. Αυτά περιλαμβάνουν τα γένη *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Citrobacter*, *Serratia*, *Salmonella*, *Shigella* και *Yersinia*. Ορισμένα στελέχη αποικίζουν το γαστρεντερικό σωλήνα του ανθρώπου, αλλά μπορεί να προκαλέσουν τόσο ενδογαστρεντερικές όσο και εξωγαστρεντερικές λοιμώξεις. Οι πιο συχνές εξωγαστρεντερικές λοιμώξεις αφορούν αυτές του ουροποιητικού και του αναπνευστικού συστήματος, μολύνσεις τραυμάτων και αιματογενείς λοιμώξεις. Γαστρεντερικές λοιμώξεις προκαλούν τέσσερα κυρίως είδη: η *Salmonella*, η

Escherichia, η *Shigella* και η *Yersinia*. Διάρροια προκαλεί και το είδος *Plesiomonas* (de la Maza et al., 2004).

Τα τρόφιμα μπορεί να επιμολυνθούν με χαμηλούς αριθμούς κάποιων μεσόφιλων ειδών εντεροβακτηριοειδών, καθώς αυτά είναι ευρέως διαδεδομένα στο περιβάλλον. Επίσης, ψυχρότροφα είδη μπορούν να πολλαπλασιαστούν σε τρόφιμα που βρίσκονται υπό ψύξη, όπως στο κρέας, στα ψάρια και στο γάλα. Τα είδη *Hafnia alvei*, *Serratia* spp. και *Enterobacter* spp. αναπτύσσονται σε τόσο μεγάλους αριθμούς που προκαλούν αλλοίωση των τροφίμων (>107 cfu/g).

Μεσόφιλα εντεροβακτηριοειδή, όπως είναι η *Salmonella* spp., η *Shigella* spp. και ορισμένα στελέχη *Escherichia coli*, καθώς και η ψυχρότροφη *Yersinia enterocolitica*, μπορεί να προκαλέσουν σοβαρή διάρροια. Αλλά ακόμα και εντεροβακτηριοειδή που αναπτύσσονται σε τρόφιμα υπό ψύξη και τους προκαλούν αλλοιώσεις, είναι πιθανό να παρουσιάσουν κλινικό ενδιαφέρον. Αυτό οφείλεται τόσο στο γεγονός ότι δρουν ως ευκαιριακά παθογόνα σε ανοσοκατεσταλμένους ασθενείς όσο και στο γεγονός ότι διαπιστώθηκε σε είδη που δεν θεωρούνται παραδοσιακά παθογόνα η ικανότητα ορισμένων στελεχών να παράγουν shiga-like toxins (βεροτοξίνες), άλλες εντεροπαθογόνες τοξίνες και να διαθέτουν άλλους μηχανισμούς παθογένειας (Lindberg et al., 1998).

Τα εντεροβακτηριοειδή είναι βάκιλλοι, με μήκος 2-3 μm ή 6-7 μm, και πλάτος 0,5-2 μm. Ορισμένα είναι ακίνητα, ενώ τα περισσότερα κινούνται με μαστίγια που μπορεί να είναι περίτριχα, πολικά ή μεικτού τύπου (πολικά και περίτριχα). Δεν σχηματίζουν σπόρους.

Αναπτύσσονται καλά υπό αερόβιες συνθήκες σε κοινά υποστρώματα, όπως είναι τα αιματούχα άγαρ, καθώς και σε υποστρώματα διαφοροποίησης (π.χ. MacConkey) ή σε εκλεκτικά (π.χ. Hektoen) ή σε υπόστρωμα ξυλόζης-λυσίνης-δεοξυχολικού (XLD).

Η πλειονότητα των Εντεροβακτηριοειδών είναι οξειδάση-αρνητικοί, ζυμώνουν τη γλυκόζη και άλλους υδατάνθρακες όταν αναπτύσσονται σε υπόστρωμα MacConkey, συχνά με την παραγωγή αερίων, και μετατρέπουν τα νιτρικά σε

νιτρώδη. Σε γενικές γραμμές, βρίσκονται σε μεγάλους αριθμούς μετά από 18-24 ώρες στους 35 °C.

Στο αιματούχο άγαρ, οι αποικίες μπορεί να είναι βήτα-αιμολυτικές και συνήθως είναι μεσαίου έως μεγάλου μεγέθους, γυαλιστερές και γκρι χρώματος. Κάποια είδη, όμως, έχουν χαρακτηριστική μορφολογία. Για παράδειγμα, η *Klebsiella* έχει βλεννώδεις αποικίες, οι αποικίες του *Proteus* σχηματίζουν συναθροίσεις και οι αποικίες της *Yersinia* είναι μικροσκοπικές και αιχμηρές. Επιπρόσθετα, κάποια είδη παράγουν χρωστικές (π.χ. *Serratia marcescens*, *Serratia rubidea*, *Enterobacter sakazakii* και *Pantoea (Enterobacter) agglomerans*) (de la Maza *et al.*, 2004).

Τα ψάρια μολύνονται με εντεροβακτηριοειδή όταν έλθουν σε επαφή με μολυσμένο νερό, μολυσμένες επιφάνειες κατά την αλίευση και κατά τη διάθεση, από διάφορους χειρισμούς κατά τη συσκευασία ή την πώληση (Ζώτος, 2010).

Σχετικά με την παρουσία των εντεροβακτηριοειδών στα ψάρια, διάφορες έρευνες έχουν γίνει σε διάφορες χώρες. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Lindberg *et al.* (1998), ανιχνεύθηκαν εντεροβακτηριοειδή στη σάρκα στο 31% των δειγμάτων σε ψάρια που λήφθηκαν από σημεία λιανικής διάθεσης στην πόλη Lund της Σουηδίας. Σε άλλη έρευνα (Yagoub, 2009), που πραγματοποιήθηκε στο Καρτούμ του Σουδάν, απομονώθηκαν εντεροβακτηριοειδή από το 55,3% των δειγμάτων που είχαν συλλεχθεί. Αυτή η μελέτη αφορούσε ψάρια του γλυκού νερού του είδους *Tilapia nilotica* και η δειγματοληψία έγινε από το δέρμα, τη σάρκα, τα βράγχια και το έντερο. Ο Ζώτος (2010), αναφέρει ποσοστό ανίχνευσης εντεροβακτηριοειδών 56%, από δείγματα σάρκας και δέρματος σε τσιπούρες ιχθυοτροφείου από ιχθυοπωλεία στην Ελλάδα (Ν. Αχαΐας). Τέλος, σε έρευνα που έγινε στο Ιράν (Aberoumand, 2010) ανιχνεύτηκαν εντεροβακτηριοειδή στο 55,3% των δειγμάτων σε ψάρια θαλασσινού νερού, ενώ παρατηρήθηκαν και διακυμάνσεις ανάλογα με την εποχή του έτους (υψηλότερη συγκέντρωση το φθινόπωρο και μικρότερη το χειμώνα).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Μέσα στο ιδιαίτερα απαιτητικό περιβάλλον της διεθνοποίησης της αγοράς, της ελεύθερης διακίνησης προϊόντων μεταξύ των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής

Ένωσης και σε αγορές που μεταβάλλονται με ταχύτατους ρυθμούς είναι προφανής η ανάγκη για βέλτιστα επίπεδα ποιότητας των τροφίμων και των αλιευμάτων. Για όλα τα παραπάνω έχουν θεσπιστεί κανόνες κοινοτικοί ή εθνικοί για τη διασφάλιση της ποιότητας των τροφίμων με σκοπό την προστασία της δημόσιας υγείας. Στα πλαίσια αυτά η Ευρωπαϊκή Ένωση, ακολουθώντας ολόκληρη τη διαδικασία «από την εκτροφή στο πιάτο» με την εφαρμογή των διεθνών αποδεκτών προτύπων ποιότητας, έχει θεσπίσει τη νομοθεσία του ονομαζόμενου «πακέτου υγιεινής», δηλαδή ενός συνόλου νομοθετικών πράξεων που καθιερώνει κανόνες υγιεινής για τα προϊόντα διατροφής:

1. Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. **852/2004** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 29ης Απριλίου 2004 για την υγιεινή των τροφίμων.

Ο παρών κανονισμός έχει σκοπό τη διασφάλιση της υγιεινής των τροφίμων σε όλα τα στάδια από την πρωτογενή παραγωγή έως και την προσφορά προς πώληση ή τη διάθεση τροφίμων στον τελικό καταναλωτή. Δεν καλύπτει θέματα σχετικά με τη διατροφή ή ζητήματα σύνθεσης και ποιότητας των τροφίμων.

Εφαρμόζεται στις επιχειρήσεις τροφίμων και δεν εφαρμόζεται στην πρωτογενή παραγωγή τροφίμων για ιδιωτική οικιακή χρήση ούτε στην οικιακή παρασκευή τροφίμων για ιδιωτική κατανάλωση.

2. Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. **853/2004** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 29ης Απριλίου 2004 για τον καθορισμό ειδικών κανόνων υγιεινής για τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης.

Τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης που απαριθμούνται στο παράρτημα I της συνθήκης για τη λειτουργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης μπορεί να ενέχουν μικροβιολογικούς και χημικούς κινδύνους. Οι κίνδυνοι αυτοί επιβάλλουν τη θέσπιση ειδικών κανόνων υγιεινής, που θα συμβάλουν στην ολοκλήρωση της εσωτερικής αγοράς και στη διασφάλιση υψηλού επιπέδου προστασίας της δημόσιας υγείας. Οι κανόνες αυτοί συμπληρώνουν εκείνους που καθορίζονται στον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 852/2004 για την υγιεινή των τροφίμων, ο οποίος αφορά ιδίως την έγκριση των υπευθύνων των επιχειρήσεων τροφίμων.

Οι διατάξεις του παρόντος κανονισμού εφαρμόζονται στα προϊόντα ζωικής προέλευσης, μεταποιημένα και μη, αλλά δεν καλύπτουν, εκτός εάν προβλέπεται ρητώς το αντίθετο, τα τρόφιμα που περιέχουν τόσο προϊόντα φυτικής προέλευσης όσο και μεταποιημένα προϊόντα ζωικής προέλευσης. Εξάλλου, οι διατάξεις αυτές δεν εφαρμόζονται ούτε στο λιανικό εμπόριο, ούτε στην πρωτογενή παραγωγή για ιδιωτική κατανάλωση, τομείς οι οποίοι καλύπτονται επαρκώς από τις διατάξεις του προαναφερθέντος κανονισμού για την υγιεινή των τροφίμων.

3. Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. **854/2004** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 29ης Απριλίου 2004 για τον καθορισμό ειδικών διατάξεων για την οργάνωση των επίσημων ελέγχων στα προϊόντα ζωικής προέλευσης που προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο.

Οι κοινοτικές εγκαταστάσεις και οι εισαγωγές υπόκεινται στους ελέγχους που προβλέπονται από τον παρόντα κανονισμό. Οι αρμόδιες αρχές χορηγούν έγκριση στις εγκαταστάσεις που τηρούν τον κοινοτικό κανονισμό σε θέματα επίσημων ελέγχων υγιεινής των τροφίμων. Οι επιχειρηματίες του επισιτιστικού τομέα πρέπει να παρέχουν στην αρμόδια αρχή όλη την απαιτούμενη συνδρομή για την εκτέλεση του ελέγχου, ιδίως σε ό,τι αφορά την πρόσβαση στους χώρους και την παρουσίαση των εγγράφων ή των μητρώων.

Οι επίσημοι έλεγχοι περιλαμβάνουν ελέγχους που αφορούν τις καλές πρακτικές υγιεινής και τις αρχές HACCP (ανάλυση κινδύνων και κρίσιμα σημεία ελέγχου), καθώς και ειδικούς ελέγχους οι απαιτήσεις των οποίων ορίζονται κατά τομέα (νωπά κρέατα, δίδυρα μαλάκια, προϊόντα αλιείας, γάλα και γαλακτοκομικά προϊόντα).

Πέραν των γενικών ελέγχων, τα αλιευτικά προϊόντα υπόκεινται σε επίσημο έλεγχο κατά την εκφόρτωση ή πριν από την πρώτη πώληση σε ιχθυόσκαλα ή ιχθυαγορά χονδρικής πώλησης. Οι έλεγχοι αυτοί περιλαμβάνουν κυρίως:

- εξέταση των οργανοληπτικών ιδιοτήτων
- ανάλυση του ολικού πτητικού βασικού αζώτου
- δοκιμασία για τον έλεγχο της ισταμίνης
- εξέταση της περιεκτικότητας σε ξένες προσμίξεις
- μικροβιολογικές εξετάσεις

- εξέταση παρουσίας παρασίτων
- ανίχνευση της παρουσίας τοξικών ψαριών ή αλιευτικών προϊόντων που περιέχουν βιοτοξίνες.

Χαρακτηρίζονται ακατάλληλα για κατανάλωση από τον άνθρωπο τα αλιευτικά προϊόντα στα οποία οι οργανοληπτικοί, χημικοί ή μικροβιολογικοί έλεγχοι αποκαλύπτουν την παρουσία ουσιών επικίνδυνων για την υγεία του ανθρώπου σε επίπεδα υψηλότερα από τα επιτρεπόμενα.

Επιπλέον, οι ακόλουθες νομοθετικές πράξεις συμπληρώνουν την κοινοτική νομοθεσία στον τομέα της υγιεινής των τροφίμων:

- Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 178/2002, ο οποίος περιέχει γενικές αρχές της νομοθεσίας τροφίμων. Ο εν λόγω κανονισμός επεξηγεί τις διαδικασίες σχετικά με την ασφάλεια τροφίμων και ιδρύει την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων.
- Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 882/2004, ο οποίος αναδιοργανώνει τους επίσημους ελέγχους των τροφίμων και των ζωοτροφών, κατά τρόπον ώστε να ενσωματώνονται οι έλεγχοι σε όλες τις φάσεις της παραγωγής και σε όλους τους τομείς.
- Οδηγία 2002/99/ΕΚ, η οποία θεσπίζει τις προϋποθέσεις κυκλοφορίας προϊόντων ζωικής προέλευσης στην αγορά και τους περιορισμούς που εφαρμόζονται στα προϊόντα προέλευσης τρίτων χωρών ή περιφερειών, που υπόκεινται σε περιορισμούς υγειονομικού ελέγχου.
- Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 219/2009 για τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 853/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τον καθορισμό ειδικών κανόνων υγιεινής για τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης.
- Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 2073/2005 της Επιτροπής της 15ης Νοεμβρίου 2005 περί μικροβιολογικών κριτηρίων για τα τρόφιμα.
- Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 2074/2005 της Επιτροπής της 5ης Δεκεμβρίου 2005 για θέσπιση μέτρων εφαρμογής για ορισμένα προϊόντα βάσει του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 853/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και για την οργάνωση επίσημων ελέγχων βάσει των κανονισμών (ΕΚ) αριθ. 854/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και (ΕΚ) αριθ. 882/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, για την παρέκκλιση από τον

κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 852/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και για τροποποίηση των κανονισμών (ΕΚ) αριθ. 853/2004 και (ΕΚ) αριθ. 854/2004.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

A. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

A.1 Δειγματοληψία

Συνολικά εξετάστηκαν εικοσιπέντε (25) τσιπούρες και εικοσιπέντε (25) λαβράκια ιχθυοκαλλιέργειας, τα οποία συλλέχθηκαν από έξι (6) καταστήματα της πόλης της Καρδίτσας κατά το χρονικό διάστημα από 17 Οκτωβρίου 2011 έως 2 Δεκεμβρίου 2011. Τα ψάρια τοποθετήθηκαν ανά ένα (1) σε αποστειρωμένες σακούλες stomacher και μεταφέρθηκαν υπό ψύξη εντός είκοσι (20) λεπτών στο εργαστήριο Υγιεινής Τροφίμων Ζωικής Προέλευσης της Κτηνιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, όπου πραγματοποιήθηκαν οι μικροβιολογικές αναλύσεις.

Κατά την εξέταση των ψαριών διαπιστώθηκε ότι αυτά είχαν ελαφριά ευχάριστη οσμή, οφθαλμούς καθαρούς και λαμπερούς και γυαλιστερή επιφάνεια σώματος με μεταλλικές αποχρώσεις. Η σάρκα ήταν συμπαγής χωρίς να παραμένουν τα αποτυπώματα των δακτύλων μετά από ήπια πίεση. Το δέρμα ήταν υγρό, γυαλιστερό και καλά προσκολλημένο στη σάρκα χωρίς πτυχές ή σχισμές. Τα λέπια ήταν προσκολλημένα ισχυρά στο δέρμα, υγρά και γυαλιστερά ενώ δύσκολα ξεκολλούσαν κατά την απόξεση ή την απολέπιση. Τα πτερύγια επίσης ήταν καλά προσκολλημένα στο σώμα. Τα βραγχοκαλύμματα ήταν σταθερά ενωμένα στο κεφάλι και χωρίς κηλίδες εσωτερικά. Τα βράγχια ήταν κόκκινα, υγρά και γυαλιστερά χωρίς καμία δυσάρεστη μυρωδιά. Με το άνοιγμα της κοιλιάς, τα σπλάγχνα προέβαλαν ζωηρά, υπόλευκα, ακέραια και με ελαφρά οσμή (του ψαριού). Το περιτόναιο ήταν καλά προσφυόμενο στην κοιλιακή κοιλότητα, υγρό και γυαλιστερό.

Οι τσιπούρες είχαν κατά μέσο όρο βάρος 300 ± 16 g και τα λαβράκια 400 ± 24 g.

A.2 Παρασκευή των δεκαδικών αραιώσεων

Από διάφορα σημεία του δείγματος προς εξέταση, λαμβάνονταν με άσηπτο τρόπο τεμάχια συνολικού βάρους 10 g και μεταφέρονταν σε στείρο τριβλίο petri, όπου λεπτοτεμαχίζονταν με τη βοήθεια στείρου νυστεριού. Στη συνέχεια, ομογενοποιούνταν σε συσκευή Stomacher για 2 λεπτά σε θερμοκρασία περιβάλλοντος με 90 ml στείρο διάλυμα Buffered Peptone Water. Από την

αραίωση που προέκυπτε (1:10) παρασκευάζονταν διαδοχικές δεκαδικές αραιώσεις σε στείρο διάλυμα Buffered Peptone Water (9 ml σε κάθε σωλήνα αραιώσης).

A.2.1 Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα

Έγινε ενσωμάτωση 1 ml από κάθε σωλήνα αραιώσης σε διπλή σειρά τριβλίων με υπόστρωμα Plate Count Agar (PCA). Κατόπιν, τα τριβλία επωάστηκαν στους 30 °C για 72h. Μετά την επώαση ακολουθούσε καταμέτρηση των αποικιών σε κάθε τριβλίο petri και κατόπιν υπολογισμός του αριθμού των μικροοργανισμών.

A.2.2 Ψυχρόφιλοι Μικροοργανισμοί

Έγινε ενσωμάτωση 1 ml από κάθε σωλήνα αραιώσης σε διπλή σειρά τριβλίων με υπόστρωμα Plate Count Agar (PCA). Κατόπιν, τα τριβλία επωάστηκαν στους 21 °C για 72h. Μετά την επώαση ακολουθούσε καταμέτρηση των αποικιών σε κάθε τριβλίο petri και κατόπιν υπολογισμός του αριθμού των μικροοργανισμών.

A.2.3 Εντεροβακτηριοειδή

100 μl από κάθε σωλήνα αραιώσης μεταφέρθηκαν σε διπλή σειρά τριβλίων με υπόστρωμα Violet Red Bile Agar (VRBA). Κατόπιν, τα τριβλία επωάστηκαν στους 37 °C για 24h. Μετά την επώαση ακολουθούσε καταμέτρηση των αποικιών σε κάθε τριβλίο petri και κατόπιν υπολογισμός του αριθμού των μικροοργανισμών.

B. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

B.1 Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα

Οι πληθυσμοί της Ο.Μ.Χ. στα δείγματα τσιπούρας και λαβρακιού που εξετάστηκαν παρουσιάζονται στους πίνακες 2 και 3, αντίστοιχα.

Σε 5 από τα 25 δείγματα τσιπούρας (ποσοστό 20%), οι πληθυσμοί της Ο.Μ.Χ. βρέθηκαν κάτω από 10 cfu/g. Στα υπόλοιπα 20 δείγματα (ποσοστό 80%), οι πληθυσμοί κυμάνθηκαν από $2,50 \times 10^2$ έως $2,50 \times 10^5$ cfu/g με μέσο όρο $4,48 \pm 0,67 \times 10^4$ cfu/g.

Σε 10 από τα 25 δείγματα λαβρακιού (ποσοστό 40%), οι πληθυσμοί της Ο.Μ.Χ. ήταν κάτω από 10 cfu/g. Στα υπόλοιπα 15 δείγματα (ποσοστό 60%), οι πληθυσμοί κυμάνθηκαν από $5,40 \times 10^2$ έως $2,50 \times 10^7$ cfu/g με μέσο όρο $4,83 \pm 0,99 \times 10^6$ cfu/g.

Η Ο.Μ.Χ. χρησιμοποιείται συχνά ως μικροβιακός δείκτης ποιότητας των αλιευμάτων (Pao *et al.*, 2008). Το προτεινόμενο όριο της International Commission on Microbiological Specifications for Foods για την Ο.Μ.Χ. στα νωπά ψάρια είναι 5×10^5 cfu/g (ICMSF 1986), ενώ πληθυσμοί 10^7 cfu/g για την Ο.Μ.Χ. θεωρούνται ως το ανώτατο όριο αποδοχής στα αλιεύματα (Olafsdottir *et al.*, 1997). Με βάση τα παραπάνω, τα δείγματα τσιπούρας που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη ήταν μέσα στα όρια καλής ποιότητας για τα νωπά αλιεύματα. Σε αντίστοιχη μελέτη που έγινε στην Τουρκία, οι Kilinc *et al.* (2007), αναφέρουν πληθυσμούς Ο.Μ.Χ. σε δείγματα τσιπούρας $3,83 \pm 0,08$ και $4,80 \pm 0,14$ log cfu/g την 1^η και 5^η ημέρα μετά την αλίευσή τους κατά τη συντήρησή τους σε πάγο. Στην ίδια μελέτη, σε δείγματα λαβρακιού αναφέρονται πληθυσμοί Ο.Μ.Χ. $3,92 \pm 0,06$ log cfu/g και $4,54 \pm 0,34$ log cfu/g την 1^η και 5^η ημέρα μετά την αλίευσή τους κατά τη συντήρηση σε πάγο. Οι Kilinc *et al.* (2007) αναφέρουν πληθυσμούς για την Ο.Μ.Χ. $2,61 \pm 0,12$ log cfu/g και $2,78 \pm 0,02$ log cfu/g, σε τσιπούρες και λαβράκια την 1^η ημέρα μετά την αλίευσή τους.

Σε μελέτη που έκανε ο Ζώτος (2010) στην Ελλάδα σε τσιπούρες και λαβράκια ιχθυοκαλλιέργειας από ιχθυοπωλεία στο νομό Αχαΐας, οι πληθυσμοί της Ο.Μ.Χ.

κυμάνθηκαν από $3,00 \times 10^2$ έως $6,00 \times 10^2$ cfu/g με μέσους όρους $4,48 \pm 1,08 \times 10^2$ και $4,28 \pm 0,936 \times 10^2$ cfu/g για τα δείγματα τσιπούρας και λαβρακιού, αντίστοιχα.

Οι υψηλότεροι πληθυσμοί που διαπιστώθηκαν στην παρούσα έρευνα μπορεί να οφείλονται στην ποιότητα των υδάτων από τα οποία προέρχονταν τα δείγματα καθώς και σε επιμολύνσεις από τη στιγμή της αλίευσής τους μέχρι και τη συλλογή τους για την εξέταση.

Πίνακας 2: Πληθυσμοί της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (ΟΜΧ) στα δείγματα τσιπούρας.

| Αριθμός δείγματος | (ΟΜΧ) (cfu/g) |
|-------------------|--------------------|
| 1 | <ΟΑ* |
| 2 | $2,70 \times 10^2$ |
| 3 | $9,00 \times 10^2$ |
| 4 | $2,50 \times 10^2$ |
| 5 | $6,60 \times 10^2$ |
| 6 | <ΟΑ |
| 7 | <ΟΑ |
| 8 | <ΟΑ |
| 9 | $3,50 \times 10^2$ |
| 10 | <ΟΑ |
| 11 | $6,60 \times 10^2$ |
| 12 | $3,80 \times 10^2$ |
| 13 | $2,50 \times 10^5$ |
| 14 | $1,50 \times 10^5$ |
| 15 | $8,20 \times 10^4$ |
| 16 | $1,27 \times 10^5$ |
| 17 | $5,50 \times 10^4$ |
| 18 | $1,97 \times 10^4$ |
| 19 | $4,80 \times 10^3$ |
| 20 | $6,00 \times 10^4$ |
| 21 | $1,10 \times 10^4$ |
| 22 | $1,06 \times 10^5$ |
| 23 | 10^4 |
| 24 | $8,80 \times 10^3$ |
| 25 | $8,30 \times 10^3$ |

* **Ο.Α.**= Όριο Ανίχνευσης (<10 cfu/g)

Πίνακας 3: Πληθυσμοί της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (ΟΜΧ) στα δείγματα λαβρακιού.

| Αριθμός δείγματος | (ΟΜΧ) (cfu/g) |
|--------------------------|--------------------------|
| 1 | $5,75 \times 10^3$ |
| 2 | <10 |
| 3 | <10 |
| 4 | $5,40 \times 10^2$ |
| 5 | $4,00 \times 10^3$ |
| 6 | $2,11 \times 10^4$ |
| 7 | $2,50 \times 10^4$ |
| 8 | $1,72 \times 10^4$ |
| 9 | $2,50 \times 10^7$ |
| 10 | $2,50 \times 10^7$ |
| 11 | $2,22 \times 10^7$ |
| 12 | $1,76 \times 10^4$ |
| 13 | $4,20 \times 10^4$ |
| 14 | $3,02 \times 10^4$ |
| 15 | $1,43 \times 10^4$ |
| 16 | <10 |
| 17 | $1,50 \times 10^4$ |
| 18 | <10 |
| 19 | <10 |
| 20 | <10 |
| 21 | <10 |
| 22 | <10 |
| 23 | $2,50 \times 10^4$ |
| 24 | <10 |
| 25 | <10 |

B.2 Ψυχρόφιλοι Μικροοργανισμοί

Οι πληθυσμοί των ψυχρόφιλων βακτηρίων στα δείγματα τσιπούρας και λαβρακιού που εξετάστηκαν παρουσιάζονται στους πίνακες 4 και 5, αντίστοιχα.

Σε 1 από τα 25 δείγματα τσιπούρας (ποσοστό 4%), οι πληθυσμοί των ψυχρόφιλων μικροοργανισμών ήταν κάτω από 10 cfu/g. Στα υπόλοιπα 24 δείγματα (ποσοστό 96%), οι πληθυσμοί κυμάνθηκαν από $2,50 \times 10^2$ έως $2,50 \times 10^6$ cfu/g με μέσο όρο $2,37 \pm 0,60 \times 10^5$ cfu/g. Σε μελέτη που έκανε ο Ζώτος (2010) στην Ελλάδα σε τσιπούρες και λαβράκια ιχθυοκαλλιέργειας, οι πληθυσμοί των ψυχρόφιλων κυμάνθηκαν από $4,00 \times 10^3$ cfu/g έως $7,00 \times 10^3$ cfu/g με μέσο όρο $5,48 \pm 0,71 \times 10^3$ cfu/g. Ανάλογους πληθυσμούς ($3,83 \pm 0,08$ log cfu/g) σε τσιπούρες 1 ημέρα μετά την αλίευσή τους αναφέρονται και από άλλους ερευνητές (Kilinc *et al.* 2007).

Σε 3 από τα 25 δείγματα λαβρακιού (ποσοστό 12%), οι πληθυσμοί των ψυχρόφιλων μικροοργανισμών ήταν κάτω από 10 cfu/g. Στα υπόλοιπα 22 δείγματα (ποσοστό 88%), οι πληθυσμοί κυμάνθηκαν από $2,90 \times 10^2$ έως $2,35 \times 10^7$ cfu/g με μέσο όρο $2,99 \pm 0,71 \times 10^6$ cfu/g. Οι Kilinc *et al.* (2007) αναφέρουν χαμηλότερους πληθυσμούς για τα ψυχρόφιλα βακτήρια ($2,47 \pm 0,06$ log cfu/g) σε σχέση με την παρούσα μελέτη σε λαβράκια που εξετάστηκαν μια ημέρα μετά την αλίευσή τους. Χαμηλότερους πληθυσμούς αναφέρει και ο Ζώτος (2010) για δείγματα λαβρακιού ($2,80 \times 10^4$ cfu/g έως $3,20 \times 10^4$ cfu/g με μέσο όρο $3,04 \pm 10^4$ cfu/g).

Σε έρευνα που πραγματοποίησαν οι Pao *et al.* (2008) σε δείγματα αλιευμάτων από καταστήματα λιανικής πώλησης βρήκαν πληθυσμούς ψυχρόφιλων βακτηρίων υψηλότερους από την έρευνά μας ($6,4 \pm 0,3$ log cfu/g και $6,3 \pm 0,3$ log cfu/g για δείγματα σολομού και πέστροφας, αντίστοιχα).

Πίνακας4: Πληθυσμοί των ψυχρόφιλων μικροοργανισμών στα δείγματα τσιπούρας.

| Αριθμός δείγματος | Ψυχρόφιλοι Μικροοργανισμοί (cfu/g) |
|--------------------------|---|
| 1 | $2,50 \times 10^2$ |
| 2 | $2,50 \times 10^2$ |
| 3 | $6,40 \times 10^3$ |
| 4 | $6,30 \times 10^3$ |
| 5 | <10 |
| 6 | $2,50 \times 10^3$ |
| 7 | $2,50 \times 10^2$ |
| 8 | $3,17 \times 10^3$ |
| 9 | $5,80 \times 10^2$ |
| 10 | $2,93 \times 10^3$ |
| 11 | $3,60 \times 10^2$ |
| 12 | $6,20 \times 10^2$ |
| 13 | $2,50 \times 10^6$ |
| 14 | $1,33 \times 10^6$ |
| 15 | $2,70 \times 10^5$ |
| 16 | $1,16 \times 10^6$ |
| 17 | $2,42 \times 10^5$ |
| 18 | $1,70 \times 10^4$ |
| 19 | $5,70 \times 10^3$ |
| 20 | $3,70 \times 10^4$ |
| 21 | $1,23 \times 10^4$ |
| 22 | $1,80 \times 10^4$ |
| 23 | $2,50 \times 10^4$ |
| 24 | $2,45 \times 10^4$ |
| 25 | $3,50 \times 10^4$ |

Πίνακας 5: Πληθυσμοί των ψυχρόφιλων μικροοργανισμών στα δείγματα λαβρακιού.

| Αριθμός δείγματος | Ψυχρόφιλοι Μικροοργανισμοί (cfu/g) |
|--------------------------|---|
| 1 | $3,50 \times 10^3$ |
| 2 | $4,50 \times 10^2$ |
| 3 | <10 |
| 4 | $2,90 \times 10^2$ |
| 5 | $3,32 \times 10^4$ |
| 6 | $1,98 \times 10^5$ |
| 7 | $2,70 \times 10^5$ |
| 8 | $2,26 \times 10^5$ |
| 9 | $2,35 \times 10^7$ |
| 10 | $1,67 \times 10^7$ |
| 11 | $2,04 \times 10^7$ |
| 12 | $2,77 \times 10^5$ |
| 13 | $3,80 \times 10^6$ |
| 14 | $3,40 \times 10^5$ |
| 15 | $1,10 \times 10^5$ |
| 16 | $4,70 \times 10^3$ |
| 17 | $5,00 \times 10^3$ |
| 18 | <10 |
| 19 | $3,60 \times 10^3$ |
| 20 | $2,80 \times 10^3$ |
| 21 | $3,00 \times 10^3$ |
| 22 | <10 |
| 23 | $2,50 \times 10^4$ |
| 24 | $3,50 \times 10^3$ |
| 25 | $3,80 \times 10^3$ |

B.3. *Enterobacteriaceae*

Οι πληθυσμοί των *Enterobacteriaceae* στα δείγματα τσιπούρας και λαβρακιού που εξετάστηκαν παρουσιάζονται στους πίνακες 6 και 7, αντίστοιχα.

Δεν ανιχνεύτηκαν εντεροβακτηριοειδή σε 12 από τα 25 δείγματα τσιπούρας (ποσοστό 48%). Στα υπόλοιπα 13 δείγματα τσιπούρας (ποσοστό 52%), οι πληθυσμοί κυμάνθηκαν από 10^3 έως $6,25 \times 10^4$ cfu/g με μέσο όρο $2,36 \pm 0,18 \times 10^4$ cfu/g. Στη μελέτη του Ζώτου (2010), που εξέτασε τσιπούρες ιχθυοτροφείου στο Ν. Αχαΐας, πληθυσμοί εντεροβακτηριοειδών πάνω από 10^2 cfu/g βρέθηκαν στο 56% των δειγμάτων (14 στα 25), με χαμηλότερες τιμές που κυμαίνονταν από $3,00 \times 10^2$ έως $1,40 \times 10^3$ cfu/g με μέσο όρο $5,57 \pm 1,76 \times 10^4$ cfu/g.

Δεν ανιχνεύτηκαν εντεροβακτηριοειδή σε 15 από τα 25 δείγματα λαβρακιού (ποσοστό 60%). Στα υπόλοιπα 10 δείγματα λαβρακιού (ποσοστό 40%), οι πληθυσμοί κυμάνθηκαν από $2,20 \times 10^2$ έως $2,50 \times 10^5$ cfu/g με μέσο όρο $3,34 \pm 0,78 \times 10^4$ cfu/g. Στη μελέτη του Ζώτου (2010), πληθυσμοί εντεροβακτηριοειδών πάνω από 10^2 cfu/g βρέθηκαν σε υψηλότερο ποσοστό των δειγμάτων λαβρακιού (64%), με χαμηλότερες όμως τιμές που κυμαίνονταν από $4,00 \times 10^2$ έως $1,30 \times 10^3$ cfu/g με μέσο όρο $8,25 \pm 3,35 \times 10^2$ cfu/g.

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Lindberg *et al.* (1998), εξετάστηκε η παρουσία εντεροβακτηριοειδών σε ψάρια που λήφθηκαν από σημεία λιανικής διάθεσης στην πόλη Lund της Σουηδίας και τα οποία είχαν συντηρηθεί σε θερμοκρασία 7°C. Συγκεκριμένα, εξετάστηκαν δείγματα από τη σάρκα 72 ψαριών γλυκού νερού και ανιχνεύτηκαν εντεροβακτηριοειδή στο 31% των δειγμάτων. Σε άλλη έρευνα (Yagoub, 2009), που πραγματοποιήθηκε στο Καρτούμ του Σουδάν, απομονώθηκαν εντεροβακτηριοειδή από το 55,3% των δειγμάτων που είχαν συλλεχθεί. Αυτή η μελέτη αφορούσε ψάρια του γλυκού νερού του είδους *Tilapia nilotica* και η δειγματοληψία έγινε από το δέρμα, τη σάρκα, τα βράγχια και το έντερο. Τέλος, σχεδόν παρόμοιο ποσοστό βρέθηκε σε έρευνα που έγινε στο Ιράν (Aberoumand, 2010) όπου ανιχνεύτηκαν εντεροβακτηριοειδή στο 55,3% των δειγμάτων από ψάρια θαλασσινού νερού, ενώ παρατηρήθηκαν και διακυμάνσεις ανάλογα με την εποχή του έτους (υψηλότερη συγκέντρωση το φθινόπωρο και μικρότερη το χειμώνα).

Το γεγονός ότι ανιχνεύτηκαν εντεροβακτηριοειδή στα δείγματα της παρούσας έρευνας, μπορεί να αποδοθεί σε περιβάλλον διαβίωσης των ψαριών επιβαρυμένο με τους μικροοργανισμούς και σε επιμολύνσεις κατά τη διάρκεια των χειρισμών κατά την αλίευση, τη διακίνηση ή τη διάθεσή τους.

Πίνακας 6: Πληθυσμοί των εντεροβακτηριοειδών στα δείγματα τσιπούρας.

| Αριθμός δείγματος | Εντεροβακτηριοειδή (cfu/g) |
|--------------------------|---------------------------------------|
| 1 | $<10^2$ |
| 2 | $<10^2$ |
| 3 | <O.A. |
| 4 | $2,70 \times 10^3$ |
| 5 | 10^3 |
| 6 | $<10^2$ |
| 7 | $<10^2$ |
| 8 | $<10^2$ |
| 9 | $<10^2$. |
| 10 | $<10^2$ |
| 11 | $<10^2$ |
| 12 | $<10^2$ |
| 13 | $6,25 \times 10^4$ |
| 14 | $2,07 \times 10^4$ |
| 15 | 10^3 |
| 16 | $2,50 \times 10^4$ |
| 17 | $4,20 \times 10^4$ |
| 18 | $1,90 \times 10^4$ |
| 19 | $1,80 \times 10^4$ |
| 20 | $1,70 \times 10^4$ |
| 21 | $<10^2$ |
| 22 | $<10^2$ |
| 23 | $3,50 \times 10^4$ |
| 24 | $2,50 \times 10^4$ |
| 25 | $3,80 \times 10^4$ |

Πίνακας 7: Πληθυσμοί των εντεροβακτηριοειδών στα δείγματα λαβρακιού.

| Αριθμός δείγματος | Εντεροβακτηριοειδή (cfu/g) |
|--------------------------|---------------------------------------|
| 1 | $6,20 \times 10^2$ |
| 2 | $<10^2$ |
| 3 | $<10^2$ |
| 4 | $3,10 \times 10^2$ |
| 5 | $2,90 \times 10^2$ |
| 6 | $3,80 \times 10^2$ |
| 7 | $2,35 \times 10^3$ |
| 8 | $<10^2$ |
| 9 | $2,50 \times 10^4$ |
| 10 | $5,30 \times 10^4$ |
| 11 | $2,50 \times 10^5$ |
| 12 | $<10^2$ |
| 13 | $1,90 \times 10^3$ |
| 14 | $<10^2$ |
| 15 | $2,20 \times 10^2$ |
| 16 | $<10^2$ |
| 17 | $<10^2$ |
| 18 | $<10^2$ |
| 19 | $<10^2$ |
| 20 | $<10^2$ |
| 21 | $<10^2$ |
| 22 | $<10^2$ |
| 23 | $<10^2$ |
| 24 | $<10^2$ |
| 25 | $<10^2$ |

B.4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αλιεία, και ειδικότερα οι ιχθυοκαλλιέργειες, αποτελεί σημαντικό κλάδο της πρωτογενούς παραγωγής πολλών χωρών με οικονομικές και κοινωνικές διαστάσεις. Επιπρόσθετα, τα ψάρια προσφέρουν πολλαπλά οφέλη στον άνθρωπο, τόσο γιατί καλύπτουν σε μεγάλο βαθμό τις διατροφικές του ανάγκες, όσο και για την υψηλή διατροφική τους αξία (π.χ. πολυακόρεστα λιπαρά οξέα). Τα αλιεύματα, όμως, μπορεί να είναι υπεύθυνα για τη μετάδοση παθογόνων μικροοργανισμών στον άνθρωπο και γι' αυτό το λόγο πρέπει να τηρούνται κάποιοι βασικοί κανόνες υγιεινής καθ' όλη τη διάρκεια της διακίνησης τους.

Οι υψηλοί πληθυσμοί Ο.Μ.Χ. που διαπιστώθηκαν στην παρούσα έρευνα, σε σχέση με άλλες μελέτες, μπορεί να οφείλονται στην ποιότητα των υδάτων από τα οποία προέρχονταν τα δείγματα καθώς και σε επιμολύνσεις από τη στιγμή της αλίευσής τους μέχρι και τη συλλογή τους για την εξέταση.

Οι υψηλοί πληθυσμοί ψυχρόφιλων μικροοργανισμών που διαπιστώθηκαν στην παρούσα έρευνα, σε σχέση με άλλες μελέτες, μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι τα δείγματα ελήφθησαν από σημεία λιανικής πώλησης και μπορεί να είχαν συντηρηθεί για περισσότερες από μία ημέρες από την ημέρα αλίευσής τους.

Τέλος, το γεγονός ότι ανιχνεύτηκαν εντεροβακτηριοειδή στα δείγματα της παρούσας έρευνας, καθώς και οι υψηλοί πληθυσμοί τους, μπορεί να αποδοθεί σε περιβάλλον διαβίωσης των ψαριών επιβαρυμένο με μικροοργανισμούς, είτε σε επιμολύνσεις κατά τη διάρκεια των χειρισμών κατά την αλίευση, τη διακίνηση ή τη διάθεσή τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Aberoumand, A. (2010) A Review on *Pseudomonas* in Marine Fish. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 2 (4): 291-296.

Ackman, R. G. & H. Gunnlaugsdottir (1992) Seafoods and Fishery Byproducts: Natural and Unnatural Environments for Longer Chain Omega –3 Fatty Acids. In: A. J. St. Angelo (ed) *Lipid Oxidation in Food*, pp. 298-230. American Chemical Society, Washington, DC, USA.

Ackman, R. G. (1995) Composition and Nutritive Value of Fish and Shellfish Lipids. In: A. Ruiter (ed.) *Fish and Fishery Products, Composition, Nutritive Properties and Stability*, pp. 117-156. Cab International, Wallingford, UK.

Ågren, J. J. & O. Hänninen (1993) Effects of cooking on the fatty acids of three freshwater fish species. *Food Chemistry* 46: 377-382.

Armstrong, G. S., Wyllie, S. G & D. N. Leach (1994) Effects of preservation by gamma –irradiation on the nutritional Quality of Australian fish. *Food Chemistry* 50: 351-357.

Bowman, J. P. (2001) Methods for Psychrophilic bacteria. *Methods in Microbiology* (30): 591-614.

Kilinc, B., Cakli, S., Cadun, A., Dincer, T. & Tolasa, S. (2007) Comparison of effects of slurry ice and flake ice pretreatments on the quality of aquacultured sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored at 4 °C. *Food Chemistry* (104) 4: 1611-1617.

De la Maza, M. L., Pezzlo, T. M., Shigei, T. J. & Peterson, M. E. (2004) *Color Atlas of Medical Bacteriology*. ASM Press, Washington, D.C.

Forbes, A. B., Sahm, F. D. & Weissfeld, S. A. (2002) *Diagnostic Microbiology*, 11th edn. Mosby, Inc. St. Louis, Missouri.

Fuentes, A., Fernandez-Segovia, I., Serra, A.J., Barat, M.J. (2010) Comparison of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) quality. *Food Chemistry* 119: 1514-1518.

Haard, N. F. (1995) Composition and Nutritive Value of fish Proteins and Other Nitrogen Compounds. In: A. Ruiter (ed.) *Fish and Fishery Products, Composition, Nutritive Properties and Stability*, pp. 77-116. Cab International, Wallingford, UK.

Herrera, F.C., Santos, J.A., Otero, A. & Garcia-Lopez, M.-L. (2006) Occurrence of foodborne pathogenic bacteria in retail prepackaged portions of marine fish in Spain. *Journal of Applied Microbiology* 100 (3): 527-536.

Holub, B. J. (1992) Potential health benefits of the omega-3 fatty acids in fish. In: G. Bligh (ed.) *Seafood Science and Technology*, pp. 40-45. Fishing News Books: a division of Blackwell Scientific Publications Ltd, Oxford, London, Edinburgh, Cambridge (USA), Carlton-Victoria (Australia).

Huss, H. H. (1995) Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries technical paper – 348. Rome.

International Commission on Microbiological Specifications for Foods (1986) *Microorganisms in foods. 2. Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications. 2nd Edition*, University of Toronto Press, Toronto, Canada.

Kinsella, E. J. (1986) Food Components with Potential Therapeutic Benefits: The n-3 Polyunsaturated Fatty Acids of Fish Oils. *Food Technology*, February, 89-97, 146.

Lindberg, A. M., Ljungh, A., Ahrne, S., Lofdahl, S. & Molin, G. (1998) *Enterobacteriaceae* found in high numbers in fish, minced meat and pasteurised milk or cream and the presence of toxin encoding genes. *International Journal of Food Microbiology* 39: 11–17.

Liston, J. (1980) Microbiology in fishery science. In: Connell, J.J. (ed.) *Advances in fishery science and technology*, pp. 138-157. Fishing News Books Ltd., Farnham, England.

Love, R. M. (1992) Biochemical dynamics and the quality of fresh and frozen fish. In: G. M. Hall (ed.) *Fish Processing Technology* (1st Ed.), pp. 1-30. Blackie Academic & Professional, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras.

Mengoli, A. (1994) Qualità Nutrizionali del muscolo di Pesce (Nutritional qualities of fish muscle). *Industrie Alimentari*, XXXIII, dicembre, 1221-1228.

Mossel, D. A. A., Corry, J. E. L., Struijk, C. B. & Baird, R. M. (1995) *Essentials of the Microbiology of Foods: a textbook for advanced studies*. John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, England.

Nettleton, A. J. & Exler, J. (1992) Nutrients in Wild and Farmed Fish and Shellfish. *Journal of Food Science* 57(2): 257-260.

Nychas, E. G.-J., Marshall, L. D., & Sofos, N. J. (2007) Meat, Poultry, and Seafood. In: Doyle, M. P. & Beuchat, L. R. (eds) *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, 3rd edn. p.p. 105-140. ASM Press, Washington, D.C.

Olafsdottir, G., Martinsdottir, E., Oehlenschläger, J., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I., Mackie, I., Heneham, G., Nielsen, J. & Nielsen, H. (1997) Methods to evaluate fish freshness in research and industry. *Trends Food Science Technology* 8:258–265.

Olley, J., Doe, P. E. & E. S. Heruwati (1988) The influence of drying and smoking on the nutritional properties of fish: an introductory overview. In: J. R. Burt (ed.) *Fish Smoking and Drying, The Effect of Smoking and Drying on the Nutritional Properties of Fish*, pp. 1-21. Elsevier Applied Science, London and New York.

Pao, S., Ettinger, M. R., Khalib, M. F., Reid, A. O. & Nerrie, B. L. (2008) Microbial Quality of Raw Aquacultured Fish Fillets Procured from Internet and Local Retail Markets. *Journal of Food Protection* 71:1544-1549.

Pearson, D. (1976) *The Chemical Analysis of foods* (7th ed.) pp.383-389. Churchill Livingstone, Edinburgh, London and New York.

- Pierson, D. M., Zink, L. D. & Michele Smoot, L. (2007) Indicator Microorganisms and Microbiological Criteria. In: Doyle, M. P. & Beuchat, L. R. (eds) *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, 3rd edn. p.p. 69-85. ASM Press, Washington, D.C.
- Shewan, J. M. (1962) The bacteriology of fresh and spoiling fish and some related chemical changes. In: J. Hawthorn & J. Muil Leitch (eds.), *Recent advances in food science* 1: 167-193.
- Shewan, J. M. (1977) The bacteriology of fresh and spoiling fish and the biochemical changes induced by bacterial action. In: Proceedings of the Conference on Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish, Tropical Products Institute, London, 51-66.
- Steiner-Asiedu, M., Julshamn, K. & Øyvind, L. (1991) Effect of Local Processing Methods (Cooking, drying and Smoking) on Three Fish Species from Ghana: Part I. Proximate Composition, Fatty Acids, Minerals, Trace Elements and Vitamins. *Food Chemistry* 40: 309-321.
- Stokes, L. J. & Redmond, L. M. (1966) Quantitative Ecology of Psychrophilic Microorganisms. *Applied Microbiology* (14) 1: 74-78.
- Swaminathan, B., Cabanes, D., Zhang, W. & Cossart, P. (2007) *Listeria monocytogenes*. In: Doyle, M. P. & Beuchat, L. R. (eds) *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, 3rd edn. p.p. 457-491. ASM Press, Washington, D.C.
- Tryfinopoulou, P., Tsakalidou, E & Nychas, E. G.-J. (2002) Characterization of *Pseudomonas* spp. Associated with Spoilage of Gilt-Head Sea Bream Stored under Various Conditions. *Applied and Environmental Microbiology* (68) 1: 65-72.
- Varsamos, S., Flik, G., Pepin, J. F., Wendelaar Bonga, S. E. & Breuil, G. (2006) Husbandry stress during early life stages affects the stress response and health status of juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Fish & Shellfish Immunology* 20: 83-96.
- Yagoub, O. S. (2009) Isolation of *Enterobacteriaceae* and *Pseudomonas* spp. from raw fish sold in fish market in Khartoum state. *Journal of Bacteriology Research* 1(7): 85-88.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Αμπραχίμ, Α. (2006) Υγιεινή των αλιευμάτων. Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Τμήμα Κτηνιατρικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ. 64.

Αρβανιτογιάννης, Ι., Σάνδρου, Δ. & Κούρτης, Λ. (2001) Ασφάλεια Τροφίμων. Εφαρμογή της Ανάλυσης Επικινδυνότητας και Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου (HACCP) Στις Βιομηχανίες Τροφίμων και Ποτών. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Βασιλειάδου, Σ. (2002) Ποιοτική αξιολόγηση και μεταποίηση της σάρκας της τσιπούρας (*Sparus aurata* L.). Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Κτηνιατρικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 203 σελ.

Βασιλειάδου Σ. (2003) Τεχνολογία και ποιοτικός έλεγχος αλιευμάτων. Σημειώσεις θεωρίας του τμήματος Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών. Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης, παράρτημα Ν. Μουδανιών.

Ζώτος, Β. Π. (2010) Μικροβιολογική μελέτη για την ολική μεσόφιλη χλωρίδα, τα ψυχρόφιλα βακτήρια, τα Enterobacteriaceae, τον *Staphylococcus aureus*, τη *Salmonella* spp. & τη *Listeria monocytogenes* στα καλλιεργούμενα είδη τσιπούρας και λαβρακιού στα σημεία διάθεσης της ευρύτερης αγοράς του νομού Αχαΐας. Μεταπτυχιακή διατριβή. Τμήμα Κτηνιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Πανέτσος, Α. (1978) Υγιεινή Τροφίμων Ζωϊκής Προέλευσης. Τόμος Α΄, Θεσσαλονίκη.

Παπουτσόγλου, Σ. Ε. (2008) Διατροφή Ιχθύων. Αθήνα, Α. Σταμούλης.

Πνευματικάτος, Γ. Η. (1996) Ιχθυοτροφία και Ιχθυοπαθολογία. Θεσσαλονίκη-Αθήνα, Αδελφοί Κυριακίδη Α. Ε.

Σαρρής, Κ., Ηλιάδης, Ν., Μπουρτζή-Ζατζοπούλου, Ε. & Κουμπατή-Αρτοποιού, Μ. (2004) Μαθήματα Γενικής και Ειδικής Μικροβιολογίας. Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ. 405.

Τζήκας, Δ. Ζ. (2007) Εκτίμηση των φυσικοχημικών και των μικροβιολογικών παραμέτρων της σάρκας του σαυριδίου, ανάλογα με την εποχή του έτους, με σκοπό την αξιοποίηση της για την παρασκευή ιχθυοσκευασμάτων. Διδακτορική Διατριβή. Κτηνιατρική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 171 σελ.

Χώτος, Γ. & Ρογδάκης, Ι. (1992) Υδατοκαλλιέργειες ευρύαλων ψαριών, λαβράκι και τσιπούρα, τεχνικές της αναπαραγωγής και πάχυνσης. Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ

(http¹): www.fgm.gr

(http²): <http://www.fao.org/fishery/topic/13540/en>

(http³):http://news.kathimerini.gr/4Dcgi/4Dcgi/_w_articles_civ_12_09/06/2011_445088

(http⁴):http://www.sydna.gr/default.asp?id=13&mnu=13&LangID=Greek_Iso&ACT=5&content=6

(http⁵):<http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?id=1164>

(http⁶): http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Sparus_aurata/en

(http⁷):http://fgm.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=97%3Asea-bass&catid=69%3AMorphology-biology&Itemid=249&lang=el

(http⁸):http://www.fgm.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=98&Itemid=252&lang=el

(http⁹):http://ec.europa.eu/fisheries/marine_species/farmed_fish_and_shellfish/sea_bass/index_el.htm

(http¹⁰):http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Dicentrarchus_labrax/en

(http¹¹):http://species-identification.org/species.php?species_group=fnam&menuentry=soorten&id=1846&tab=classificatie

(http¹²):http://www.fgm.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=96&Itemid=250&lang=en

(http¹³):http://www.fishportal.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=85&Itemid=36

(http¹⁴):http://www.fgm.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=99&Itemid=253&lang=el

(http¹⁵): <http://www.fao.org/docrep/V7180E/v7180e09.htm>

(http¹⁶): <http://www.fao.org/DOCREP/003/T1768E/T1768E04.htm>

(http¹⁷): <http://www.fao.org/DOCREP/003/T1768E/T1768E04.htm>