



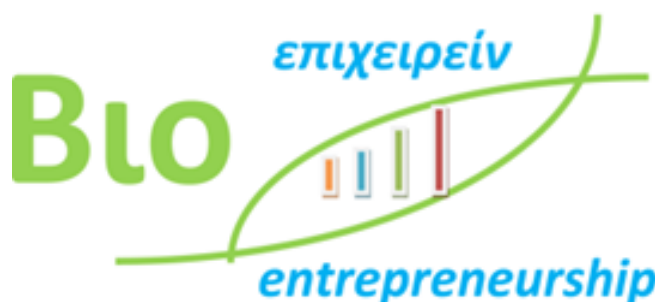
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΕΡΕΥΝΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΧΗΜΙΚΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

**ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΒΙΟΕΠΙΧΕΙΡΕΙΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ



ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΣΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ ΦΡΕΣΚΩΝ
ΑΛΙΕΥΜΑΤΩΝ – ΜΕΛΕΤΗ ΑΓΟΡΑΣ**

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Δρ. ΣΙΝΑΝΟΓΛΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΑ

ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΚΑΡΑΝΑΣΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

A.M. 00079

ΑΘΗΝΑ, 2022



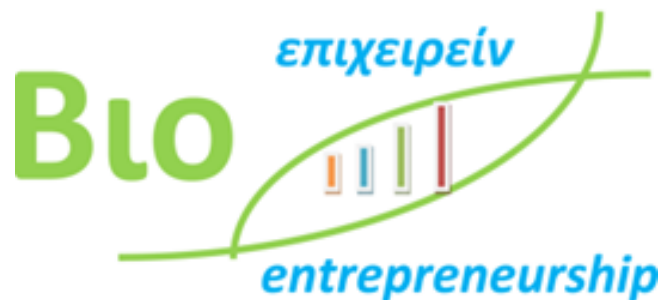
UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
DEPARTMENT OF BIOCHEMISTRY AND BIOTECHNOLOGY



NATIONAL HELLENIC RESEARCH FOUNDATION
INSTITUTE OF CHEMICAL BIOLOGY

**INTERSTITUTIONAL PROGRAM OF POSTGRADUATE STUDIES
IN
BIOENTREPRENEURSHIP**

MASTER THESIS



**STUDY OF THE EFFECT OF PACKAGING IN A MODIFIED ATMOSPHERE
CONTITION ON THE QUALITY AND SHELF-LIFE OF FRESH FISH – MARKET
STUDY**

**SUPERVISOR: Dr. SINANOGLOU VASILIA
PROFESSOR
DEPARTMENT OF FOOD TECHNOLOGY
UNIVERSITY OF WEST ATTICA**

**KARANASOU VASILIKI
A.M. 00079
ATHENS, 2022**

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο σπουδών για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στο

ΒΙΟΕΠΙΧΕΙΡΕΙΝ

που απονέμει το Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, σε συνεργασία με *χώρος εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας* (αν υπάρχει).

Εγκρίθηκε την από την τριμελή εξεταστική επιτροπή:

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ

ΒΑΘΜΙΔΑ

ΥΠΟΓΡΑΦΗ

(Επιβλέπων/ουσα)

(Μέλος 1)

(Μέλος 2)

Ευχαριστίες

Με την περάτωση της εργασίας μου θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κα. Θεοφάνια Τσιρώνη, Επίκουρη καθηγήτρια του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Εργαστήριο Μηχανικής και Επεξεργασίας Τροφίμων) για την καθοδήγηση, την υποστήριξη, την πολύτιμη βοήθεια και την αμέριστη συμπαράσταση της σε όλη τη διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κα Σινάνογλου Βασιλεία, Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής κ. Ζουμπουλάκη Παναγιώτη, Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και κα. Μούτου Αικατερίνη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρεία Γαλαξίδι Θαλάσσιες Καλλιέργειες για την συμβολή της στην επιτυχημένη ολοκλήρωση της εργασίας μου και ιδιαίτερα τον κ. Νικόλαο Γρίβα για την καθοδήγηση και τις συμβουλές, τον Δημήτριο Ρήγα για την τεράστια βοήθεια και υποστήριξη, καθώς και τον Δημήτριο Βόσσο που στάθηκε δίπλα μου από την πρώτη μέχρι την τελευταία στιγμή.

Τέλος δεν θα μπορούσα να παραλείψω την οικογένειά μου στην οποία οφείλω το μεγαλύτερο ευχαριστώ για την υπομονή την συνεχή ηθική και έμπρακτη υποστήριξη αλλά και την πίστη τους σε εμένα.

Περιεχόμενα

| | |
|---|----|
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 6 |
| 2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ ΑΛΙΕΥΜΑΤΩΝ | 7 |
| 2.1 Κύρια εκτρεφόμενα είδη στην Ελλάδα..... | 7 |
| 2.1.1 Τσιπούρα | 8 |
| 2.1.2 Λαβράκι..... | 9 |
| 2.2 Διατροφική αξία ιχθυών..... | 10 |
| 2.2.1 Πρωτεΐνες..... | 11 |
| 2.2.2 Αζωτούχες πτητικές ενώσεις..... | 12 |
| 2.2.3 Υδατάνθρακες | 12 |
| 2.2.4 Λίπη..... | 12 |
| 2.2.5 Ανόργανα συστατικά και Βιταμίνες..... | 13 |
| 2.3 Αλλοιώσεις ιχθύων κατά την συντήρηση | 13 |
| 2.3.1 Μεταθανάτιες μεταβολές..... | 13 |
| 2.3.2 Αυτόλυση των ιχθύων | 14 |
| 2.3.3 Χημική αλλοίωση | 15 |
| 2.3.4 Μικροβιακή αλλοίωση..... | 15 |
| 2.4 Αξιολόγηση ποιότητας ιχθύων..... | 17 |
| 2.4.1 Μεταβολή των φυσικών χαρακτηριστικών ποιότητας των ιχθύων | 18 |
| 2.4.2 Μεταβολή οργανοληπτικών χαρακτηριστικών ποιότητας ιχθύων..... | 19 |
| 3. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΕΜΠΟΔΙΩΝ, ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΑΛΙΕΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ | 20 |
| 3.1 Τεχνολογία εμποδίων | 20 |
| 3.2 Συντήρηση νωπών αλιευμάτων με ψύξη | 21 |
| 3.3 Συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (Μ.Α.Ρ) και ψύξη | 22 |
| 3.4 Αέρια που χρησιμοποιούνται στην Μ.Α.Ρ | 23 |
| 3.4.1 Διοξείδιο του άνθρακα | 23 |
| 3.4.2 Οξυγόνο | 24 |
| 3.4.3 Άζωτο | 25 |
| 3.4.4 Άλλα αέρια στην συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας..... | 25 |
| 3.5 Επίδραση των αερίων της συσκευασίας Μ.Α.Ρ στις χημικές και στις βιοχημικές ιδιότητες των τροφίμων | 25 |
| 3.6 Επίδραση των αερίων της συσκευασίας Μ.Α.Ρ στην δραστηριότητα των μικροοργανισμών..... | 26 |
| 3.7 Καθορισμός και σύσταση μίγματος | 28 |
| 3.8 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα συντήρησης αλιευμάτων σε συσκευασία Μ.Α.Ρ | 28 |
| 4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ | 31 |
| 4.1 Εισαγωγή | 31 |
| 4.2 Δημιουργία ερωτηματολογίου | 31 |
| 4.2.1 Μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης ερωτηματολογίου | 31 |
| 4.4 Πειραματικός σχεδιασμός. Ανάπτυξη νέου προϊόντος. Μελέτη διατηρησιμότητας απεντερωμένης/αποβραγχιωμένης τσιπούρας σε MAP σε εργαστηριακή κλίμακα..... | 31 |
| 4.4.1 Μικροβιολογικές αναλύσεις | 32 |
| 4.5 Πειραματικός σχεδιασμός. Ανάπτυξη νέου προϊόντος. Μελέτη διατηρησιμότητας απεντερωμένης/αποβραγχιωμένης τσιπούρας σε MAP σε βιομηχανική κλίμακα | 32 |
| 4.5.1 Μικροβιολογικές αναλύσεις | 32 |
| 4.5.2 Οργανοληπτικός έλεγχος | 33 |
| 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ | 35 |
| 5.1 Αποτελέσματα ερωτηματολογίου | 35 |
| 5.2 Ανάπτυξη νέου προϊόντος. Μελέτη διατηρησιμότητας | |

| | |
|---|----|
| απεντερωμένης/αποβραγχιωμένης τσιπούρας σε MAP σε εργαστηριακή κλίμακα..... | 43 |
| 5.3 Ανάπτυξη νέου προϊόντος. Μελέτη διατηρησιμότητας απεντερωμένης/αποβραγχιωμένης τσιπούρας σε MAP σε βιομηχανική κλίμακα | 46 |
| 5.4 Οργανοληπτικά αποτελέσματα | 47 |
| 5.4.1 Πρώτος έλεγχος/Ημέρα 0..... | 47 |
| 5.4.2 Δεύτερος έλεγχος/Ημέρα 5 | 48 |
| 5.4.3 Τρίτος έλεγχος/Ημέρα 10..... | 48 |
| 5.4.4 Τέταρτος έλεγχος/Ημέρα 15..... | 49 |
| 5.4.5 Οργανοληπτική αξιολόγηση δειγμάτων βασισμένη στη μέθοδο QIM..... | 49 |
| 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ | 50 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ | 53 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 58 |

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι όλο και αυξανόμενες διατροφικές ανάγκες σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις των καταναλωτών για φρέσκα υγιεινά και ασφαλή προϊόντα διατροφής οδηγούν την βιομηχανία τροφίμων στην προσπάθεια εύρεσης τρόπων κάλυψης αυτών των αναγκών. Ειδικότερα στον τομέα της ιχθυοκαλλιέργειας η ανάγκη για εύρεση αποτελεσματικών μεθόδων συντήρησης των αλιευμάτων με σκοπό την παράταση της διάρκειας ζωής αλλά και την διατήρηση της ποιότητας κρίνεται ως απόλυτα αναγκαία. Η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα σε συνδυασμό με την συντήρηση υπό συνθήκες ψύξης μπορούν να συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό προς αυτή την κατεύθυνση. Τα αέρια της συσκευασίας και ειδικότερα το CO₂ έχει αποδειχθεί ότι επιβραδύνει τόσο την μικροβιολογική όσο και την χημική αλλοίωση των ιχθυηρών.

Αρχική προσέγγιση στην παρούσα διατριβή ήταν μέσω ενός ερωτηματολογίου που απαντήθηκε από το πελατολόγιο της εταιρείας Γαλαξίδι Θαλάσσιες Καλλιέργειες να εξετασθεί η πρόθεση αγοράς προϊόντων ιχθυοκαλλιέργειας σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας. Στην συνέχεια μελετήθηκε σε εργαστηριακό επίπεδο για δείγματα απεντερωμένης/αποβραγχιωμένης τσιπούρας συσκευασμένης σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα M.A.P (CO₂: 50%, 30% N₂ και O₂: 20%), η επίδραση των αερίων στην ολική μικροβιακή χλωρίδα καθώς και στην ανάπτυξη των *Pseudomonas* sp και *Enterobacteriaceae* sp. Τέλος μελετήθηκε και σε βιομηχανική κλίμακα η επίδραση της συσκευασίας στην ολική μικροβιακή χλωρίδα καθώς και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αγορά έχει ανάγκη τέτοια προϊόντα και είναι διατεθειμένη να επωμιστεί την αύξηση στην τιμή. Φάνηκε ότι τα προϊόντα αυτά αναμένεται να αυξήσουν την κατανάλωση καθώς και την ικανοποίηση του αγοραστικού κοινού.

Όσον αφορά τις μικροβιολογικές αναλύσεις τόσο σε εργαστηριακή όσο και σε βιομηχανική κλίμακα φάνηκε ότι η τροποποιημένη ατμόσφαιρα επιβραδύνει την μικροβιακή ανάπτυξη. Κυρίαρχοι μικροοργανισμοί και υπεύθυνοι για την αλλοίωση ήταν αυτοί του γένους *Pseudomonas* sp. Στο κομμάτι των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών η απόρριψη ήρθε ανάμεσα στην 10^η με 15^η ημέρα και για τα δύο είδη συσκευασίας με την συμβατική συσκευασία σε αερόβιες συνθήκες να παρουσιάζει ελάχιστα χειρότερη εικόνα από τα αυτή της συσκευασίας M.A.P.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: Φρέσκα αλιεύματα, ποιότητα, διάρκεια ζωής, τροποποιημένη ατμόσφαιρα, μελέτη αγοράς

ΣΚΟΠΟΣ

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση κατέδειξε την ανάγκη εύρεσης τρόπων για την αύξηση της διάρκειας ζωής των φρέσκων αλιευμάτων με παράλληλη διατήρηση της υψηλής τους ποιότητας. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης που έχει η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα στα δύο αυτά χαρακτηριστικά και παράλληλα να εξετασθεί κατά πόσο η αγορά έχει ανάγκη για αυτά τα προϊόντα . Ειδικότερα έγινε ανάπτυξη ενός ερωτηματολογίου το οποίο απαντήθηκε από το πελατολόγιο της εταιρείας Γαλαξίδι Θαλάσσιες Καλλιέργειες. Στην συνέχεια μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα της τροποποιημένης ατμόσφαιρας σε απεντερωμένη/αποβραγχιωμένη τσιπούρα αναφορικά με την ανάπτυξη της ολικής μικροβιακής χλωρίδας καθώς και των μικροοργανισμών *Pseudomonas* sp και *Enterobacteriaceae* sp σε εργαστηριακές συνθήκες καθώς και σε συνθήκες βιομηχανίας. Τέλος μελετήθηκε και η μεταβολή των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του τελικού προϊόντος που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, κατά τη συντήρηση σε ψύξη.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάγκη του ανθρώπου για τροφή, είτε ζωικής είτε φυτικής προέλευσης, είναι τόσο παλιά όσο και η ιστορία του. Από τις πρώτες κοινωνίες των αρχαίων χρόνων, ο άνθρωπος αναζητούσε την τροφή του, μέσω του κυνηγιού στην ξηρά και μέσω του ψαρέματος στην θάλασσα. Η εξέλιξη του ανθρώπου στο πέρασμα των αιώνων ήταν ραγδαία όπως εξίσου και οι τρόποι εύρεσης τροφής. Στην προσπάθεια διαχείρισης του διατροφικού ζητήματος, ξεκίνησαν οι πρώτες καλλιέργειες τροφίμων φυτικής προέλευσης και η εκτροφή ζώων. Η καλλιέργεια της θάλασσα ήταν η τελευταία που αναπτύχθηκε λόγω των λιγοστών μέσων που διέθετε ο άνθρωπος εκείνα τα χρόνια.

Η υδατοκαλλιέργεια και κυρίως η ιχθυοκαλλιέργεια στην Ελλάδα, άρχισε να αναπτύσσεται στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Στα πρώτα χρόνια της ανάπτυξής της αντιπροσώπευε περίπου στο 2% της εγχώριας προσφοράς έναντι της συλλεκτικής αλιείας που αντιπροσώπευε το υπόλοιπο 98%. Από τις αρχές της δεκαετίας του 2000 η αναλογία αυτή άρχισε να μεταβάλλεται και σήμερα η ιχθυοκαλλιέργεια αντιπροσωπεύει το 63% της εγχώριας προσφοράς (Εκθεση ΣΕΘ, 2019).



Εικόνα 1: Προσφορά αλιευτικών προϊόντων στην Ελλάδα (Εκθεση ΣΕΘ, 2019)

Τα κύρια εκτρεφόμενα είδη στην Ελλάδα, είναι η τσιπούρα και το λαβράκι. Κατέχουν σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη διατροφή καθώς είναι τρόφιμα υψηλής διατροφικής αξίας, πλούσια σε ζωικές πρωτεΐνες, λίπη, βιταμίνες και πολλά άλλα πολύτιμα στοιχεία για την ανθρώπινη υγεία. Αποτελούν επίσης προϊόντα μεγάλης εμπορικής αξίας για την χώρα μας καθώς ο κλάδος της ιχθυοκαλλιέργειας διαχρονικά εξάγει σχεδόν το 80% της παραγωγής του, με συνολικό όγκο εξαγωγών για το 2019, 149.334 τόνους αξίας 684,3 εκ ευρώ συμβάλλοντας θετικά στο

εμπορικό ισοζύγιο της χώρας. Εξίσου σημαντική συνεισφορά στην οικονομία της χώρας είναι η απασχόληση 4260 ατόμων σε απομακρυσμένες περιοχές της Ελληνικής επικράτειας.

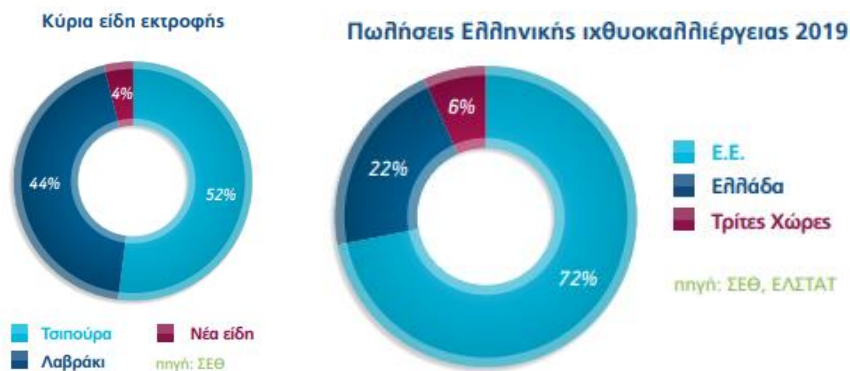
Η απαίτηση των καταναλωτών για τα προϊόντα αυτά αυξάνεται χρόνο με τον χρόνο. Στην αγορά διατίθενται κυρίως ως νωπά ολόκληρα ψάρια ή κάποιες φορές ως κατεψυγμένα. Ανάλογα με τις ανάγκες της εκάστοτε αγοράς τα νωπά ψάρια πωλούνται συνήθως ως ολόκληρα, ως εκσπλαχνισμένα (αφαίρεση εντόσθιων και βραγχίων) ή ως φιλέτα. Η μεταποίηση των ιχθυηρών προσθέτει σε εμπορική αξία, αλλά το μεγάλο μειονέκτημα της είναι η μείωση του χρόνου ζωής. Οι μεταθανάτιες αλλοιώσεις των ιχθυηρών που οφείλονται σε ένα σύνολο μικροβιολογικών και χημικών μεταβολών είναι ο κύριος λόγος της περιορισμένης διατηρησιμότητάς τους.

Στόχος της βιομηχανίας είναι ή ανάπτυξη προϊόντων άριστης ποιότητας, υψηλής διατροφικής αξίας και παράλληλα αυξημένης διάρκειας ζωής. Η συσκευασία των αλιευμάτων σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα είναι μια μέθοδος συσκευασίας με διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για τα ιχθυηρά που μπορεί να οδηγήσει στην παραγωγή προϊόντων με αυξημένη διάρκεια ζωής, καλύτερη εμφάνιση, χωρίς την χρήση συντηρητικών.

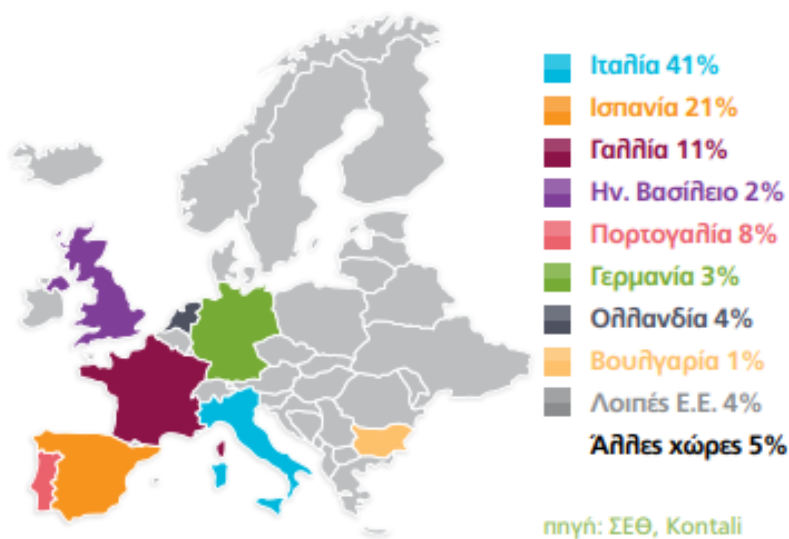
2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ ΑΛΙΕΥΜΑΤΩΝ

2.1 Κύρια εκτρεφόμενα είδη στην Ελλάδα

Η τσιπούρα, *Sparus aurata* (Linnaeus 1758) και το λαβράκι, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus 1758) είναι τα κύρια είδη που εκτρέφονται στην Ελλάδα και αποτελούν περίπου το 96% των πωλήσεων, ενώ ακολουθούν σε πολύ μικρότερη κλίμακα, περίπου 4%, όλα τα υπόλοιπα μεσογειακά είδη, όπως το μαγιάτικο (*Seriola dumerilli*) το λυθρίνι (*Pagellus erythrinus*), ο κρανιός (*Argyrosomus regius*), η συναγρίδα (*Dentex dentex*), το φαγκρί (*Pagrus pagrus*) κ.α. Σύμφωνα με στοιχεία του Συνδέσμου Ελληνικών Θαλασσοκαλλιεργειών (ΣΕΘ), η παραγωγή τσιπούρας και λαβρακιού για το 2019 ανήλθε συνολικά στους 120.500 τόνους (63.300 τόνοι τσιπούρας και 55.200 τόνοι λαβρακιού) με συνολική αξία 545,6 εκ. ευρώ. Η ελληνική ιχθυοκαλλιέργεια είναι έντονα εξωστρεφής κλάδος με διαχρονικό ποσοστό εξαγωγών 80%. Τα προϊόντα ελληνικής ιχθυοκαλλιέργειας διατέθηκαν το 2019 σε 42 χώρες με το μεγαλύτερο μέρος παραγωγής να απορροφούν η Ισπανία, η Ιταλία και η Γαλλία (Εκθεση ΣΕΘ, 2019).



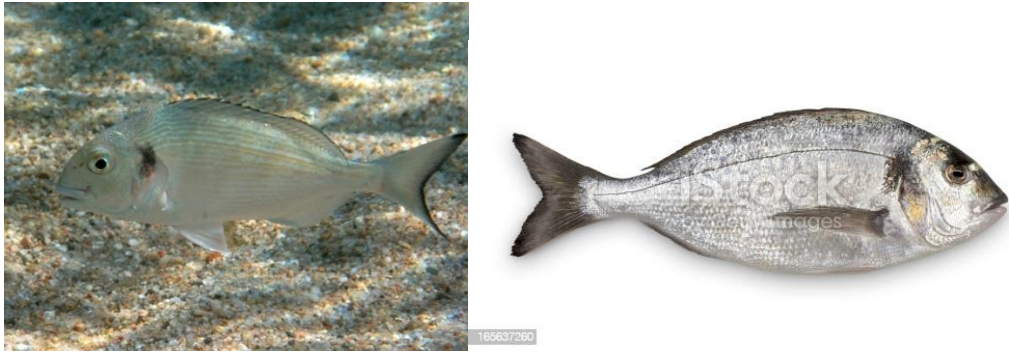
Εξαγωγές Ελληνικής ιχθυοκαλλιέργειας 2019



Εικόνα 2 : Στοιχεία παραγωγής και πωλήσεων Ελληνικών Ιχθυοκαλλιεργειών (Έκθεση ΣΕΘ, 2019)

2.1.1 Τσιπούρα

Η τσιπούρα ανήκει στην ομοταξία των οστεϋχθίων και συγκεκριμένα στην οικογένεια των Σπαρίδων (Παπαναστασίου, 1990). Το σχήμα της είναι ατρακτοειδές, πλευρικά συμπιεσμένο, ψηλό με μια μεγάλη μαύρη κηλίδα στο βραγχιακό της επικάλυμμα. Το ραχιαίο της πτερύγιο είναι ενιαίο – ακανθώδες και το ουραίο δίκερκο με λεπτή βάση. Το χρώμα της είναι ασημογκρίζο με κυανές αποχρώσεις στην ράχη και πιο ανοικτές στην κοιλιά, ενώ κατά μήκος του μετώπου της πάνω από το ύψος των οφθαλμών υπάρχει μια χρυσοκίτρινη λωρίδα από την οποία προέκυψε και το προηγούμενο επιστημονικό της όνομα, *Chrysophys aurata*. Το μήκος του ενήλικου ατόμου τσιπούρα είναι 30 – 70 cm (συνήθως 30 – 35 cm).



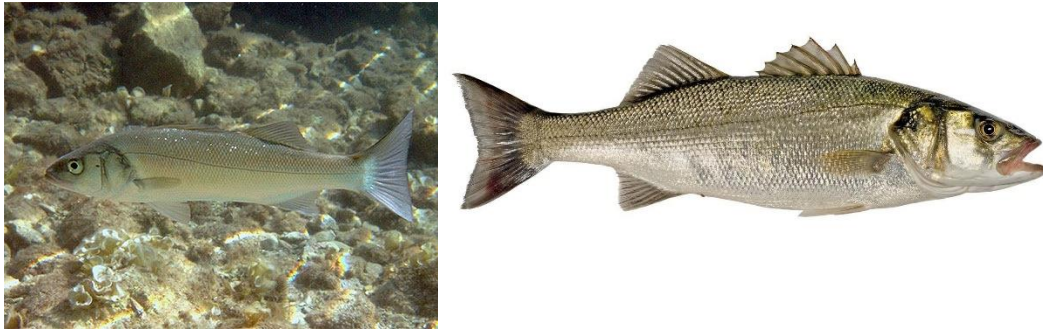
Εικόνα 3 : Τσιπούρα, *Sparus aurata*

Η τσιπούρα είναι ψάρι που απαντά στην Μεσόγειο και στις ανατολικές ακτές του Ατλαντικού ωκεανού από την Μεγάλη Βρετανία έως την Σενεγάλη ενώ λιγότερο συχνά στην Μαύρη θάλασσα. Είναι ένα ευρύαλο και ευρύθερμο ψάρι που μπορεί να ζήσει τόσο στην ανοικτή θάλασσα όσο και στις εκβολές ποταμών και σε λιμνοθάλασσες. Συναντάται συνήθως σε βάθη από 5 έως 30 μέτρα, (τα ενήλικα άτομα μπορεί να βρεθούν και σε βάθη έως 150 μέτρα) πάνω από αμμώδεις πυθμένες και λιβάδια ποσειδωνίας. Είναι ψάρι κυρίως σαρκοφάγο, που τρέφεται με μαλάκια ενώ περιστασιακά μπορεί να γίνει και φυτοφάγο. Στην εντατική εκτροφή της στα πρώτα στάδια της ζωής της η τσιπούρα τρέφεται με τροχόζωα και αρτέμια ενώ στην συνέχεια με ιχθυοτροφή.

Η τσιπούρα είναι πρώτανδρο ερμαφρόδιτο είδος. Γεννιέται και παραμένει αρσενικό για τα δύο πρώτα χρόνια της ζωής της ενώ στο τέλος του δεύτερου γίνεται η αναστροφή φύλου και εμφανίζονται τα πρώτα θηλυκά άτομα. Η αναστροφή φύλου δεν αφορά όλα τα άτομα του είδους ενώ οι παράγοντες που καθορίζουν ή συμβάλλουν στην αλλαγή δεν είναι σαφώς εξακριβωμένοι. Η αναπαραγωγή λαμβάνει χώρα από τον Οκτώβριο έως τον Δεκέμβριο με τα θηλυκά άτομα να γεννούν 20000 – 80000 αυγά ημερησίως (Kawai, 1996).

2.1.2 Λαβράκι

Το λαβράκι ανήκει στην ομοταξία των οστεύχθιων και συγκεκριμένα στην οικογένεια των Μορονίδων. Το σχήμα του είναι επίμηκες με σύνηθες μήκος 40 – 75 cm. Το όνομα δικέντραρχος έχει να κάνει με την παρουσία δύο ραχιαίων πτερυγίων, το πρόσθιο τριγωνικό και το οπίσθιο τραπεζοειδές. Το ουραίο πτερύγιο είναι μέτρια διχαλωτό ενώ το κανάλι της πλευρικής γραμμής είναι εκτεταμένο αλλά δεν εκτείνεται μέχρι την ουρά. Το χρώμα του είναι ασημογκρίζο με υποκίτρινο χρώμα στην περιοχή της κοιλιάς (Παπαναστασίου, 1990).



Εικόνα 4 : Λαβράκι, *Dicentrarchus labrax*

Το λαβράκι είναι ψάρι που απαντά στην Μεσόγειο και στις ακτές του βορειοανατολικού Ατλαντικού από την Νορβηγία έως την Σενεγάλη καθώς και στην Μαύρη θάλασσα. Όπως η τσιπούρα έτσι και το λαβράκι είναι ευρύαλο και ευρύθερμο είδος που συναντάται σε υφάλμυρα παράκτια ύδατα σε εκβολές ποταμών και σε λιμνοθάλασσες. Τα ενήλικα άτομα ζουν σε παράκτια νερά έως 100 m βάθος και προτιμούν τους ιλυοαμμώδεις πυθμένες. Στην Μεσόγειο και στην Μαύρη θάλασσα αναπαράγονται από τον Ιανουάριο έως τον Μάρτιο ενώ στις Βρετανικές Νήσους από τον Μάρτιο έως τον Ιούνιο.

Το λαβράκι είναι ψάρι που τρέφεται ευκαιριακά ενώ ανήκει στην κατηγορία των αρπακτικών. Τα θηράματα του είναι τα καβούρια, μικρότερα ψάρια, μαλάκια και γαρίδες (Χώτος και Ρογδάκης, 1992). Όπως η τσιπούρα έτσι και το λαβράκι στην εντατική εκτροφή του στα πρώτα στάδια της ζωής του τρέφεται με τροχόζωα και αρτέμια ενώ στη συνέχεια με ιχθυοτροφή.

2.2 Διατροφική αξία ιχθυηρών

Τα ιχθυηρά αποτελούν μια από τις καλύτερες πρωτεϊνικές τροφές υψηλής διατροφικής αξίας. Εκτός από τις πρωτεΐνες περιέχουν μεγάλη ποικιλία μικροθρεπτικών συστατικών συμπεριλαμβανομένων των ω – πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (EPA και DHA), καθώς και πολλές βιταμίνες (A, B, D), μέταλλα και ιχνοστοιχεία (Tacon and Metian, 2013). Είναι αναπόσπαστο μέρος της Μεσογειακής διατροφής και ιδανική φυσική τροφή για την μείωση των επιπέδων της LDL – χοληστερόλης, την ελάττωση της πηκτικότητας του αίματος και γενικά για την πρόληψη καρδιακών και εγκεφαλικών επεισοδίων (Dyerberg, 1985, Calder, 2004, Rudkowska et al., 2010, Lund, 2013). Συγκεκριμένα για την τσιπούρα και το λαβράκι, αξίζει να σημειώσουμε, την αναγνώριση της διατροφικής τους αξίας μέσω της ύπαρξης ισχυρισμού υγείας (ID 1317) ο οποίος αναφέρει ότι:

“Η κατανάλωση εκτρεφόμενου λαβρακίου και τσιπούρας δύο φορές την εβδομάδα, συνιστά μια πλούσια πηγή ω – πολυακόρεστων λιπαρών οξέων και αποτελεί στοιχείο υγιούς διατροφής που έχει καταδειχθεί να συμβάλει στη καλή υγεία της καρδιάς” (Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid

(DHA), docosapentaenoic acid (DPA) and maintenance of normal cardiac function (ID 504, 506, 516, 527, 538, 703, 1128, 1317, 1324, 1325), maintenance of normal blood glucose... (europa.eu))

2.2.1 Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες αποτελούν πολύτιμο συστατικό της βρώσιμης σάρκας των ιχθύων. Σχηματίζονται από περίπου 25 διαφορετικά αμινοξέα και συνιστούν το 18 – 21% του βάρους του φιλέτου. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες της σάρκας των ιχθύων, σε αντίθεση με το λιπιδικό περιεχόμενο, είναι εξαιρετικά σταθερή, ανεξάρτητη από εποχικές παραλλαγές με μικρές μόνο διαφορές μεταξύ των ειδών. Παρουσιάζουν υψηλή βιολογική αξία, παρόμοια με εκείνη των πρωτεϊνών του κρέατος και ελαφρώς χαμηλότερη από εκείνη του αυγού. Αξίζει επίσης να σημειωθεί η αυξημένη προσφορά, σε σχέση με το κρέας, βασικών αμινοξέων όπως η λυσίνη, η μεθειονίνη και η κυστίνη. Επιπροσθέτως, λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας σε κολλαγόνο, οι πρωτεΐνες των ιχθύων παρουσιάζουν εξαιρετική ευπεπτότητα.

Πίνακας 1: Μεταβολή πρωτεϊνικού περιεχομένου τσιπούρας σε σχέση με τον τρόπο εκτροφής της (Valente et al, 2011).

| | Intensive | Semi-Intensive | Integrated | Extensive |
|------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Dry Matter (% ww) | 29.7 (2.5) | 29.7 (2.0) | 26.5 (3.95) | 28.1 (1.9) |
| Protein (% ww) | 19.6 (1.2) | 19.7 (0.6) | 20.2 (0.1) | 20.2 (0.9) |
| % of total amino acids | | | | |
| Isoleucine | 7.03 ± 0.71 ^b | 8.30 ± 0.46 ^a | 7.30 ± 1.17 ^{ab} | 7.85 ± 0.01 ^{ab} |
| Leucine | 9.40 ± 0.64 | 9.40 ± 0.58 | 10.19 ± 0.88 | 9.38 ± 0.16 |
| Lysine | 5.40 ± 0.59 | 5.68 ± 0.17 | 5.57 ± 0.16 | 4.95 ± 0.23 |
| Methionine | 3.56 ± 0.24 ^{ab} | 2.86 ± 0.59 ^b | 3.61 ± 0.47 ^a | 3.57 ± 0.12 ^{ab} |
| Phenylalanine | 4.98 ± 0.29 | 5.23 ± 0.51 | 5.29 ± 0.22 | 5.34 ± 0.14 |
| Threonine | 5.84 ± 0.27 | 5.86 ± 0.19 | 5.70 ± 0.19 | 5.65 ± 0.01 |
| Valine | 6.39 ± 0.31 | 6.02 ± 0.16 | 6.21 ± 0.57 | 6.29 ± 0.25 |
| EAA | 42.61 ± 1.41 | 42.35 ± 1.69 | 43.88 ± 1.33 | 43.04 ± 0.30 |
| Alanine | 7.40 ± 0.46 | 7.00 ± 0.20 | 8.06 ± 1.30 | 7.45 ± 0.08 |
| Aspartic acid | 12.54 ± 1.30 | 13.09 ± 0.36 | 12.91 ± 1.28 | 12.51 ± 0.97 |
| Glutamic acid | 14.94 ± 1.40 | 13.85 ± 1.57 | 13.06 ± 0.11 | 13.17 ± 0.44 |
| Glycine | 6.90 ± 0.54 | 7.29 ± 0.28 | 7.69 ± 0.21 | 7.37 ± 0.002 |
| Histidine | 2.73 ± 0.23 | 2.61 ± 0.53 | 2.97 ± 0.36 | 3.09 ± 0.45 |
| Proline | 4.71 ± 0.38 | 5.21 ± 0.30 | 5.04 ± 0.47 | 4.89 ± 0.41 |
| Serine | 4.66 ± 0.36 | 4.95 ± 0.29 | 4.54 ± 0.75 | 4.54 ± 0.01 |
| Tyrosine | 2.88 ± 0.31 | 2.82 ± 0.26 | 2.18 ± 0.23 | 3.07 ± 0.06 |
| Cystine | 0.59 ± 0.21 | 0.83 ± 0.04 | 0.66 ± 0.09 | 0.85 ± 0.06 |
| NEAA | 57.39 ± 1.41 | 57.65 ± 1.69 | 56.11 ± 1.33 | 56.96 ± 0.30 |
| EAA / NEAA | 0.74 ± 0.04 | 0.74 ± 0.05 | 0.78 ± 0.04 | 0.75 ± 0.01 |

Τέλος όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, το πρωτεϊνικό περιεχόμενο στην τσιπούρα, παραμένει σταθερό ανεξάρτητα από τον τρόπο εκτροφής (Valente et al, 2011).

2.2.2 Αζωτούχες πτητικές ενώσεις

Πρόκειται για μικρού μοριακού βάρους υδατοδιαλυτές αζωτούχες ενώσεις μη πρωτεϊνικής φύσεως, οι οποίες απαντούν στο σαρκόπλασμα και στο μεσοκυτταρικό υγρό. Η περιεκτικότητα στα τελεόστερα αντιπροσωπεύει το 9-18% του συνολικού αζώτου και περιλαμβάνει πτητικές βάσεις (π.χ NH_3), ελεύθερα αμινοξέα, νουκλεοτίδια (ATP, ADP, AMP), νουκλεοζίτες, πουρινικές βάσεις (υποξανθίνη, ξανθίνη, αδενίνη γουανίνη), κρεατίνη καθώς και το οξειδίο της τριμεθυλαμίνης (TMAO) (Belitz et al., 2006). Η σύνθεση του κλάσματος των αζωτούχων εκχυλισματικών ουσιών εξαρτάται από την ηλικία του ψαριού, την εποχή καθώς και την ανατομική θέση του δείγματος ενώ είναι χαρακτηριστική για κάθε είδος.

2.2.3 Υδατάνθρακες

Ο κυριότερος υδατάνθρακας που απαντάται στους ιχθύες είναι το γλυκογόνο. Η περιεκτικότητα των μυών εξαρτάται από την διατροφή, την ηλικία, το είδος ενώ είναι μεγαλύτερη το χειμώνα και μικρότερη το καλοκαίρι (Παπαναστασίου, 1990). Λόγω της παράτασης της προθανάτιας αγωνίας αλλά και τον θάνατο των ιχθύων από ασφυξία με τα συνήθη μέσα αλιείας, η τελική περιεκτικότητα των ιστών σε υδατάνθρακες μειώνεται στο ελάχιστο.

2.2.4 Λίπη

Η κυριότερη διαφορά των ιχθύων από άλλες ομάδες τροφίμων συνίσταται στην ποιότητα του λίπους τους καθώς αυτό περιέχει σημαντικές ποσότητες πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFAs) κυρίως $\omega - 3$ λιπαρών οξέων. Η περιεκτικότητα σε λίπη στα ιχθυηρά παρουσιάζει διακυμάνσεις που εξαρτώνται από το είδος, την διατροφή του κάθε ζώου καθώς και την εποχή και κυμαίνεται από 0,1 έως 25%.

Η ανθρώπινη διατροφή έχει αλλάξει ραγδαία μετά την αγροτική επανάσταση σε σχέση με την προ – γεωργική εποχή. Στην προ – γεωργική εποχή η διαθέσιμη τροφή ήταν πλούσια σε $\omega - 3$ λιπαρά οξέα και χαμηλότερη σε $\omega - 6$, καθώς το διαιτολόγιο αποτελούταν από κρέας, ψάρια, όστρακα, μούρα, μέλι, ξηρούς καρπούς κ.α (Simopoulos, 2003). Μετά την γεωργική επανάσταση και την ένταξη των σιτηρών στο καθημερινό σιτηρέσιο, η αναλογία των $\omega - 3/\omega - 6$ άλλαξε δραματικά, καθώς τα σιτηρά είναι πλούσια πηγή $\omega - 6$ λιπαρών οξέων. Η ανθρώπινη γενετική ωστόσο δε μπόρεσε να συμβαδίσει με την τόσο γρήγορη αλλαγή με αποτέλεσμα να είμαστε ακόμα προσαρμοσμένοι σε μια διατροφή με πολύ υψηλότερη πρόσληψη $\omega - 3$ λιπαρών οξέων από αυτή που καταναλώνουμε (Simopoulos, 2001,2002b). Είναι σημαντικό για την ανθρώπινη υγεία να αυξήσουμε την πρόσληψη τροφών πλούσιες σε $\omega - 3$ λιπαρά οξέα όπως τα ιχθυηρά.

Προς αυτή την κατεύθυνση άλλωστε είναι και οι οδηγίες από την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των τροφίμων (EFSA), που έχει εγκρίνει διάφορους ισχυρισμούς υγείας που σχετίζονται με την κατανάλωση ψαριών.

2.2.5 Ανόργανα συστατικά και Βιταμίνες

Η περιεκτικότητα της σάρκας των ιχθύων σε βιταμίνες και ανόργανα συστατικά εξαρτάται από το είδος και ποικίλει ανάλογα με την εποχή του έτους. Η σάρκα τους είναι καλή πηγή υδατοδιαλυτών βιταμινών, όπως βιταμίνες του συμπλέγματος Β, με μοναδική εξαίρεση την βιταμίνη C που απουσιάζει σχεδόν σε όλα. Τα λιπαρά ψάρια μπορούν να αποτελέσουν εξαιρετικές πηγές λιποδιαλυτών βιταμινών όπως οι βιταμίνες Α και D. Η μορφή της βιταμίνης D που βρίσκεται στα ψάρια είναι η βιταμίνη D₃, η οποία είναι η μορφή που παράγεται στο δέρμα όταν εκτίθεται σε υπεριώδες φως και η οποία πρόσφατα έχει αποδειχθεί ότι έχει περισσότερο από 3 φορές μεγαλύτερη ισχύ σε σύγκριση με την βιταμίνη D₂ που βρίσκεται για παράδειγμα στα μανιτάρια (Holick, 2008b; Norman, 2008).

Όσον αφορά τα ανόργανα συστατικά η σάρκα των ιχθύων θεωρείται πολύ καλή πηγή ασβεστίου, φωσφόρου, σιδήρου αλλά και σεληνίου. Έχει βρεθεί ότι το σελήνιο που προέρχεται από τα ψάρια είναι εξαιρετικά βιοδιαθέσιμο για τον οργανισμό. Η βιοδιαθεσιμότητα του είναι μεγαλύτερη και από αυτή της μαγιάς (Fox et al., 2004).

Στους ιχθύες εκτροφής η περιεκτικότητα της σάρκας σε ανόργανα συστατικά και βιταμίνες, αντανakλά ως ένα βαθμό τα συστατικά της διαίτά τους. Έτσι οτιδήποτε προστεθεί ως συστατικό της ιχθυοτροφής μπορεί να παραμείνει εν μέρει και στο τελικό προϊόν (Huss, 1995).

2.3 Αλλοιώσεις ιχθύων κατά την συντήρηση

Ως αλλοίωση ενός τροφίμου εννοούμε την υποβάθμιση της ποιότητας του όσον αφορά κυρίως τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά (Huis in't Veld, 1996). Η αλλοίωση των τροφίμων και στην συγκεκριμένη περίπτωση των ιχθυηρών εκδηλώνεται σταδιακά και μπορεί να προέλθει από μικροβιακή δράση, χημικές αντιδράσεις, δράση ενδογενών ενζύμων (αυτόλυση), έντομα ή/και τρωκτικά και συνήθως είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο. Το ποσοστό συνεισφοράς του κάθε μηχανισμού στην συνολική αλλοίωση εξαρτάται από το είδος του αλιεύματος (λιπαρό ή άπαχο), τον τύπο του προϊόντος (νωπό, κατεψυγμένο) και τις συνθήκες αποθήκευσης (Ashie et al., 1996, Gram & Huss, 1996).

2.3.1 Μεταθανάτιες μεταβολές

Οι ιχθύες είναι προϊόντα εξαιρετικά ευαλλοιώτα με μικρή διάρκεια ζωής. Τούτο συμβαίνει γιατί ο ιστός τους είναι πλούσιος σε υγρασία, σε πρωτεϊνικό και μη – πρωτεϊνικό άζωτο και λόγω της χαμηλής περιεκτικότητάς τους σε υδατάνθρακες παρουσιάζει υψηλή μεταθανάτια τιμή pH (>6.0). Ακόμα υπάρχει μεγάλος αριθμός ενδογενών ενζύμων τα οποία εμπλέκονται σε πλήθος δραστηριοτήτων που είναι ικανές τελικά να υποβαθμίσουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Μετά το θάνατο ενός ψαριού και τη διακοπή της κυκλοφορίας του αίματος, ο ανεφοδιασμός των ιστών με οξυγόνο διακόπτεται με αποτέλεσμα να σημειώνονται σημαντικές αλλαγές στο σώμα. Οι αλλαγές, ωστόσο, ποικίλλουν ανάλογα με το μέγεθος των ψαριών, τη φυσική τους κατάσταση, την εποχή και τον τρόπο θανάτωσης. Η διακοπή της αιματικής κυκλοφορίας σηματοδοτεί την απαρχή μιας σειράς σύνθετων μεταβολών στο μυϊκό ιστό, οι σημαντικότερες από τις οποίες οφείλονται στην έλλειψη οξυγόνου και στη συσσώρευση απόβλητων προϊόντων του μεταβολισμού, κυρίως γαλακτικού οξέος και υδρογονικών ανιόντων. Συγκεκριμένα, η απουσία οξυγόνου αναγκάζει τους μυϊκούς ιστούς να ακολουθήσουν την αναερόβια αναπνοή (γλυκόλυση), στην οποία καταναλώνονται ενεργειακά μόρια ATP για την παραγωγή ενέργειας με παραπροϊόν το γαλακτικό οξύ και κατά συνέπεια την μείωση του pH. Όταν η συγκέντρωση του ATP έχει μειωθεί κατά το ήμισυ, η ακτινομουσίνη (βασική πρωτεΐνη των μυϊκών ινών) χάνει την ελαστικότητά της και συστέλλεται, ενώ ταυτόχρονα χάνει και ένα μέρος από το περιεχόμενο νερό της με αποτέλεσμα οι ιστοί των ιχθύων να γίνονται σκληροί και άκαμπτοι. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται νεκρική ακαμψία. Η νεκρική ακαμψία παρουσιάζεται λίγες ώρες μετά τον θάνατο των ψαριών με τους μύς τους να χάνουν την ελαστικότητά τους και να σκληραίνουν, και χάνεται λίγες μέρες αργότερα όπου οι μύς των ψαριών μαλακώνουν ξανά και γίνονται ελαστικοί. Η έναρξη και η λύση της νεκρικής ακαμψίας ποικίλλει από είδος σε είδος και εξαρτάται από την θερμοκρασία, τους χειρισμούς κατά την αλίευση το μέγεθος των ψαριών κ.α.

2.3.2 Αυτόλυση των ιχθύων

Η αρχική ποιοτική υποβάθμιση των ιχθύων ακριβώς μετά την θανάτωση τους οφείλεται στις αυτολυτικές αλλαγές. Στα πρώτα στάδια της αλλοίωσης τα αυτολυτικά ένζυμα υποβαθμίζουν την υφή του ψαριού αλλά δεν επηρεάζουν την οσμή και την γεύση οι οποίες παραμένουν χαρακτηριστικές του είδους (Hansen et al., 1996). Η αυτόλυση είναι ικανή να περιορίσει την διατηρησιμότητα καθώς και την ποιότητα των ιχθυηρών ακόμα και με σχετικά χαμηλά επίπεδα αλλοιογόνων οργανισμών.

Η ποιοτική υποβάθμιση της υφής του ψαριού προκύπτει από την φορμαλδεΐδη η οποία παράγεται κατά την ενζυμική διάσπαση του οξειδίου της τριμεθυλαμίνης (TMAO) σε διμεθυλαμίνη (DMA) και φορμαλδεΐδη. Επίσης τα πεπτικά ένζυμα προκαλούν εκτεταμένη αλλοίωση που οδηγεί σε μαλάκωμα της σάρκας, ρήξη του κοιλιακού τοιχώματος και διαρροή νερού από το αίμα το οποίο περιέχει πρωτεΐνες και λίπος (FAO, 1986). Τέλος στους μύς και στα σπλάχνα των ψαριών περιέχονται πρωτεολυτικά ένζυμα (καθεψίνες, κολλαγινάσες) τα οποία με την σειρά τους συμβάλλουν και αυτά στην αποδόμηση των μυών αλλά και στην παραγωγή μεταβολικών προϊόντων που προάγουν την μικροβιακή ανάπτυξη (Huss, 1995).

2.3.3 Χημική αλλοίωση

Στα αλιεύματα η βασικότερη κατηγορία χημικής αλλοίωσης αφορά την οξείδωση των λιπών και ακολουθεί η οξείδωση των βιταμινών και διάφορων συστατικών που συμβάλλουν στη γεύση και στο άρωμα. Άμεσο αποτέλεσμα της οξείδωσης είναι η ποιοτική υποβάθμιση των αλιευμάτων, η μείωση της διατροφικής τους αξίας και η αύξηση των επιβλαβών ενώσεων για την υγεία. Η οξείδωση των λιπών ή αλλιώς οξειδωτική τάγγιση μπορεί να συμβεί ενζυμικά ή μη ενζυμικά (αυτοοξείδωση). Η αυτοοξείδωση είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος οξειδωτικής αλλοίωσης των λιπαρών υλών στα ψάρια και κυρίως σε αυτά με μεγάλη ποσότητα λίπους. Ο μηχανισμός της αυτοοξείδωσης είναι πολύπλοκος με μεγάλο αριθμό ενδιάμεσων και τελικών προϊόντων. Επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες τόσο εξωτερικούς όπως η ηλικιακή ακτινοβολία, το οξυγόνο και η θερμοκρασία, όσο και από ενδογενείς όπως η περιεκτικότητα σε ακόρεστα λιπαρά οξέα και φωσφολιπίδια.

Για τον προσδιορισμό της οξείδωσης των λιπών χρησιμοποιούνται δείκτες όπως ο αριθμός ανισιδίνης (anisidine value, AnV), ο αριθμός υπεροξειδίων (peroxide value, PV) και η τιμή θειοβαρβιτουρικού οξέος (thiobarbituric acid, TBA).

2.3.4 Μικροβιακή αλλοίωση

Κατά τον Gill (1986), σαν μικροβιακή αλλοίωση των τροφίμων ορίζεται το κάθε σύμπτωμα ή ομάδα συμπτωμάτων που εκδηλώνονται με αλλαγές στην οσμή, την γεύση, το άρωμα ή στην γενικότερη εμφάνιση του τροφίμου λόγω μικροβιακής δραστηριότητας. Η αλλοίωση που οφείλεται στην μικροβιακή δραστηριότητα αποτελεί τον κυριότερο μηχανισμό υποβάθμισης της ποιότητας στα νωπά ιχθυηρά (Gram & Dalgaard, 2002). Στον Πίνακα 2 συνοψίζονται οι αλλαγές στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τροφίμων ως αποτέλεσμα παραγωγής προϊόντων του μικροβιακού μεταβολισμού.

Πίνακας 2: Μικροβιολογική αλλοίωση ιχθυηρών (Τροποποίηση από Gram et al., 1996)

| Μικροβιολογική δραστηριότητα | Οργανοληπτική εκδήλωση |
|--|---|
| Διάσπαση συστατικών του τροφίμου | Παραγωγή δυσάρεστων οσμών και γεύσης |
| Παραγωγή εξωκυτταρικού πολυσακχαριτικού υλικού | Σχηματισμός γλοιώδους επιφάνειας |
| Ανάπτυξη βακτηρίων, ζυμών και μυκήτων | Εμφάνιση ορατών, έγχρωμων ή μη αποικιών |
| Παραγωγή CO ₂ από υδατάνθρακες ή αμινοξέα | Παραγωγή αερίων |
| Παραγωγή χρωστικών ουσιών που διαχέονται | Αποχρωματισμός |

Η μικροβιακή χλωρίδα των φρέσκων ιχθύων επηρεάζεται περισσότερο από το περιβάλλον στο οποίο κινούνται και λιγότερο από το είδος τους. Η εξαιρετική ευπάθεια των ιχθυηρών έναντι των μικροβιολογικών αλλοιώσεων αποδίδεται γενικά στους εξής παράγοντες: 1) Τα ψάρια είναι ζώα ποικιλόθερμα ή ψυχρόαιμα με αποτέλεσμα η μικροβιακή τους χλωρίδα η οποία αποτελείται από ψυχρότροφα γένη βακτηρίων να έχει άριστες συνθήκες ανάπτυξης στις

χαμηλές θερμοκρασίες συντήρησης. 2) Το pH της σάρκας των ιχθύων παραμένει υψηλό ευνοώντας την μικροβιακή ανάπτυξη. Αυτό συμβαίνει λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας των ιχθυηρών σε υδατάνθρακες σε συνδυασμό με την προθανάτια αγωνία τους, τα οποία περιορίζουν σημαντικά την έκταση της μεταθανάτιας γλυκόλυσης και την παραγωγή γαλακτικού οξέος. 3) Η μεγάλη συγκέντρωση της σάρκας σε αζωτούχες εκχυλισματικές ύλες αποτελεί άριστο υπόστρωμα για την μικροβιακή ανάπτυξη.

Οι ιστοί των πρόσφατα αλιευμένων υγιών ψαριών θεωρούνται γενικά στείροι. Σε αντίθεση, η εξωτερική βλέννα, τα βράγχια και ο εντερικός σωλήνας φέρουν πολυάριθμη βακτηριακή χλωρίδα η οποία αντικατοπτρίζει τη χλωρίδα των υδάτων στο περιβάλλον εκτροφής. Μικροβιακή επιμόλυνση μπορεί να επιτευχθεί επίσης από μια πληθώρα μικροοργανισμών οι οποίοι προέρχονται είτε από τις πρακτικές αλίευσης είτε από τους χώρους επεξεργασίας και παραγωγής είτε τέλος από τον άνθρωπο. Έτσι στα ψάρια των εύκρατων κλιμάτων η μικροβιακή χλωρίδα αποτελείται από ομάδες μικροοργανισμών όπως τα ψυχρότροφα, Gram αρνητικά, ραβδόμορφα βακτήρια που ανήκουν στα γένη *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Shewanella*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Photobacterium* και *Aeromonas*. Επίσης σε μικρότερα ποσοστά συναντώνται και θετικά κατά Gram βακτήρια, όπως τα γένη *Bacillus*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Brochothrix* και *Lactobacillus* (Liston, 1960, Shewan et al., 1960). Ως μικροβιακή επιμόλυνση μπορούν να βρεθούν στον αρχικό μικροβιακό πληθυσμό και βακτηρία του γένους *Enterobacteriaceae*, *Listeria*, *Salmonella*, *Staphylococcus* (Huss et al., 200).

Από το σύνολο των μικροοργανισμών αυτών μόνο ένα κλάσμα θα φθάσει σε υψηλές συγκεντρώσεις και θα συνεισφέρει τελικά στην αλλοίωση. Ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει το κλάσμα των μικροοργανισμών αυτών, είναι "ειδικοί αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί" (specific spoilage organisms – OSO), ενώ ο ακριβής μηχανισμός δράσης τους δεν είναι γνωστός και εξαρτάται από διάφορους ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες με σημαντικότερο αυτόν της αποθήκευσης.

Στα ψάρια που προέρχονται από την Μεσόγειο Θάλασσα και συντηρούνται υπό αερόβιες συνθήκες και σε θερμοκρασία ψύξης οι δυο κύριες ομάδες μικροοργανισμών που είναι υπεύθυνες για την μικροβιακή αλλοίωση είναι η *Shewanella putrefaciens* και τα βακτήρια του γένους *Pseudomonas sp.* (Pacwuit et al., 2006). Συγκεκριμένα στην τσιπούρα η αρχική μικροβιακή χλωρίδα αποτελείται από βακτήρια του γένους *Pseudomonas*, *Psychrobacter*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Shewanella* και *Micrococcus* (Parlapani et al., 2015). Εν συνεχεία βρέθηκε ότι από τα παραπάνω βακτήρια αυτά που τελικά επικράτησαν και αποτέλεσαν τους κυρίαρχους μικροοργανισμούς αλλοίωσης ήταν τα βακτήρια του γένους *Pseudomonas spp* και δευτερευόντως αυτά του γένους *Shewanella* (Parlapani et al., 2015, Parlapani & Boziaris, 2016). Όταν οι συνθήκες αποθήκευσης αλλάξουν και αντικατασταθεί ο ατμοσφαιρικός αέρας με μίγμα

άλλων αερίων τότε αλλάζει και η σύσταση της μικροβιακής χλωρίδας όπως και οι ειδικοί αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί. Έτσι σε περιβάλλον τροποποιημένης ατμόσφαιρας η ανάπτυξη των βακτηρίων του γένους *Pseudomonas* spp παρεμποδίζεται και οι ειδικοί αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί που εντοπίζονται είναι τα γαλακτικά βακτήρια (Hussain et al., 1976) και το *Brochothrix thermosphacta* (Drosinos & Nychas, 1996).

Πίνακας 3: Ειδικοί αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί νωπών ιχθυηρών κατά τη συντήρηση σε θερμοκρασίες ψύξης.

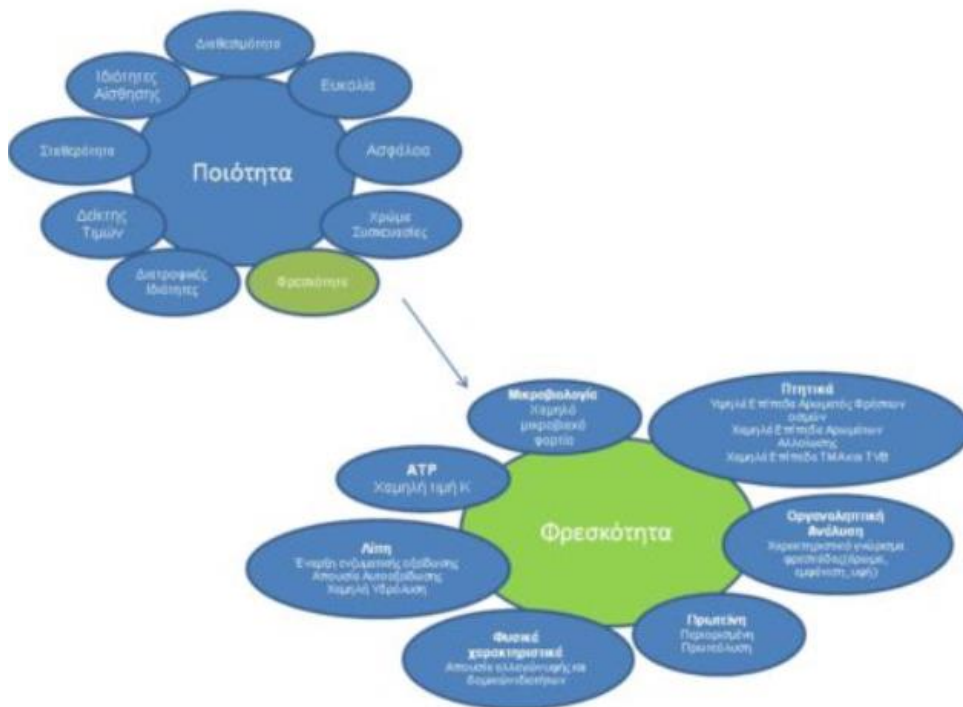
| Ατμόσφαιρα | Εύκρατη ζώνη | Τροπική ζώνη |
|-----------------|--|--|
| Αέρας | <i>Shewanella putrefaciens</i> ¹ <i>Pseudomonas</i> sp. ² | <i>Shewanella putrefaciens</i> ¹⁰ <i>Pseudomonas</i> sp. ^{10,11} |
| Κενό | <i>Shewanella putrefaciens</i> ³ <i>Photobacterium phosphoreum</i> ⁴ Γαλακτικά βακτήρια ^{5,6} <i>Brochothrix thermosphacta</i> ^{5,7} Άλλοι Gram - θετικοί ⁸ | Γαλακτικά βακτήρια ¹² Άλλοι Gram - θετικοί ¹² |
| CO ₂ | <i>Photobacterium phosphoreum</i> ⁹ Γαλακτικά βακτήρια ⁵ <i>Brochothrix thermosphacta</i> ⁵ | Γαλακτικά βακτήρια ¹³ Άλλοι Gram - θετικοί TMAO - ανάγοντα βακτήρια ¹⁴ |

¹ Levin (1968), Herbert et al. (1971), Jorgensen et al. (1989), ² Koutsoumanis et al. (1999a,b,2000), ³ Dalgaard et al. (1993), Jorgensen et al. (1988), ⁴ Dalgaard et al. (1993), ⁵ Koutsoumanis et al. (1998), ⁶ Tsironi et al. (2008), ⁷ Drosinos et al. (1996), ⁸ Hussain et al. (1976), ⁹ Dalgaard et al. (1993, 1995), ¹⁰ Gillespie et al. (1975), Gram (1992), ¹¹ Gram et al. (1990), ¹² Pedersen et al. (1995), ¹³ Banks et al. (1980), ¹⁴ Reddy et al. (1995)

2.4 Αξιολόγηση ποιότητας ιχθύων

Οι όλο και αυξανόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών για φρέσκα ψάρια αλλά και ψάρια που ζούν και τρέφονται κάτω από σωστές συνθήκες διαβίωσης, θέτει την ποιοτική αξιολόγηση τους ως παράγοντα υψίστης σημασίας (Caprino et al., 2008).

Η θρεπτική αξία, η μικροβιολογική ποιότητα, τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά καθώς και η απουσία παρασίτων και χημικών ουσιών είναι χαρακτηριστικά που καθορίζουν την ποιότητα. Παρόλαυτα η ποιότητα είναι έννοια που διαφοροποιείται από καταναλωτή σε καταναλωτή και συνήθως στα ψάρια θεωρείται ότι σχετίζεται άμεσα με την φρεσκότητα τους (Huss, 1995).



Εικόνα 4: Συσχέτιση μεταξύ ποιότητας και φρεσκότητας (Olafsdottir et al., 1997).

Η ποιότητα μπορεί να προσδιορισθεί με αισθητηριακές, χημικές και μικροβιολογικές παραμέτρους σύμφωνα με την ΕΕ (Καν.2406/1996). Οι μέθοδοι για την αξιολόγηση της ποιότητας των νωπών ιχθύων μπορούν να διακριθούν σε οργανοληπτικές και ενόργανες.

2.4.1 Μεταβολή των φυσικών χαρακτηριστικών ποιότητας των ιχθύων

Η εμφάνιση, το χρώμα, το μέγεθος, το σχήμα και η ομοιομορφία των ιχθύων είναι μερικά από τα σημαντικότερα φυσικά χαρακτηριστικά ποιότητας τους. Έχουν μεγάλη σημασία καθώς αποτελούν χαρακτηριστικά που επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τον βαθμό αποδοχής των ψαριών από τον καταναλωτή. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι μετρήσιμα με ενόργανες μεθόδους. Το χρώμα μπορεί να μετρηθεί χρησιμοποιώντας την χρήση των παραμέτρων χρώματος CIE (Commission International de l'Eclairage) Lab. Σύμφωνα με το σύστημα αυτό προσδιορίζονται τρεις παράμετροι το L, a και b όπου το L εκφράζει τη φωτεινότητα, το a το πράσινο και το κόκκινο χρώμα και το b, το μπλέ και το κίτρινο χρώμα (Botta, 1995). Η μέτρηση της υφής είναι ένα άλλο πολύ σημαντικό φυσικό χαρακτηριστικά το οποίο μπορεί να μετρηθεί με μεθόδους διάτρησης, συμπίεσης, κοπής και εφεκλισμού. Μέσω των μετρήσεων αυτών προσδιορίζονται χαρακτηριστικά όπως η προσκολλησιμότητα, η μασητικότητα, η συνεκτικότητα, η σκληρότητα και η ελαστικότητα. Για την ολοκλήρωση του προσδιορισμού της υφής τα αποτελέσματα των ενόργανων μεθόδων συσχετίζονται με οργανοληπτικά αποτελέσματα. (Breene, 1975, Bordeiras et al., 1983, Botta, 1991).

2.4.2 Μεταβολή οργανοληπτικών χαρακτηριστικών ποιότητας ιχθύων

Με την οργανοληπτική εξέταση αξιολογείται η εμφάνιση, η οσμή, η γεύση και η υφή του τροφίμου χρησιμοποιώντας τις ανθρώπινες αισθήσεις. Είναι πολύ διαδεδομένη μέθοδος και πραγματοποιείται είτε ενδοεταιρικά για την επιβεβαίωση της ποιότητας, είτε από εξειδικευμένους ελεγκτές για την έμμεση διαπίστευση της ποιότητας (Botta, 1995). Στον Πίνακα 3 μπορούμε να δούμε τις μεταβολές των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των ιχθύων κατά την συντήρηση υπό ψύξη σε συνάρτηση με τις ημέρες συντήρησης.

Πίνακας 4: Μεταβολή οργανοληπτικών χαρακτηριστικών ιχθύων κατά την συντήρηση σε θερμοκρασίες ψύξης (Botta, 1995).

| Ημέρες συντήρησης σε πάγο | Μεταβολές στην ποιότητα |
|---------------------------|---|
| 0-2 | Πολύ φρέσκο, λεπτή γεύση φυκιών, ελαφρώς μεταλλική γεύση. Μεγιστοποίηση γλυκιάς γεύσης μετά από 2-4 ημέρες στον μπακαλιάρο. Εμφανής νεκρική ακαμψία |
| 3-7 | Απώλεια χαρακτηριστικών οσμής και γεύσης. Σάρκα ουδέτερη γευστικά. Ελαστική υφή |
| 8-16 | Παραγωγή διαφόρων ανεπιθύμητων, πτητικών, οσμηρών ουσιών. Γεύση ξινή, πικρή, αμμωνίας και τάγγισμα. Υφή σκληρή και ξηρή |
| >16 | Εμφανείς αλλοιώσεις |

Η ανάγκη για τυποποίηση των διαδικασιών οργανοληπτικής αξιολόγησης οδήγησε στην δημιουργία διάφορων συστημάτων όπως αυτό της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή αυτό του Δείκτη Ποιότητας (Quality Index Method, QIM).

Το σχήμα που χρησιμοποιεί η Ευρωπαϊκή Ένωση αξιολογεί τα ψάρια, είτε ολόκληρα είτε εκσπλαχνισμένα, ως προς την εμφάνιση του δέρματος, των ματιών, των βραγχίων της βλέννας της οσμής της υφής και της κοιλιάς. Αφού αξιολογηθούν τα παραπάνω χαρακτηριστικά κατατάσσονται σε τέσσερα επίπεδα ποιότητας, E (extra), A (καλής ποιότητας), B (ικανοποιητική ποιότητα) και C ή αλλιώς Unfit όπου είναι το μη αποδεκτό επίπεδο για ανθρώπινη κατανάλωση.

Το δεύτερο σχήμα που προτείνεται και από την ΕΕ είναι αυτό του Δείκτη Ποιότητας όπου βαθμολογεί με χρήση κλίμακας από 0 – 3 (0: εξαιρετικά φρέσκο, 3:εμφανείς αλλοιώσεις) τη μεταβολή των χαρακτηριστικών ποιότητας. Εν συνεχεία γίνεται άθροιση των επιμέρους βαθμολογιών οδηγώντας σε ένα τελικό αριθμητικό αποτέλεσμα (score) το οποίο είναι ενδεικτικό του βαθμού φρεσκότητας των ιχθύων. Η μέθοδος αυτή είναι μη καταστρεπτική βασίζεται στην άμεση οργανοληπτική παρατήρηση και είναι κατάλληλη για την πρώιμη φάση της συντήρησης

των ψαριών. Στη μέθοδο αυτή έχει στηριχθεί και εφαρμογή για τα κινητά τηλέφωνα ώστε να μπορούν οι καταναλωτές να αξιολογήσουν σωστά την ποιότητα των αλιευμάτων που θέλουν να αγοράσουν.

Πίνακας 5: Μέθοδος QIM για την οργανοληπτική εξέταση μπακαλιάρου (Luten et al., 1997)

| Παράμετρος ποιότητας | Περιγραφή | Βαθμός | | |
|----------------------|------------------|------------------------------------|---------------------------------|---|
| Εμφάνιση | Δέρμα | Λαμπερό, ιριδίζων χρωματισμός | 0 | |
| | | Ελαφρώς θαμπό, αρχή αποχρωματισμού | 1 | |
| | | Θαμπό | 2 | |
| Ακαμψία | Ακαμψία | Νευρική ακαμψία | 0 | |
| | | Σταθερό, ελαστικό | 1 | |
| | | Μαλακό | 2 | |
| | | Πολύ μαλακό | 3 | |
| | | Κερατοειδής | 0 | |
| Μάτια | Κερατοειδής | Καθαρός | 0 | |
| | | Ιριδίζων | 1 | |
| | | Γαλακτώδης | 2 | |
| | Σχήμα | Κυρτό | 0 | |
| | | Επίπεδο, ελαφρά βυθισμένο | 1 | |
| | | Βυθισμένο, κοίλο | 2 | |
| | Χρώμα κόρης | Χρώμα | Μαύρο | 0 |
| | | | Αδιαφανές | 1 |
| | | | Γκρι | 2 |
| | | | Φωτεινό | 0 |
| Βράγχια | Χρώμα | Λιγότερο χρωματισμένο | 1 | |
| | | Αποχρωματισμένο, καφέ κηλίδες | 2 | |
| | | Καφέ | 3 | |
| | | Οσμή | Φρέσκια, φυκιών, μεταλλική | 0 |
| | | | Ουδέτερη, μπαγιάτικη | 1 |
| | Ζύμη, ψωμί, μύρα | | 2 | |
| | Βλέννα | Χρώμα | Οξικό οξύ, θεικό, πολύ όξινο | 3 |
| | | | Καθαρή | 0 |
| | | | Γαλακτώδης | 1 |
| | | | Γαλακτώδης, σκοτεινή, αδιαφανής | 2 |
| Διαφανές, γαλαζωπό | | | 0 | |
| Φιλέτα | Χρώμα | Κηρώδες, γαλακτώδες | 1 | |
| | | Αδιαφανές, κίτρινο, καφέ κηλίδες | 2 | |
| | | Κόκκινο | 0 | |
| Αίμα | Χρώμα | Σκούρο κόκκινο | 1 | |
| | | Καφέ | 2 | |

3.ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΕΜΠΟΔΙΩΝ, ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΑΛΙΕΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

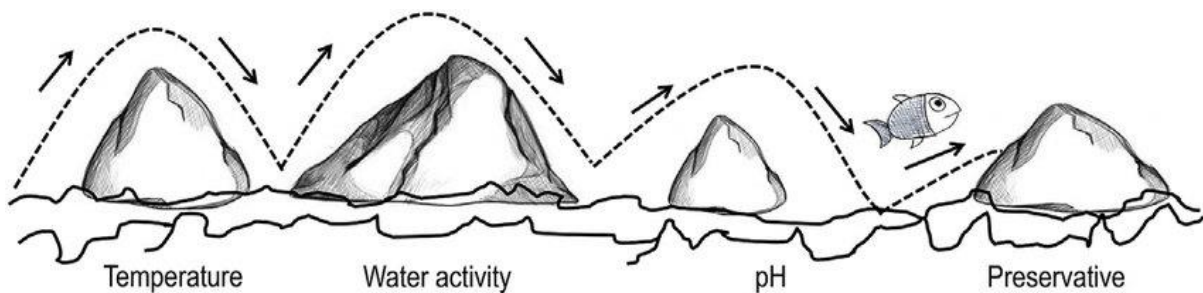
3.1 Τεχνολογία εμποδίων

Η αλλαγή στον τρόπο ζωής του καταναλωτή, η προσπάθεια για ισορροπημένη και υγιεινή διατροφή και η εξέλιξη του λιανικού εμπορίου, έχουν οδηγήσει σε αύξηση των απαιτήσεων για φρέσκο, φυσικό, υγιεινό και πρακτικό τρόπο παραγωγής και συσκευασίας τροφίμων (Oluwafemi et al, 2013). Οι καταναλωτές προτιμούν προϊόντα ποιοτικά, ασφαλή, ελάχιστα επεξεργασμένα και με ελάχιστη η καθόλου προσθήκη συντηρητικών, τα οποία να έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Η αύξηση αυτή των απαιτήσεων αλλά και η εξέλιξη της τεχνολογίας, οδήγησαν στην υιοθέτηση νέων τεχνικών από την βιομηχανία που επιτρέπουν την κάλυψη όλων των παραπάνω αναγκών. Ο Leistner, διατύπωσε την θεωρία των εμποδίων (Hurdles Theory) η οποία αποτελεί μια μέθοδο συνδυαστικής εφαρμογής μεθόδων συντήρησης που οδηγεί στην

ανάσχεση της αλλοίωσης των τροφίμων από τους μικροοργανισμούς. Έτσι κάθε παρεμποδιστικός παράγοντας μπορεί να θεωρηθεί ως ένα εμπόδιο. Παρόλο που η θεωρία του Leistner είναι σχετικά πρόσφατη, η πολυπαραγοντική συντήρηση των τροφίμων χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα.

Η βιομηχανία τροφίμων στις μέρες μας, χρησιμοποιεί μια σειρά από παράγοντες παρεμπόδισης όπως η θερμοκρασία, η οξύτητα (pH), η ενεργότητα νερού (a_w), η συσκευασία σε μείγμα αερίων και τα διάφορα πρόσθετα συντηρητικά (νιτρικά, σορβικό κ.α). Οι παραπάνω παράγοντες μπορούν να εφαρμοσθούν ταυτόχρονα ή διαδοχικά και με οποιοδήποτε συνδυασμό ανάλογα με την συνολική επεξεργασία (Leistner και Gorris, 1995). Ο σωστός και έξυπνος συνδυασμός είναι υψίστης σημασίας καθώς επιτρέπει της εφαρμογή ηπιότερων εμποδίων με επαρκή αντιμικροβιακή δράση, χωρίς δυσάρεστες επιπτώσεις στην ποιότητα (Jay, 2005).

Συγκεκριμένα στα ιχθυηρά, οι μέθοδοι συντήρησης (που καθορίζονται από την εφαρμογή των απαιτούμενων εμποδίων) μπορεί να αφορούν φυσικές διεργασίες (π.χ θέρμανση, ψύξη, αφυδάτωση κτλ), προσθήκη ουσιών (π.χ αλάτι, διάφορα αντιμικροβιακά), συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα κτλ. Η πλέον διαδεδομένη μέθοδος συντήρησης είναι αυτή της ψύξης, το εμπόδιο της θερμοκρασίας, η οποία όμως παύει να υφίσταται με την διακύμανση της θερμοκρασίας κατά την διανομή και αποθήκευση του προϊόντος με αποτέλεσμα την ποιοτική του υποβάθμιση (Tsironi et al., 2020). Ο συνδυασμός της ψύξης με άλλα εμπόδια μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στην διατηρησιμότητα του προϊόντος.



Εικόνα 5: Τεχνολογία εμποδίων στα ψάρια (Tsironi et al., 2020).

3.2 Συντήρηση νωπών αλιευμάτων με ψύξη

Γενικά ως συντήρηση με ψύξη εννοείται η αποθήκευση τροφίμων σε θερμοκρασίες από -1 έως $+15$ C. Συγκεκριμένα στα ψάρια η διατήρηση σε ψύξη γίνεται από 0 έως $+7$ C. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η θερμοκρασία αποτελεί από τους σημαντικότερους παράγοντες για την βακτηριακή ανάπτυξη. Τα ψάρια αλλοιώνονται με μεγάλη ταχύτητα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος καθώς επιταχύνεται η βακτηριακή ανάπτυξη και για τον λόγο αυτό η ψύξη αποτελεί τον πιο δημοφιλή τρόπο συντήρησής τους, όπου η βακτηριακή δραστηριότητα επιβραδύνεται. Ο συνηθέστερος τρόπος ψύξης του προϊόντος είναι η χρήση πάγου στην επιφάνεια του

αλιεύματος με αποτέλεσμα την ταχεία πτώση της θερμοκρασίας του. Η πτώση αυτή της θερμοκρασίας μειώνει τον ρυθμό των χημικών και μικροβιολογικών αλλοιώσεων και οδηγεί στην επέκταση της διάρκειας ζωής. Το αρνητικό της μεθόδου αυτής είναι ο αποχρωματισμός των βραγχίων. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την διατήρηση των αλιευμάτων είναι πολλοί και εκτείνονται από το νερό εκτροφής έως την υγιεινή κατά την επεξεργασία και συσκευασία. Έτσι οι ενέργειες για την γρήγορη πτώση της θερμοκρασίας ξεκινούν αμέσως μετά την αλίευση με την εμβάπτιση των ψαριών σε παγόνερο (Tsironi & Taoukis, 2010, Tsironi, 2016).

3.3 Συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (M.A.P) και ψύξη

Η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (Modified Atmosphere Packaging, M.A.P) σε συνδυασμό με τις χαμηλές θερμοκρασίες συντήρησης είναι μια αποτελεσματική μέθοδος που επιτυγχάνει την επέκταση της διάρκειας ζωής των τροφίμων συμπεριλαμβανομένων και των ιχθυηρών (DeWitt, 2016). Διατηρεί την ποιότητα των τροφίμων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα καθώς επιβραδύνει το ρυθμό χημικών και βιοχημικών αντιδράσεων και παράλληλα εμποδίζει ή επιβραδύνει την ανάπτυξη αλλοιογόνων και παθογόνων μικροοργανισμών. Ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει 78,08% (v/v) άζωτο, 20,95% (v/v) οξυγόνο, 0,93% (v/v) αργό, 0,03% (v/v) διοξείδιο του άνθρακα και εννέα άλλα αέρια σε πολύ μικρές περιεκτικότητες. Η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα ορίζεται ως η συσκευασία ενός τροφίμου σε ατμόσφαιρα με διαφορετική σύσταση από αυτή του ατμοσφαιρικού αέρα. Κατά τον Day (2003) η MAP συνδέεται άμεσα με τις ακόλουθες τεχνολογίες:

- Συσκευασία υπό ελεγχόμενη ατμόσφαιρα
- Αποθήκευση υπό ελεγχόμενη ατμόσφαιρα
- Αποθήκευση υπό κενό
- Ενεργός συσκευασία

Η σύνθεση της ατμόσφαιρας μέσα στον περιέκτη δεν παραμένει σταθερή αλλά μεταβάλλεται, ως αποτέλεσμα της μικροβιακής δραστηριότητας, της αναπνευστικής δραστηριότητας των προϊόντων καθώς και της συνεχόμενης ανταλλαγής αερίων με το περιβάλλον, λόγω της διαπερατότητας του περιέκτη. Η χρήση της τεχνολογίας της τροποποιημένης ατμόσφαιρας έχει νόημα εφόσον το υλικό συσκευασίας έχει τις κατάλληλες ιδιότητες φραγμού ώστε η σύσταση του μίγματος να παραμένει σταθερή για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο διάστημα.

Η χρήση των αερίων για την συντήρηση των τροφίμων είναι μέθοδος γνωστή πάνω από μισό αιώνα. Τα τελευταία όμως χρόνια παρατηρείται περαιτέρω ανάπτυξη.

3.4 Αέρια που χρησιμοποιούνται στην M.A.P

Η αναλογία των αερίων στο μείγμα καθορίζεται κατά την στιγμή της εισαγωγής και πριν την τελική σφράγιση της συσκευασίας. Η σύνθεση του αέριου μίγματος αλλάζει από την αρχική σύνθεση κατά την διάρκεια της αποθήκευσης ως αποτέλεσμα της χημικής, ενζυμικής και μικροβιολογικής δραστηριότητας του τροφίμου. Τα συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα αέρια στην MAP είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το οξυγόνο και το άζωτο. Συγκεκριμένα τα μίγματα αερίων που προτείνονται για μη λιπαρά ψάρια είναι 30% O₂, 40% CO₂, 30% N₂, ενώ για καπνιστά και λιπαρά ψάρια 40% CO₂, και 60% N₂ (Cooksey, 2013).

3.4.1 Διοξείδιο του άνθρακα

Είναι το σημαντικότερο αέριο στη MAP λόγω της βακτηριοστατικής αλλά και μυκητοστατικής του δράσης, της μεγάλης διαλυτότητας του στο νερό και στις λιπαρές ουσίες αλλά και της σημαντικής μείωσης που επιφέρει στο pH του τροφίμου μέσω της διάστασης του ανθρακικού οξέος.

Αναστέλλει την ανάπτυξη πολλών βακτηρίων που αλλοιώνουν τα τρόφιμα, η δε αναστολή αυτή αυξάνεται αυξανόμενης της συγκέντρωσης του στο μίγμα (Sivertsvik et al, 2002), καθώς και με την μείωση της θερμοκρασίας συντήρησης του τροφίμου. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό έναντι των Gram – αρνητικών, αερόβιων βακτηρίων όπως τα είδη του γένους *Pseudomonas*. Η συνολική επίδραση του στους μικροοργανισμούς είναι η επιμήκυνση της φάσης προσαρμογής και η μείωση του ειδικού ρυθμού αύξησης των μικροοργανισμών κατά την λογαριθμική φάση ανάπτυξης τους (Farber, 1991).

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την παρεμποδιστική δράση του διοξειδίου του άνθρακα, όπως είναι η θερμοκρασία, το pH, η μερική πίεση του διοξειδίου του άνθρακα, το περιεχόμενο οξυγόνο, ο όγκος του αερίου στη συσκευασία, η ενεργότητα του νερού, η αρχική ολική μικροβιακή χλωρίδα, το είδος των μικροοργανισμών και το στάδιο αύξησής τους, καθώς και τα εγγενή χαρακτηριστικά του τροφίμου (Farber, 1991). Όπως προαναφέρθηκε το μέγιστο επιθυμητό αποτέλεσμα της βακτηριοστατικής δράσης επιτυγχάνεται με την συντήρηση των προϊόντων σε χαμηλές θερμοκρασίες, λόγω της διαλυτότητας του διοξειδίου του άνθρακα η οποία μειώνεται όσο η θερμοκρασία συντήρησης αυξάνεται (Daniel et al, 1985). Έτσι η παρεμπόδιση είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του διαλυμένου διοξειδίου στο τρόφιμο. Μετά το άνοιγμα της συσκευασίας το διοξείδιο του άνθρακα απελευθερώνεται αργά από το τρόφιμο συνεχίζοντας όμως να προσφέρει μια προστατευτική επίδραση για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, φαινόμενο το οποίο ονομάζεται υπολειμματική δράση του διοξειδίου του άνθρακα (Sivertsvik et al, 2002).

Ο ακριβής μηχανισμός δράσης του στους ιστούς των τροφίμων αλλά και στους μικροοργανισμούς δεν είναι πλήρως γνωστός. Οι κυριότεροι μηχανισμοί δράσης του συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Μεταβολή της λειτουργίας της κυτταρικής μεμβράνης, συμπεριλαμβανομένου των επιπτώσεων στην πρόσληψη και απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών.
- Άμεση αναστολή της λειτουργίας ή μείωση του ρυθμού των ενζυμικών αντιδράσεων.
- Διείσδυση διαμέσου των μεμβρανών, με αποτέλεσμα ενδοκυτταρική αλλαγή του pH
- Άμεσες αλλαγές στις φυσικοχημικές ιδιότητες των πρωτεϊνών.

Τέλος αξίζει να σημειώσουμε ότι το διοξείδιο του άνθρακα διαπερνά τις μεμβράνες συσκευασίας έως 30 φορές πιο γρήγορα σε σχέση με το άζωτο και το οξυγόνο και είναι περισσότερο λιπο – και υδατοδιαλυτό. Επειδή η διαλυτότητα του εξαρτάται επίσης και από την σύσταση του τροφίμου, αυτή αυξάνεται αυξανόμενης της περιεκτικότητας του τροφίμου σε υγρασία. Έτσι τρόφιμα με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία και λίπος, όπως τα ψάρια, απορροφούν τόσο πολύ διοξείδιο του άνθρακα, ώστε μπορεί να επέλθει κατάρρευση προς τα μέσα (snugging down) της εύκαμπτης συσκευασίας M.A.P λόγω της μείωσης της εσωτερικής πίεσης και στη συνέχεια μείωσης του όγκου του ελεύθερου χώρου μέσα στη συσκευασία, ώστε να εξισωθεί η πίεση με την εξωτερική. Επίσης στα νωπά ιχθυηρά καθώς και στα κρέατα, οι πολύ υψηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου διοξειδίου του άνθρακα, λόγω της μείωσης του pH κοντά στο ισοηλεκτρικό σημείο των πρωτεϊνών, μπορεί να προκαλέσουν κατάρρευση των πρωτεϊνικών δομών, απώλεια οπτού και κατά συνέπεια καταστροφή της υφής των ιστών. Η απώλεια των υγρών εξαρτάται και από την θερμοκρασία, όσο μικρότερη είναι η θερμοκρασία τόσο λιγότερη απώλεια υγρών έχουμε καθώς αποφεύγεται η μετουσίωση των πρωτεϊνών. Για την απορρόφηση των υγρών αυτών συνήθως στη βάση της συσκευασίας τοποθετείται απορροφητικό υπόθεμα.

3.4.2 Οξυγόνο

Το οξυγόνο είναι αέριο άχρωμο και άοσμο με χαμηλή διαλυτότητα στο νερό, απαραίτητο για την ανάπτυξη των αερόβιων μικροοργανισμών που προκαλεί διάφορες αντιδράσεις ποιοτικής υποβάθμισης στα τρόφιμα, όπως οξειδωση των λιπών σε κρέατα και ιχθυηρά, ενζυμική αμάυρωση σε φρούτα και λαχανικά καθώς και οξειδωση των βιταμινών και των χρωστικών (Sandhya, 2009).

Στις συσκευασίες MAP, καταβάλλεται προσπάθεια για την διατήρηση του σε χαμηλές συγκεντρώσεις, ώστε να εμποδίζεται ο ρυθμός οξειδωσης των τροφίμων αλλά και να εμποδίζεται η αύξηση των αερόβιων αλλοιογόνων μικροοργανισμών (Monahan, 2003). Εντούτοις, υπάρχουν και εξαιρέσεις όπου το οξυγόνο είναι απαραίτητο, όπως τα νωπά φρούτα και λαχανικά για την αναπνοή, το κρέας για την διατήρηση του κόκκινου χρώματος και τέλος τα λευκά ψάρια

όπου η δημιουργία αναερόβιων συνθηκών μπορεί να ευνοήσει την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών όπως το *Clostridium botulinum* (Martinez et al., 2005).

3.4.3 Άζωτο

Το άζωτο είναι σχετικά άοσμο, άγευστο, άχρωμο αδρανές αέριο που χρησιμοποιείται ως διαλύτης των άλλων αερίων, αλλά και ως αέριο συμπλήρωσης (filler gas). Στις συσκευασίες MAP, χρησιμοποιείται για να καθυστερεί την αερόβια μικροβιακή αλλοίωση, απομακρύνοντας το οξυγόνο. Επιπλέον δρα ως αέριο πληρώσεως για την αποφυγή κατάρρευσης της συσκευασίας (Sandhya, 2009).

3.4.4 Άλλα αέρια στην συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας

Εκτός των προαναφερόμενων αερίων επιπλέον αέρια που έχουν εφαρμογή σε συσκευασίες MAP είναι το μονοξειδίο του άνθρακα, το διοξείδιο του θείου καθώς και διάφορα ευγενή αέρια.

Το μονοξειδίο του άνθρακα είναι αέριο πολύ τοξικό και εκρηκτικό. Έχει χαμηλή διαλυτότητα στο νερό και υψηλή σε οργανικούς διαλύτες. Στις Η.Π.Α έχει αδειοδοτηθεί η χρήση του για την αποφυγή αμαύρωσης του μαρουλιού (Sandhya, 2009). Ακόμα έχει μελετηθεί εκτενώς η χρήση του σε κόκκινα κρέατα λόγω της δυνατότητας του να επιβραδύνει το σχηματισμό της μεταμυοσφαιρίνης και την οξειδωτική τάγγιση των λιπαρών.

Το διοξείδιο του θείου, παρουσιάζει μηκυτοστατικές και βακτηριοστατικές ιδιότητες σε περιβάλλον με χαμηλό pH (Arvanitoyannis, 2012).

Τέλος τα ευγενή αέρια (ήλιον, αργόν, νέον και ξένον) παρατείνουν τη διάρκεια ζωής των φρούτων και λαχανικών (Arvanitoyannis, 2012).

3.5 Επίδραση των αερίων της συσκευασίας M.A.P στις χημικές και στις βιοχημικές ιδιότητες των τροφίμων

Όπως είναι γνωστών η αλλοίωση των τροφίμων συντελείται εκτός από την δράση των μικροοργανισμών και από χημικές και βιοχημικές αντιδράσεις. Το οξυγόνο είναι το αέριο που λόγω της δραστικότητάς του έχει μελετηθεί εκτενώς.

Είναι γνωστή η επίδραση του οξυγόνου στους μικροοργανισμούς, εκτός όμως από αυτούς το οξυγόνο μπορεί να προωθήσει την οξειδωση των λιπών, να επηρεάσει το χρώμα ορισμένων χρωστικών, να συμβάλει στην ενζυμική αμαύρωση και να προσκαλέσει αστοχίες στην οσμή και στην γεύση στα αλιεύματα. Έτσι ανάλογα με το προϊόν που συσκευάζεται σε συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας η προσθήκη οξυγόνου μπορεί να συμβάλει είτε θετικά είτε αρνητικά στην ποιότητά του. Κατά την οξειδωτική τάγγιση, απορροφάται οξυγόνο από την λιπαρή ύλη, με αποτέλεσμα την τάγγιση του προϊόντος. Είναι μια περίπλοκη διαδικασία και ο βαθμός της εξαρτάται από τη σύσταση και το βαθμό ακορεστότητας των λιπαρών υλών, την

παρουσία και την δραστικότητα αντιοξειδωτικών, την πίεση του οξυγόνου, τη φύση του υποστρώματος που εκτίθεται στο οξυγόνο και τις συνθήκες αποθήκευσης των τροφίμων που περιέχουν λίπη και έλαια. Η κυριότερη αιτία των ανεπιθύμητων αντιδράσεων του οξυγόνου είναι η δημιουργία ελεύθερων ριζών που το περιέχουν και είναι ασταθής καθώς και ιδιαίτερα δραστικές και έχουν την τάση να δίνουν οξυγόνο σε άλλα μόρια τα οποία οξειδώνονται. Αρκετές κατηγορίες τροφίμων, αναμεσά τους και τα αλιεύματα, είναι πολύ ευαίσθητες σε οξειδωτικές αντιδράσεις. Οι αντιδράσεις αυτές μπορούν να ξεκινήσουν αλυσιδωτές αντιδράσεις, οι οποίες θα οδηγήσουν στην αλλοίωση της οσμής και της γεύσης και αυτό να γίνει σχετικά γρήγορα. Η συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας με χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο μπορεί να καθυστερήσει την εμφάνιση σφαλμάτων γεύσης και οσμής λόγω οξείδωσης.

Το άζωτο όπως προαναφέρθηκε είναι ένα αδρανές αέριο που έχει ρόλο πλήρωσης της συσκευασίας. Η συμβολή του είναι καθαρά παθητική εμποδίζοντας την οξείδωση καθώς αντικαθιστά το οξυγόνο. Δεν έχει καμία άμεση επίδραση στις χημικές και βιοχημικές ιδιότητες του τροφίμου.

Το διοξείδιο του άνθρακα εμφανίζει μεγάλη διαλυτότητα στο νερό και στα λίπη η οποία αυξάνει σε χαμηλές θερμοκρασίες. Η συγκέντρωση του στην συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας πρέπει να ελέγχεται. Υψηλή συγκέντρωση είναι δυνατόν να οδηγήσει σε αστοχίες όπως η απώλεια οπού, η κατάρρευση της συσκευασίας και η οξίνιση της γεύσης όπως αναλύσαμε παραπάνω.

3.6 Επίδραση των αερίων της συσκευασίας M.A.P στην δραστηριότητα των μικροοργανισμών

Τα τρόφιμα είναι φορείς μεγάλου αριθμού μικροοργανισμών όπως βακτήρια, ζύμες, μύκητες πρωτόζωα και ιοί. Η επίδραση του οξυγόνου στους μικροοργανισμούς εξαρτάται από τις απαιτήσεις τους σε οξυγόνο. Οι μικροοργανισμοί όπως είναι γνωστό κατηγοριοποιούνται σε αερόβιους, μικροαερόφιλους, προαιρετικά αναερόβιους και αναερόβιους. Οι αερόβιοι, στους οποίους το οξυγόνο είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη τους, περιλαμβάνουν τα Gram – αρνητικά αλλοιογόνα βακτήρια όπως αυτά του γένους *Pseudomonas* αλλά και ορισμένα σημαντικά παθογόνα όπως το *Vibrio parahaemolyticus*. Οι μικροαερόφιλοι, αναπτύσσονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου και περιλαμβάνουν μερικά πολύ σημαντικά παθογόνα όπως τη *Listeria monocytogenes* και *Escherichia coli*, αλλά και αλλοιούντες μικροοργανισμούς όπως αυτούς του γένους *Enterobacteriaceae*. Προαιρετικά αναερόβιοι: Αναπτύσσονται γενικά καλύτερα παρουσία οξυγόνου, ωστόσο είναι ικανοί να αναπτύσσονται και χωρίς οξυγόνο. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται γένη της οικογένειας *Enterobacteriaceae*, συμπεριλαμβανομένων των παθογόνων μικροοργανισμών: *Escherichia coli*, είδη *Salmonella* και *Shigella*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, είδη *Brochothrix*, είδη *Vibrio*, μερικά είδη

Bacillus και ζύμες. Η *Aeromonas hydrophilia* είναι ένα νέο και αναδυόμενο παθογόνο, το οποίο αναπτύσσεται στα ψάρια και στα προϊόντα του. Τέλος οι αναερόβιοι, αναπτύσσονται υπό πλήρη απουσία οξυγόνου, αφού η παρουσία του είτε αναχαιτίζει την ανάπτυξη τους είτε τους θανατώνει. Κύριος εκπρόσωπος αυτής της κατηγορίας είναι το *Clostridium botulinum*.

Στον πίνακα που ακολουθεί βλέπουμε την ευαισθησία κάποιων αλλοιογόνων και παθογόνων βακτηρίων στο διοξείδιο του άνθρακα.

Πίνακας 6: Ευαισθησία αλλοιογόνων και παθογόνων βακτηρίων στο διοξείδιο του άνθρακα.

| Αναστέλλονται από το CO ₂ | Το CO ₂ έχει μικρή ή καθόλου επίδραση στην ανάπτυξη | Το CO ₂ ευνοεί την ανάπτυξη |
|--|--|--|
| <i>Pseudomonas spp.</i> | <i>Enterococcus spp.</i> | <i>Lactobacillus spp.</i> |
| <i>Aeromonas spp.</i> | <i>Brochothrix spp.</i> | <i>Clostridium botulinum</i> * |
| <i>Bacillus spp.</i> | <i>Lactobacillus spp.</i> | |
| Μύκητες συμπεριλαμβανομένου του <i>Botrytis cinerea</i> | <i>Clostridium spp.</i> | |
| <i>Enterobacteriaceae</i> συμπεριλαμβανομένου του <i>E. Coli</i> | <i>Listeria monocytogenes</i> | |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | <i>Aeromonas hydrophilia</i> | |
| <i>Yersinia enterocolitica</i> | | |

Η μικροχλωρίδα του τροφίμου αλλά και τα εγγενή χαρακτηριστικά του επηρεάζουν την αντιμικροβιακή δράση του του CO₂. Χαμηλές συγκεντρώσεις 10-20% διοξειδίου του άνθρακα αναστέλλουν την ανάπτυξη των γενών *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Acinetobacter* και *Moraxella*. Αντίθετα παθογόνοι μικροοργανισμοί όπως οι *Clostridium perfringens* και *Clostridium botulinum* δεν επηρεάζονται από την παρουσία διοξειδίου του άνθρακα και η ανάπτυξή τους ευνοείται σε αναερόβιο περιβάλλον. Ακόμα υπάρχουν βακτήρια τα οποία ευνοούνται από την παρουσία διοξειδίου του άνθρακα όπως οι γαλακτοβάκιλλοι οι οποίοι σχηματίζουν υπεροξειδία και οξέα, τα οποία αναστέλλουν την ανάπτυξη του γένους *Clostridium*.

Τέλος και στην περίπτωση των μικροοργανισμών το άζωτο είναι ένα μη – δραστικό αέριο το οποίο δεν έχει ούτε θετικές ούτε αρνητικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη τους. Μπορούμε να πούμε ότι έχει και σε αυτήν την περίπτωση παθητικό ρόλο αφού αντικαθιστά το οξυγόνο και έτσι αποτρέπει την αλλοίωση από αερόβιους μικροοργανισμούς. Ωστόσο δεν αποτρέπει την ανάπτυξη των αναερόβιων.

3.7 Καθορισμός και σύσταση μίγματος

Η περιεκτικότητα του τροφίμου σε ευοξειδωτα συστατικά καθώς και το μέγεθος της αντιμικροβιακής δράσης του διοξειδίου του άνθρακα που απαιτείται είναι οι δύο παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψιν για την επιλογή της κατάλληλης σύστασης του μίγματος των αερίων στον περιέκτη. Τα ευοξειδωτα συστατικά θα καθορίσουν την ύπαρξη και την ποσότητα του οξυγόνου στο μίγμα ενώ η περιεκτικότητα του διοξειδίου του άνθρακα στο μίγμα καθορίζεται από μικροβιακή μόλυνση του τροφίμου και την απαίτηση του σε διοξείδιο του άνθρακα.

Κάθε τρόφιμο είναι διαφορετικό. Έτσι, δεν υπάρχει μια συνταγή μίγματος ίδια αλλά είναι απαραίτητο να βρεθεί η κατάλληλη σύσταση αερίων για το εκάστοτε τρόφιμο, η οποία επιτυγχάνει την αύξηση της διατηρησιμότητας και του χρόνου ζωής. Για παράδειγμα, στο κόκκινο κρέας η παρουσία οξυγόνου σε μικρό ποσοστό ευνοεί την εμφάνιση κόκκινου χρώματος. Στο ψωμί δεν είναι επιθυμητή η παρουσία οξυγόνου, ώστε να αποφεύγεται η ανάπτυξη μυκήτων. Στα λαχανικά, οξυγόνο σε ποσοστό 1/3 της σύστασης των αερίων δίνει καλύτερα αποτελέσματα στη διατηρησιμότητα, καθώς τα λαχανικά συνεχίζουν την αναπνοή τους και μετά τη συγκομιδή.

Τέλος όσον αφορά την αναλογία του όγκου του αερίου /όγκος ψαριού ώστε να επιτευχθεί το μέγιστο δυνατό αποτέλεσμα η ελάχιστη απαιτούμενη αναλογία είναι 2:1. Η υψηλή αυτή αναλογία αποσκοπεί έχει δύο διαφορετικούς λόγους ύπαρξης. Ο ένας αφορά την αποφυγή κατάρρευσης της συσκευασίας και ο δεύτερος την επάρκεια του διοξειδίου καθόλη την διάρκεια ζωής του προϊόντος, καθώς λόγω της διαλυτότητας του στα τρόφιμα όλο και μειώνεται με την πάροδο του χρόνου (Provincial L, Gil M et. al 2010).

3.8 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα συντήρησης αλιευμάτων σε συσκευασία M.A.P

Η τεχνολογία της συσκευασίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα παρουσιάζει διάφορα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τόσο για τον καταναλωτή όσο και για την βιομηχανία.

Τα πλεονεκτήματα για τον καταναλωτή είναι τα παρακάτω:

- Διατήρηση φυσικοχημικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των τροφίμων με αποτέλεσμα την επιμήκυνση του χρονικού διαστήματος όπου ο καταναλωτής μπορεί να απολαύσει φρέσκο και υγιεινό προϊόν.
- Αύξηση της διάρκειας ζωής του προϊόντος επιτρέποντας παράλληλα τον λιγότερο συχνό ανεφοδιασμό των καταστημάτων λιανικής πώλησης.
- Διατηρεί την υψηλή ποιότητα του αρχικού προϊόντος.
- Διατήρηση του προϊόντος χωρίς την ανάγκη προσθήκης χημικών συντηρητικών.
- Βελτιωμένη παρουσίαση – δυνατότητα στον καταναλωτή πλήρους ορατότητας του προϊόντος από κάθε δυνατή οπτική γωνία.

Τα πλεονεκτήματα για την βιομηχανία είναι τα παρακάτω:

- Μείωση οικονομικών απωλειών εξαιτίας της παράτασης του χρόνου ζωής.
- Μείωση κόστους μεταφορών με παράλληλη διευκόλυνση μεταφοράς σε μακρινούς προορισμούς.
- Προστασία του προϊόντος από επιμόλυνση λόγω της σφραγισμένης συσκευασίας.
- Μείωση αφυδάτωσης και απώλειας βάρους τροφίμων και αποκλεισμός ανεπιθύμητων οσμών από το περιβάλλον.
- Διευκόλυνση διαχωρισμού προϊόντων

Τα μειονεκτήματα για τον καταναλωτή είναι τα παρακάτω:

- Αυξημένο κόστος αγοράς.
- Τα πλεονεκτήματα παύουν να υφίστανται από τη στιγμή που θα ανοιχθεί η συσκευασία.
- Δημιουργία δυσάρεστων οσμών κατά τη διάρκεια συντήρησης που γίνονται ενδεχομένως αντιληπτές κατά το άνοιγμα της συσκευασίας.

Τα μειονεκτήματα για την βιομηχανία είναι τα παρακάτω:

- Υψηλό κεφαλαιακό κόστος για την προμήθεια του απαιτούμενου εξοπλισμού.
- Αύξηση του κόστους ανά μονάδα προϊόντος κυρίως λόγω χρήσης αερίων και πιο ακριβών υλικών συσκευασίας και αύξηση του κόστους ελέγχου ποιότητας.
- Αύξηση του όγκου που καταλαμβάνει η κάθε μονάδα επηρεάζοντας το κόστος μεταφοράς και τον απαιτούμενο χώρο και την έκθεση των τροφίμων.
- Διαφορετική σύσταση αερίων για διαφορετικά τρόφιμα
- Απαραίτητος θερμοκρασιακός έλεγχος – κίνδυνος ανάπτυξης μικροοργανισμών από αστοχία διατήρησης της θερμοκρασίας.

Η αλλαγή στη σύνθεση των αερίων, η αλλαγή της ατμόσφαιρας κατά το άνοιγμα της συσκευασίας και οι δυσάρεστες οσμές που απελευθερώνονται εκείνη τη χρονική στιγμή, είναι τρία από τα μειονεκτήματα που οδήγησαν στην επινόηση του συστήματος συντήρησης με εμπλουτισμένες ατμόσφαιρες CO₂ συνεχούς ροής.

Όσον αφορά τα αλιεύματα, ο βαθμός επιτυχίας της συσκευασίας MAP εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Χρήση μόνο νωπών ψαριών ώστε να εξασφαλισθεί η βέλτιστη ποιότητα πρώτης ύλης.
- Χρήση μόνο καλών πρακτικών υγιεινής κατά τη διάρκεια της αλίευσης.
- Χρήση του ενδεδειγμένου εξοπλισμού και των κατάλληλων υλικών συσκευασίας.
- Διατήρηση της θερμοκρασίας του προϊόντος πριν τη συσκευασία κάτω των 2° C.
- Διατήρηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος κατά τη συσκευασία κάτω των 12° C.

- Διατήρηση της θερμοκρασίας του χώρου αποθήκευσης του προϊόντος MAP κάτω των 2° C το συντομότερο δυνατό.
- Διατήρηση της θερμοκρασίας σε όλα τα στάδια της αλυσίδας ψύξης σε θερμοκρασίες 0 – 2° C.
- Χρήση της κατάλληλης αναλογίας μίγματος (1/3, ιχθείς/αέριο).
- Χρήση της κατάλληλης σύνθεσης μίγματος ανάλογα με το είδος των αλιευμάτων.

4.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1 Εισαγωγή

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας, όπως ήδη αναφέρθηκε, είναι η μελέτη της αγοράς ως προς την πρόθεση αγοράς αλιευμάτων συσκευασμένων σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας καθώς και η μελέτη επίδρασης της συσκευασίας αυτής στην ποιότητα και την διάρκεια ζωής τους. Η μελέτη της αγοράς πραγματοποιήθηκε μέσω ενός ερωτηματολογίου που συντάχθηκε από την γράφουσα και απαντήθηκε από στελέχη μεγάλων αλυσίδων super – market. Στην συνέχεια έγινε μελέτη της αποτελεσματικότητας της M.A.P σε εργαστηριακή κλίμακα στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών και επιβεβαίωση σε βιομηχανική κλίμακα στο εργαστήριο Ποιότητας της εταιρείας Γαλαξίδι Θαλάσσιες Καλλιέργειες.

4.2 Δημιουργία ερωτηματολογίου

Εφόσον δεν υπάρχει κάποιο σταθμισμένο ερωτηματολόγιο που να ικανοποιεί τις ανάγκες της παρούσας έρευνας δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο με την συνεργασία της Δρ. Τσιρώνη Θεοφανίας του Δρ. Ζουμπουλάκη Παναγιώτη καθώς και την Διοίκηση της “Γαλαξίδι Θαλάσσιες Καλλιέργειες”. Το ερωτηματολόγιο αυτό αποτελείται από ερωτήσεις κλειστού τύπου είτε “ναι – όχι” είτε βαθμονομημένες σε κλίμακα Likert από 1 έως 5 (καθόλου σημαντικό έως εξαιρετικά σημαντικό αντίστοιχα) καθώς και μια ανοικτού τύπου για σχόλια (Παράρτημα).

Για τη δημιουργία του ερωτηματολογίου έγινε χρήση της πλατφόρμας Google Forms και η διάθεσή του έγινε μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (e – mail) στους πελάτες της εταιρείας. Το πελατολόγιο της εταιρείας αποτελείται από μεγάλες αλυσίδες super – market την κεντρική και νότια Ευρώπη καθώς και πελάτες από την Αμερική. Η λήψη των αποτελεσμάτων έγινε αυτόματα μέσω της. Το ερωτηματολόγιο είναι γραμμένο στην Αγγλική γλώσσα.

4.2.1 Μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης ερωτηματολογίου

Αρχικά έγινε ανάλυση εσωτερικής συνοχής των απαντήσεων του ερωτηματολογίου – αξιοπιστία συμπλήρωσης, με χρήση του συντελεστή Cronbach alpha. Κατόπιν, έγινε έλεγχος εσωτερικής συσχέτισης των ερωτήσεων με χρήση του συντελεστή συσχέτισης Spearman, ενώ η εύρεση στατιστικά σημαντικών διαφορών με βάση τα δημογραφικά στοιχεία έγινε με τις δοκιμασίες Mann – Whitney U και Kruskal Wallis test. Για την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων έγινε χρήση ραβδογραμμάτων.

4.4 Πειραματικός σχεδιασμός. Ανάπτυξη νέου προϊόντος. Μελέτη διατηρησιμότητας απεντερωμένης/αποβραγχιωμένης τσιπούρας σε MAP σε εργαστηριακή κλίμακα

Δείγματα απεντερωμένης τσιπούρας (*Sparus aurata*) συσκευάστηκαν σε πολυστρωματικές σακούλες χαμηλής διαπερατότητας αερίων και υγρασίας (2 ψάρια ανά συσκευασία) σε

συνθήκες MAP (50% CO₂, 30% N₂, 20% O₂) με χρήση κατάλληλης συσκευής συσκευασίας τροφίμων (C200, MULTIVAC Sepp Haggenmüller GmbH & Co. KG., Wolfertschwenden, Germany) στο Εργαστήριο Μηχανικής και Επεξεργασίας Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, με αναλογία όγκου αερίου προς τροφίμου ίση με 3:1. Τα δείγματα συντηρήθηκαν ισοθερμοκρασιακά σε προγραμματιζόμενους θαλάμους Sanyo MIR 153 (Sanyo Electric, Ora-Gun, Gunma, Japan) στους 0±0.2°C. Η θερμοκρασία εντός του θαλάμου παρακολουθήθηκε με χρήση ηλεκτρονικών καταγραφικών θερμοκρασίας. Δείγματα συντηρημένα σε αερόβιες συνθήκες (ανοιχτές συσκευασίες) μελετήθηκαν παράλληλα ως δείγματα μάρτυρες.

Η σύσταση του αερίου στη συσκευασία μετρήθηκε με χρήση αναλυτή αερίων (CheckPoint 3 O₂/CO₂, AMETEK/ MOCON Europe A/S – Denmark).

4.4.1 Μικροβιολογικές αναλύσεις

Για τη μέτρηση της ολικής μικροβιακής χλωρίδας χρησιμοποιήθηκε το επιλεκτικό υπόστρωμα Plate Count Agar (PCA, Merck, Darmstadt, Germany) με επώαση στους 25°C για 72 ώρες. Οι *Pseudomonas* spp. μετρήθηκαν στο επιλεκτικό υπόστρωμα Ceftrimide Agar (CFC, Merck, Darmstadt, Germany) με επώαση στους 25°C για 48 ώρες. Για τον προσδιορισμό των *Enterobacteriaceae* spp. ακολουθείται η τεχνική αναερόβιας ανάπτυξης, με χρήση του μη επιλεκτικού υποστρώματος Violet Red Bile Dextrose Agar (VRBD, Merck, Darmstadt, Germany) με επώαση στους 25°C για 48 ώρες.

4.5 Πειραματικός σχεδιασμός. Ανάπτυξη νέου προϊόντος. Μελέτη διατηρησιμότητας απεντερωμένης/αποβραγχιωμένης τσιπούρας σε MAP σε βιομηχανική κλίμακα

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Ποιότητας της εταιρείας Γαλαξίδι Θαλάσσιες Καλλιέργειες. Δείγματα απεντερωμένης – αποβραγχιωμένης τσιπούρας (*Sparus aurata*) συσκευάστηκαν σε δίσκους πολυστυρενίου χαμηλής διαπερατότητας αερίων και υγρασίας (2 ψάρια ανά συσκευασία) σε συνθήκες MAP (50% CO₂, 30% N₂, 20% O₂) με χρήση κατάλληλης συσκευής συσκευασίας τροφίμων (C200, MULTIVAC Sepp Haggenmüller GmbH & Co. KG., Wolfertschwenden, Germany) με αναλογία όγκου αερίου προς τροφίμου ίση με 3:1. Τα δείγματα συντηρήθηκαν σε επαγγελματικό ψυκτικό θάλαμο (0°C ±2°C), η θερμοκρασία εντός του θαλάμου παρακολουθήθηκε με χρήση ηλεκτρονικών καταγραφικών θερμοκρασίας. Δείγματα συντηρημένα σε αερόβιες συνθήκες (ανοιχτές συσκευασίες, καλυμμένες με μεμβράνη οικιακής χρήσης διαπερατή στο O₂) μελετήθηκαν παράλληλα ως δείγματα μάρτυρες.

4.5.1 Μικροβιολογικές αναλύσεις

Από κάθε δείγμα ελήφθησαν με κατά το δυνατόν άσηπτο τρόπο ποσότητα 25 g ιστού μετά του

δέρματος. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε ειδική σακούλα ομογενοποίησης - Stomacher (BagLight, INTERSCIENCE, France) μαζί με 225ml αποστειρωμένου πεπτονούχου νερού Buffered Peptone Water (BPW, Biokar, France), και στην συνέχεια ομογενοποιείθηκαν για 2min στη συσκευή Stomacher (BagMixer 400, INTERSCIENCE, France).

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν διαδοχικές δεκαδικές αραιώσεις σε αποστειρωμένους σωλήνες Tryptone salt (Ref.BM00808, Biokar, France). Τέλος έγινε εμβολιασμός σε Plate Count Agar (Gelose Pour Denombrement Plate Count Agar – PCA, Ref.BM03308, Biokar, France), με την κατάλληλη κάθε φορά αραιώση, για την μελέτη της ανάπτυξης της ολικής μικροβιακής χλωρίδας. Η επώαση των τρυβλίων έγινε στους 30 °C για 72 h.

Η καταμέτρηση των αποτελεσμάτων έγινε σε καταμετρητή αποικιών (Scan 100, INTERSCIENCE, France) όπου μετρήθηκαν όλες οι αποικίες και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε log colony forming units / g δείγματος (log CFU/g).



Εικόνα 6: Συσκευή ομογενοποίησης – Stomacher και Καταμετρητής αποικιών.

4.5.2 Οργανοληπτικός έλεγχος

Η οργανοληπτική φρεσκότητα και οι μεταβολές αυτής στα δείγματα αξιολογήθηκαν με τη Μέθοδο Δείκτη Ποιότητας (QIM) όπως αυτή υιοθετείται για την τσιπούρα. Τα χαρακτηριστικά των αρχικών σχημάτων, που αντιστοιχούν στα βράγχια και την κοιλιακή περιοχή δεν ελήφθησαν υπόψη καθώς αξιολογήθηκαν απεντερωμένα και αποβραγχιωμένα δείγματα. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της τσιπούρας ήταν αυτή των Huidobro et al., (2000), με μια μεταβολή. Η μεταβολή από το αρχικό

σχήμα αφορά την βλέννα. Η βαθμολογία 1 στην βλέννα αντανακλά την απουσία βλέννας αντί την παρουσία θολής που πρότεινε το αρχικό σχήμα.

Πίνακας 7: Μέθοδος Δείκτη Ποιότητας (Quality index Method, QIM) όπως αυτή αναπτύχθηκε για την απεντερωμένη και αποβραγχιωμένη τσιπούρα.

| Χαρακτηριστικό | | Περιγραφή | Score |
|---------------------------|--------------|----------------------------|-----------|
| Εξωτερική εμφάνιση | Δέρμα | Πολύ γυαλιστερό - ιριδίζον | 0 |
| | | Γυαλιστερό | 1 |
| | | Θαμπό | 2 |
| | Βλέννα | Διαυγής | 0 |
| | | Απουσία | 1 |
| Σάρκα | Ελαστικότητα | Ελαστική | 0 |
| | | Αποτύπωμα με πίεση | 1 |
| | Οσμή | Φρέσκια | 0 |
| | | Ουδέτερη | 1 |
| | | Ψαριού | 2 |
| | | Δύσοσμη | 3 |
| Οφθαλμοί | Διαύγεια | Διαυγείς | 0 |
| | | Ελαφρώς θολοί | 1 |
| | | Πολύ θολοί | 2 |
| | Σχήμα | Κυρτό | 0 |
| | | Επίπεδο | 1 |
| | | Κοίλο | 2 |
| Συνολικοί βαθμοί | | | 11 |

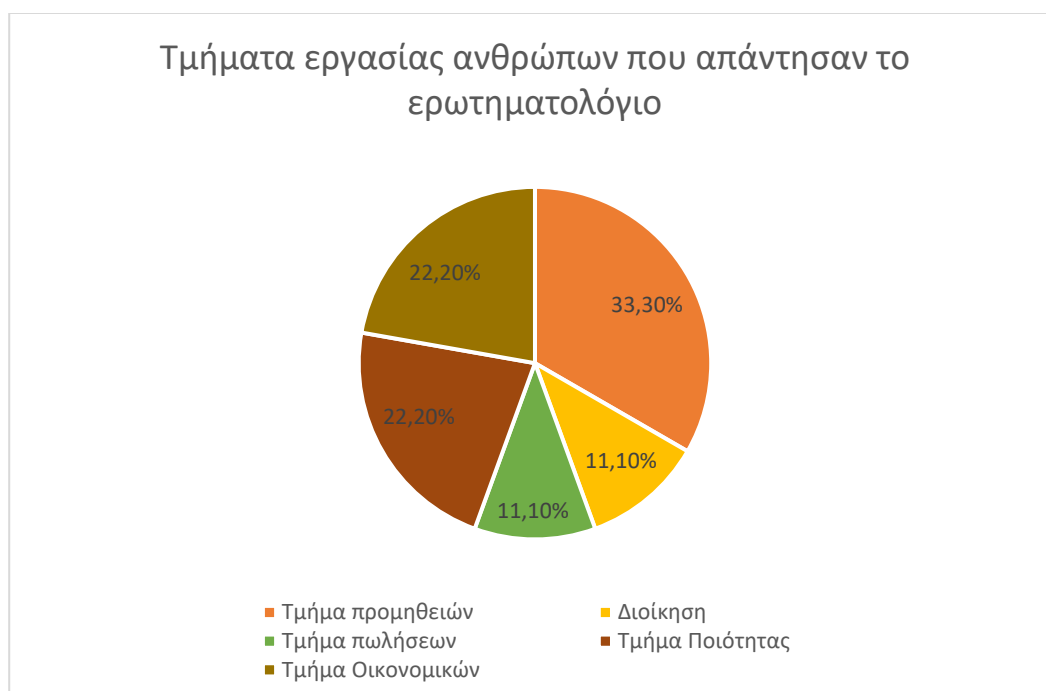
5.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Αποτελέσματα ερωτηματολογίου

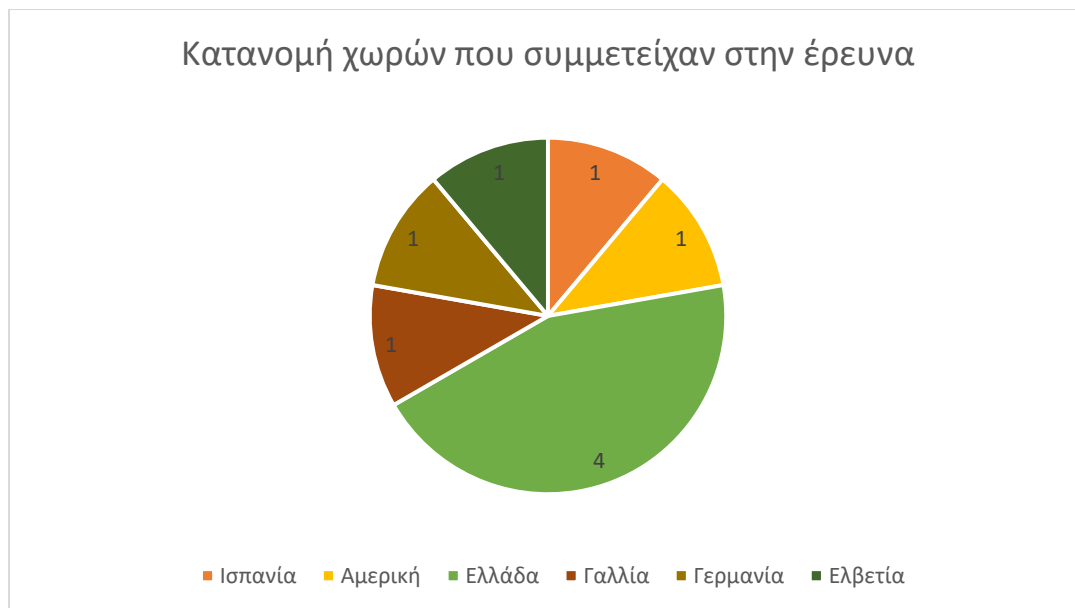
Το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από 9 συμμετέχοντες. Εξ αρχής στόχος ήταν να απαντηθεί από βασικούς πελάτες της εταιρείας που αγοράζουν το μεγαλύτερο τονάζ αλιευμάτων. Οι 6 από τους συμμετέχοντες ήταν ήδη βασικοί πελάτες της εταιρείας και οι 3 υπόλοιποι ήταν υποψήφιοι πελάτες για το νέο προϊόν.

Με την παραλαβή των απαντήσεων του ερωτηματολογίου έγινε έλεγχος της εσωτερικής συνέπειας των τιμών με την χρήση του συντελεστή αξιοπιστίας Cronbach alpha. Ο συντελεστής αξιοπιστίας είναι 0.846 (μεγαλύτερος του 0.70) άρα η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου θεωρείται αξιόπιστη.

Αρχικά έγιναν 2 ερωτήσεις που αφορούσαν δημογραφικά στοιχεία του δείγματος (τμήμα εργασίας ανθρώπου που απάντησε το ερωτηματολόγιο, έδρα επιχείρησης). Παρατηρείται ότι το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από ανθρώπους που δουλεύουν σε τμήματα αγορών – προμηθειών, οικονομικών, ποιότητας, διοίκηση και τμήμα πωλήσεων.

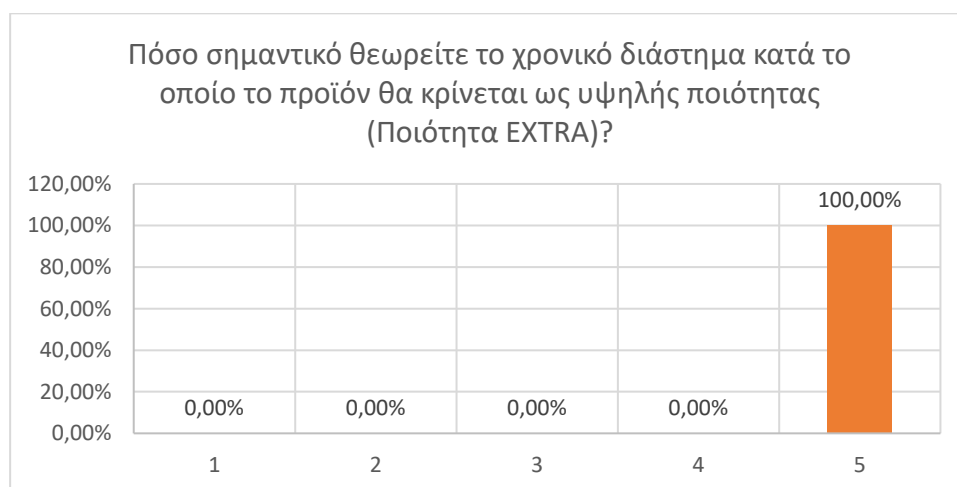


Διάγραμμα 1. Κατανομή τμημάτων εργασίας ανθρώπων που απάντησαν το ερωτηματολόγιο
Το μεγαλύτερο ποσοστό των επιχειρήσεων αφορούσε super – market της Ευρώπης. Μόνο μια απάντηση ήταν από super – market της Αμερικής.

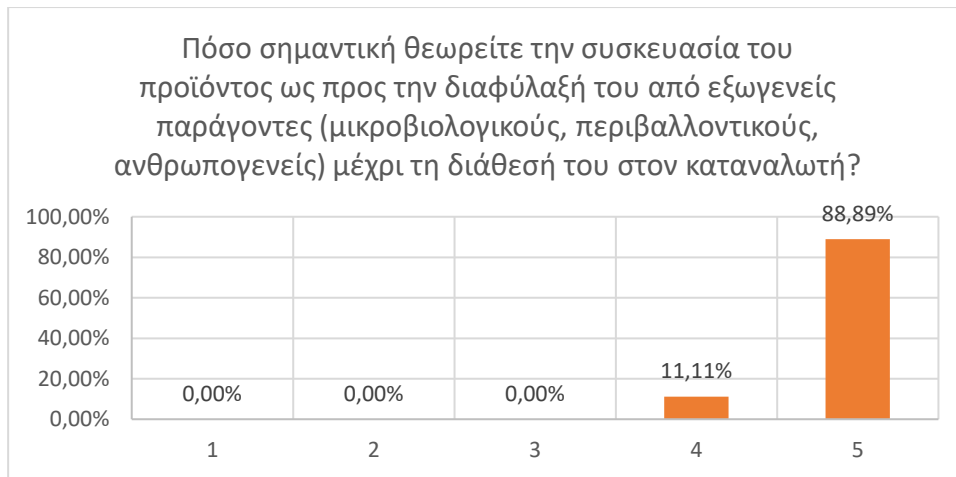


Διάγραμμα 2. Κατανομή χωρών που συμμετείχαν στην έρευνα

Στη συνέχεια ζητήθηκε από τους πελάτες να απαντήσουν σε ερωτήσεις, που αφορούν χαρακτηριστικά που αναφέρονται στην βιβλιογραφία ως πλεονεκτήματα της συσκευασίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα, αναλόγως με το πόσο σημαντικά τα θεωρούν.

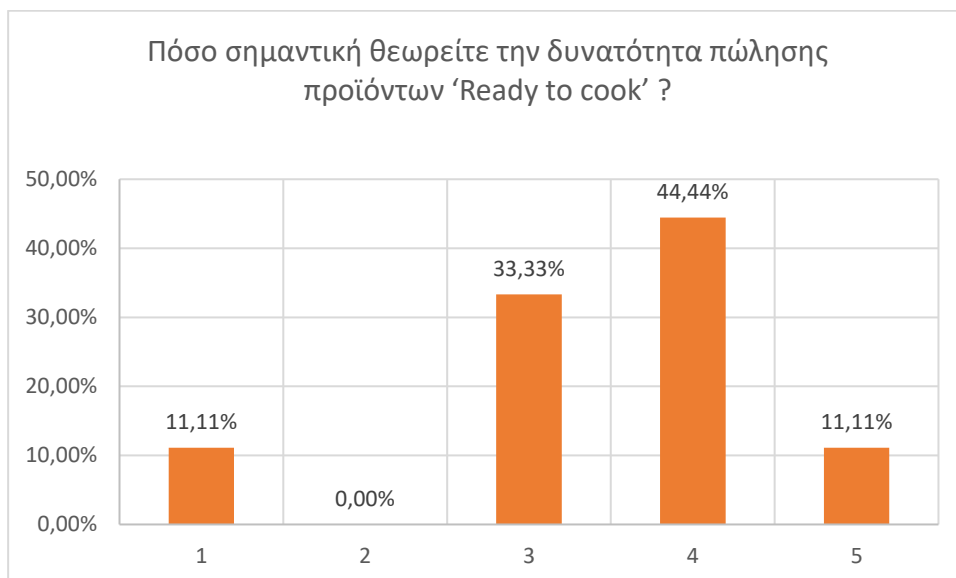


Διάγραμμα 3. Ποσοστό αξιολόγησης σημαντικότητας για επέκταση του διαστήματος υψηλής ποιότητας

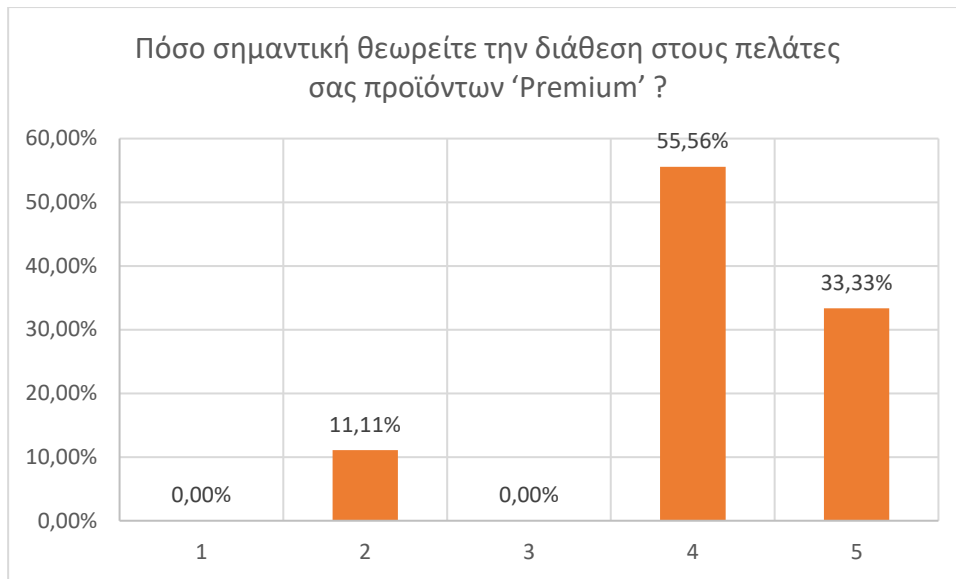


Διάγραμμα 4. Ποσοστό αξιολόγησης σημαντικότητας για προστασία από εξωγενείς παράγοντες

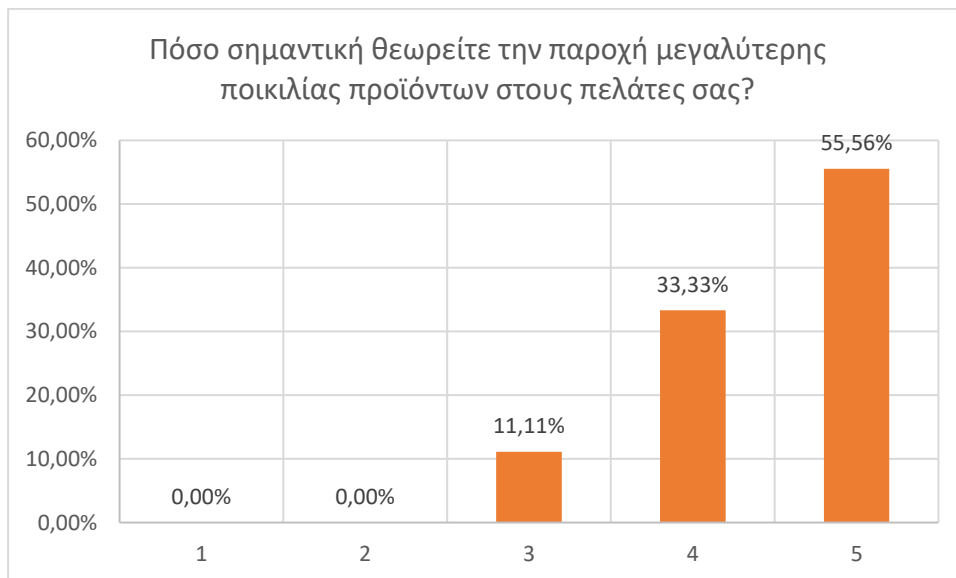
Αυτό που το σύνολο των πελατών έκριναν ως πάρα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό, ήταν η παράταση του χρονικού διαστήματος κατά το οποίο το προϊόν θα κρίνεται ως υψηλής ποιότητας. Ακόμα η διαφύλαξη του προϊόντος από εξωγενείς παράγοντες κρίθηκε από το μεγαλύτερο ποσοστό πελατών επίσης ως πάρα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό.



Διάγραμμα 5. Ποσοστό αξιολόγησης σημαντικότητας για δυνατότητα πώλησης Ready to cook προϊόντων



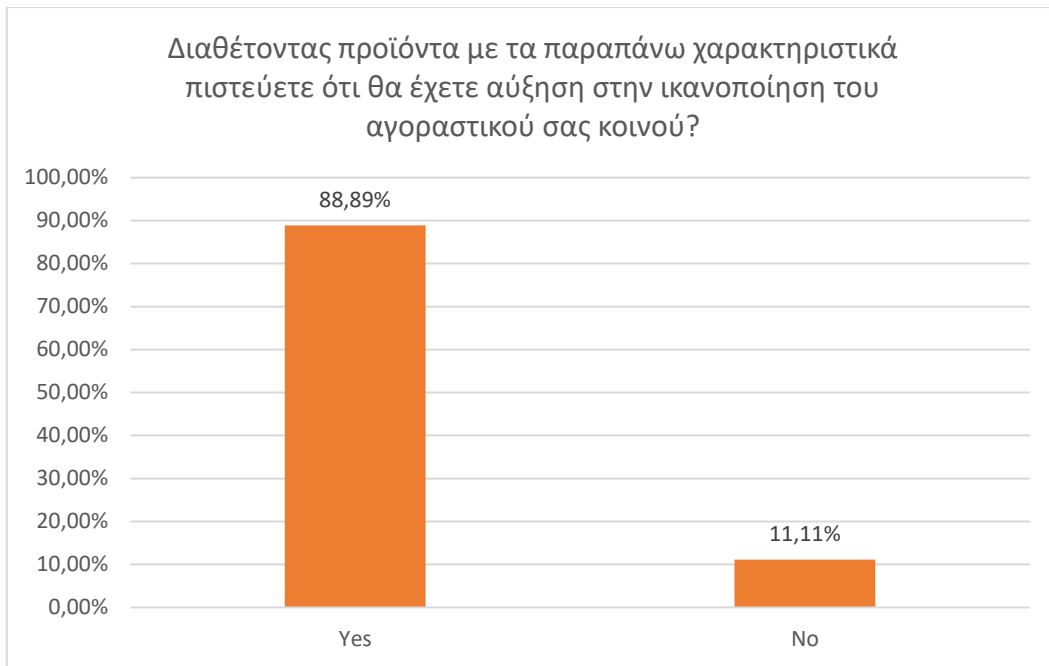
Διάγραμμα 6. Ποσοστό αξιολόγησης σημαντικότητας διάθεσης προϊόντων Premium



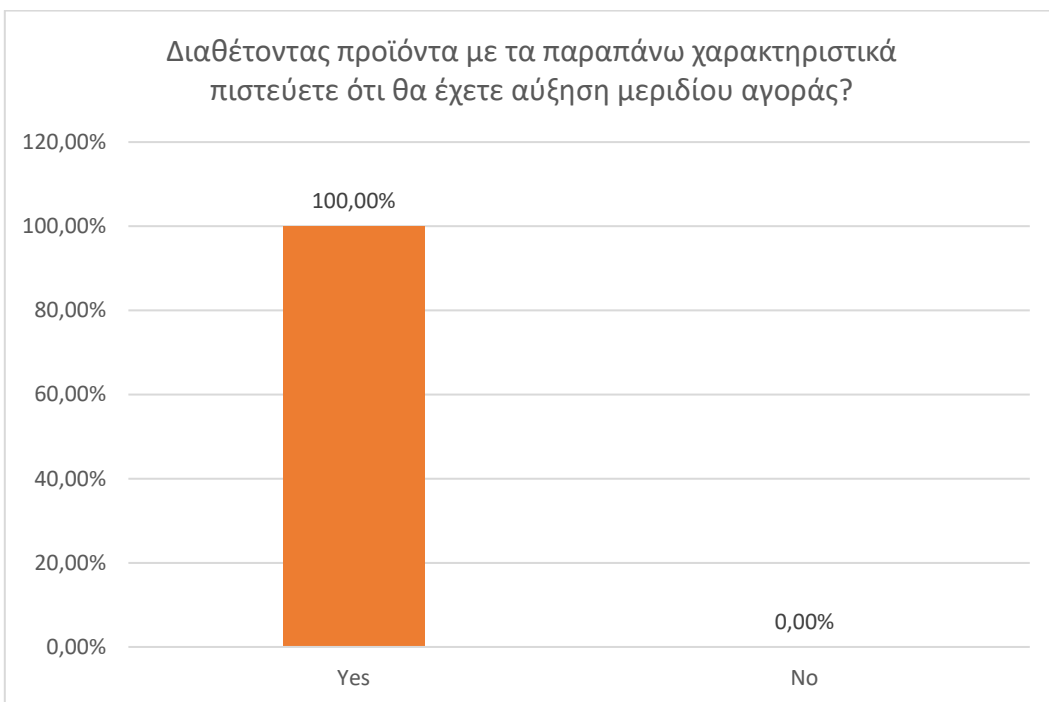
Διάγραμμα 7. Ποσοστό σημαντικότητας παροχής ποικιλίας στο αγοραστικό κοινό

Στις υπόλοιπες ερωτήσεις που αφορούσαν περισσότερο θέματα marketing υπήρχε μεγαλύτερη κατανομή στις απαντήσεις και σε σχέση με το τι θεωρείται σημαντικό από τον κάθε πελάτη. Παρόλα αυτά η πλειοψηφία των πελατών θεωρούσε αρκετά σημαντικούς και αυτούς τους παράγοντες.

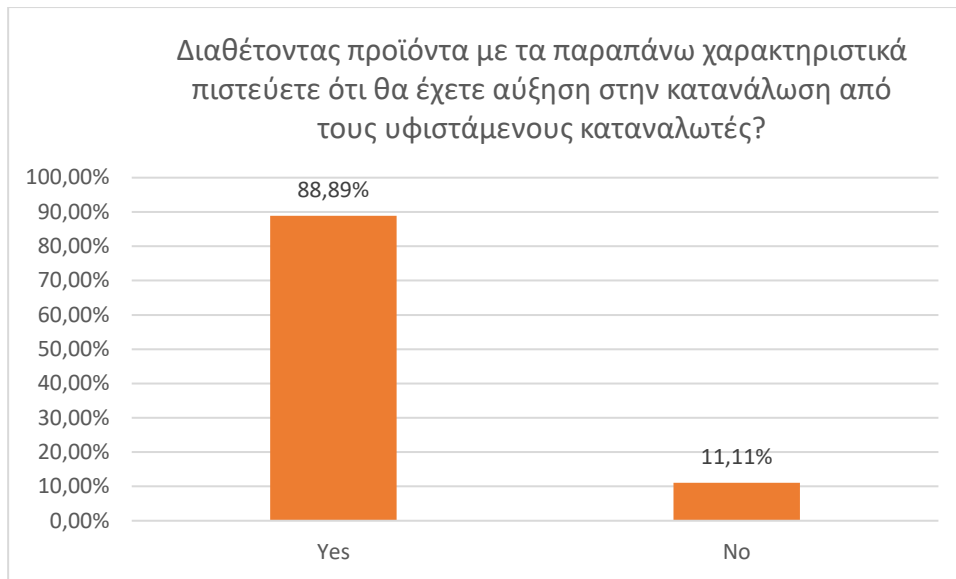
Στην συνέχεια οι ερωτήσεις αφορούσαν οικονομικά στοιχεία αλλά και το κατά πόσο πιστεύουν οι πελάτες ότι τα προϊόντα M.A.P θα αυξήσουν την ικανοποίηση, την κατανάλωση και το μερίδιο αγοράς του αγοραστικού τους κοινού.



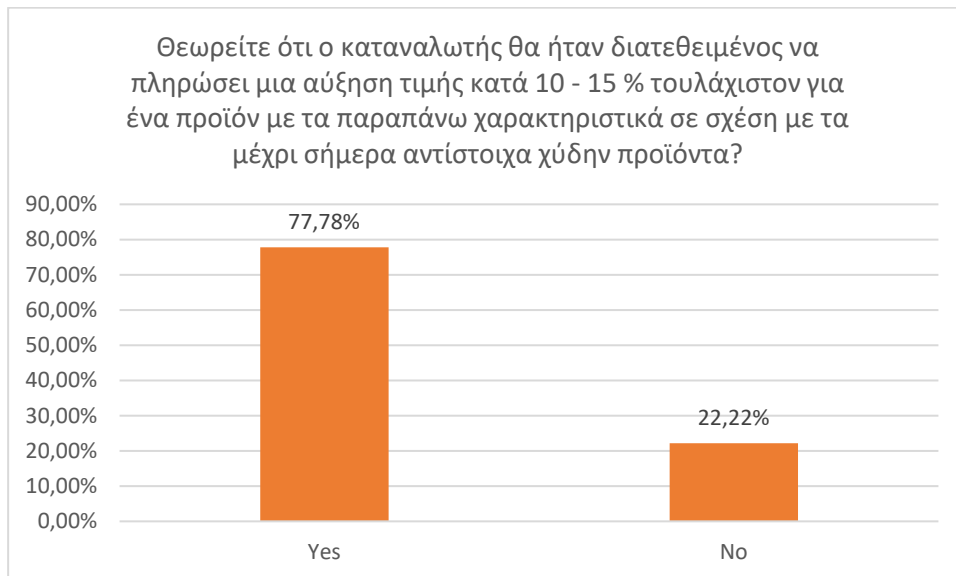
Διάγραμμα 8. Ποσοστό για την αναμενόμενη αύξηση ικανοποίησης του καταναλωτικού κοινού



Διάγραμμα 9. Ποσοστό για την αναμενόμενη αύξηση του μεριδίου αγοράς



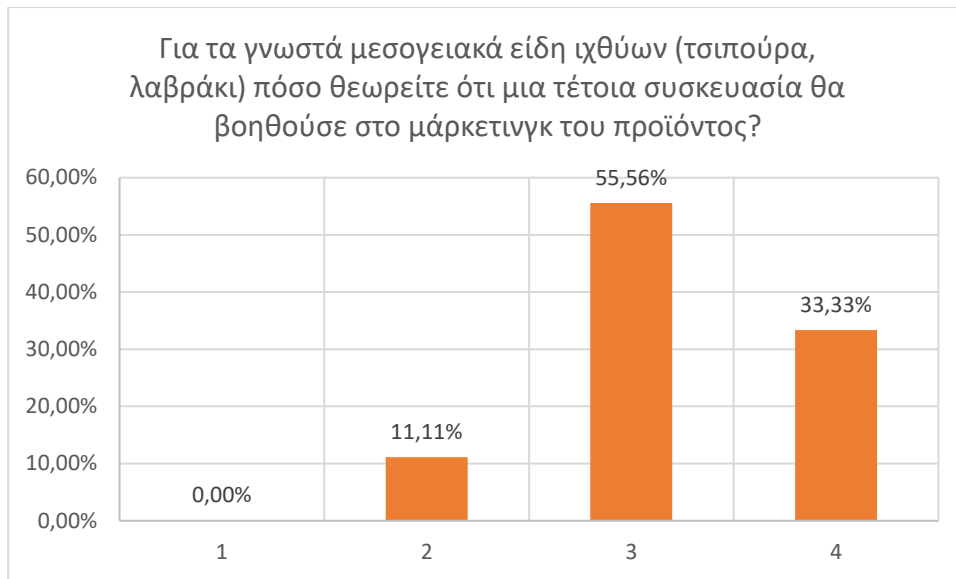
Διάγραμμα 10. Ποσοστό για την αναμενόμενη αύξηση κατανάλωσης από τους υφιστάμενους πελάτες



Διάγραμμα 11. Ποσοστό για την αναμενόμενη πρόθεση αγοράς του καταναλωτικού κοινού εφόσον υπάρξει αύξηση τιμής

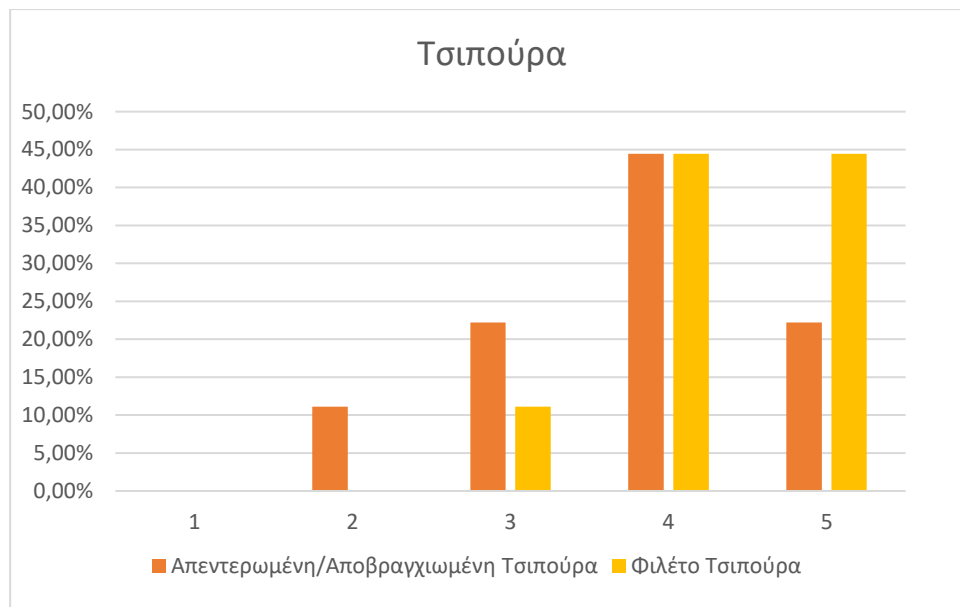
Το σύνολο των πελατών πιστεύει ότι τα προϊόντα M.A.P θα αυξήσουν την ικανοποίηση και την κατανάλωση των υφιστάμενων πελατών τους αλλά και θα βοηθήσουν στην προσέλκυση νέων πελατών. Επίσης σε αρκετά μεγάλο ποσοστό θεωρούν ότι οι καταναλωτές είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν μια αύξηση τιμής της τάξης του 10 – 15% σε σχέση με τα αντίστοιχα χύδην προϊόντα για την αγορά προϊόντων M.A.P.

Στο τελευταίο κομμάτι του ερωτηματολογίου οι πελάτες ερωτήθηκαν πόσο θεωρούν ότι βοηθάει στο marketing των προϊόντων η συσκευασία M.A.P και για το κατά πόσο θα βελτιωνόταν η εικόνα διάφορων ιχθύων Μεσογειακής υδατοκαλλιέργειας αν συσκευάζονταν σε τέτοιες συσκευασίες.



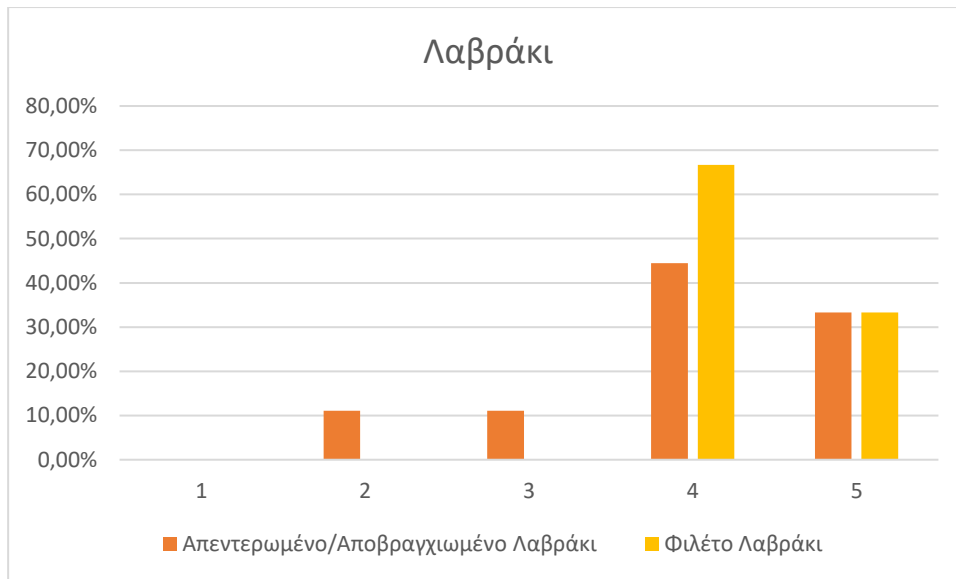
Διάγραμμα 12. Ποσοστό για το πόσο βοηθάει στο marketing (Τσιπούρας – Λαβρακιού) η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα

Η γνώμη των πελατών είναι ότι η συσκευασία αυτή βοηθάει από πολύ έως αρκετά στο marketing.



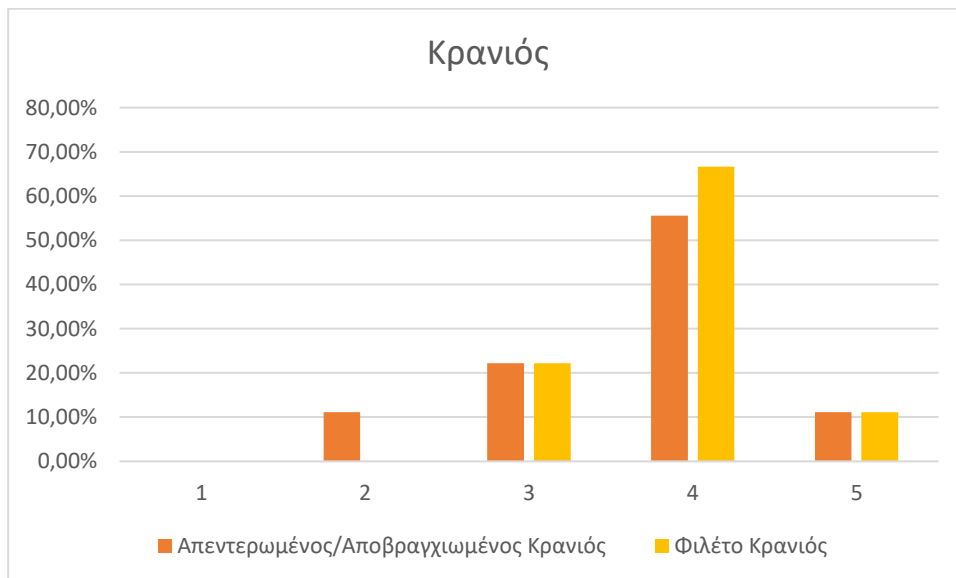
1. Διάγραμμα 13. Πόσο θα βελτιωνόταν η εικόνα για την τσιπούρα στην αγορά αν συσκευάζονταν και διακινούνταν ως α) απεντερωμένη/αποβραγχιωμένη και β) ως φιλέτο, συσκευασμένα σε προστατευτική ατμόσφαιρα M.A.P

Για την τσιπούρα οι πελάτες θεωρούν ότι η συσκευασία M.A.P θα βοηθήσει πάρα πολύ την εικόνα των φιλέτων.

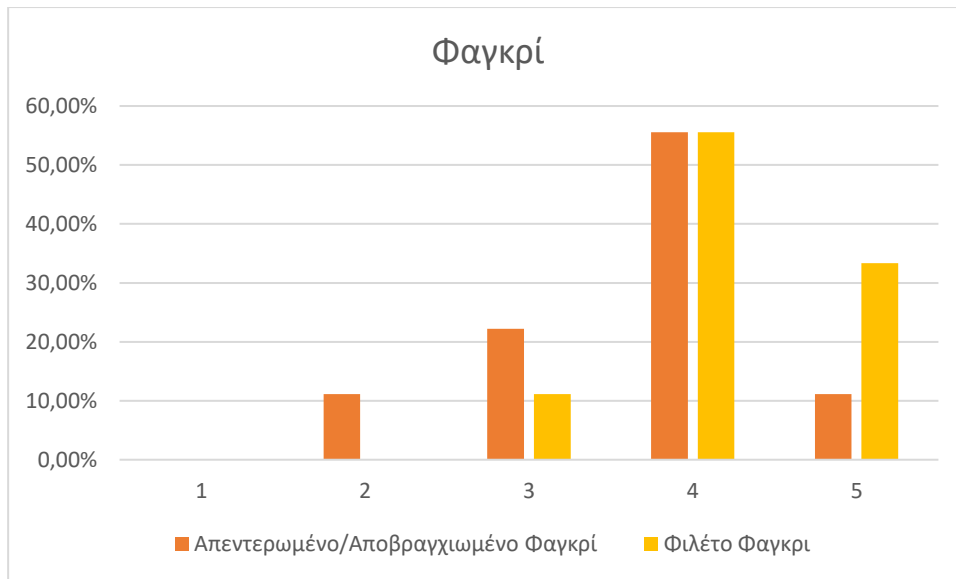


Διάγραμμα 14. Πόσο θα βελτιωνόταν η εικόνα για το λαβράκι στην αγορά αν συσκευάζονταν και διακινούνταν ως α) απεντερωμένο/αποβραγχιωμένο και β) ως φιλέτο, συσκευασμένα σε προστατευτική ατμόσφαιρα Μ.Α.Ρ

Όπως και στην τσιπούρα έτσι και στο λαβράκι οι πελάτες θεωρούν ότι η εικόνα των φιλέτων θα βελτιωθεί αρκετά να συσκευασθούν σε Μ.Α.Ρ.



Διάγραμμα 15. Πόσο θα βελτιωνόταν η εικόνα για τον κρανιό στην αγορά αν συσκευάζονταν και διακινούνταν ως α) απεντερωμένο/αποβραγχιωμένο και β) ως φιλέτο, συσκευασμένα σε προστατευτική ατμόσφαιρα Μ.Α.Ρ



Διάγραμμα 16 Πόσο θα βελτιωνόταν η εικόνα για το φαγκρί στην αγορά αν συσκευάζονταν και διακινούνταν ως α) απεντερωμένο/αποβραγχιωμένο και β) ως φιλέτο, συσκευασμένα σε προστατευτική ατμόσφαιρα M.A.P

Στον κρανιό και στο φαγκρί βλέπουμε εξίσου ότι η εικόνα των φιλέτων θα βελτιωθεί αρκετά με την συσκευασία M.A.P.

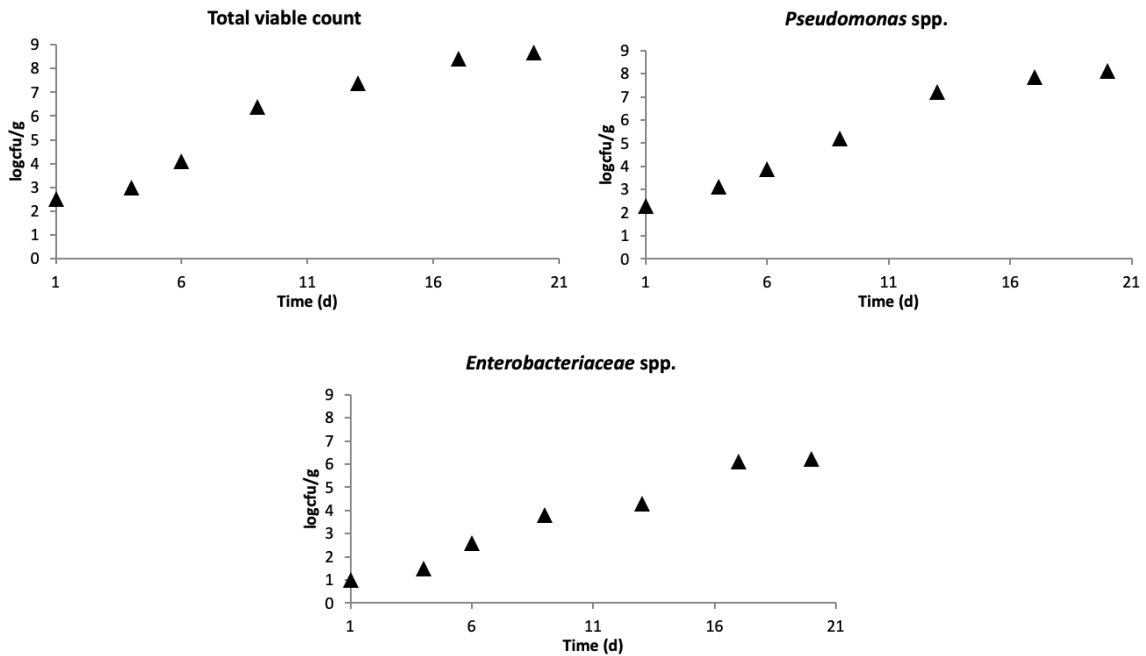
Οι πελάτες και για τα 4 είδη θεωρούν ότι η εικόνα των φιλέτων θα παραπάνω σε σχέση με την εικόνα των απεντερωμένων/αποβραγχιωμένων ιχθύων.

Τέλος έγινε υπολογισμός του συντελεστή Spearman για την εύρεση συσχετίσεων μεταξύ των απαντήσεων. Αυτό που βρέθηκε και είναι και λογικό είναι ότι υπάρχει απόλυτη θετική συσχέτιση ανάμεσα στην ερώτηση που αφορά την ικανοποίηση των υφιστάμενων πελατών και στην ερώτηση που αφορά στην αύξηση κατανάλωσης των προϊόντων από τους υφιστάμενους πελάτες.

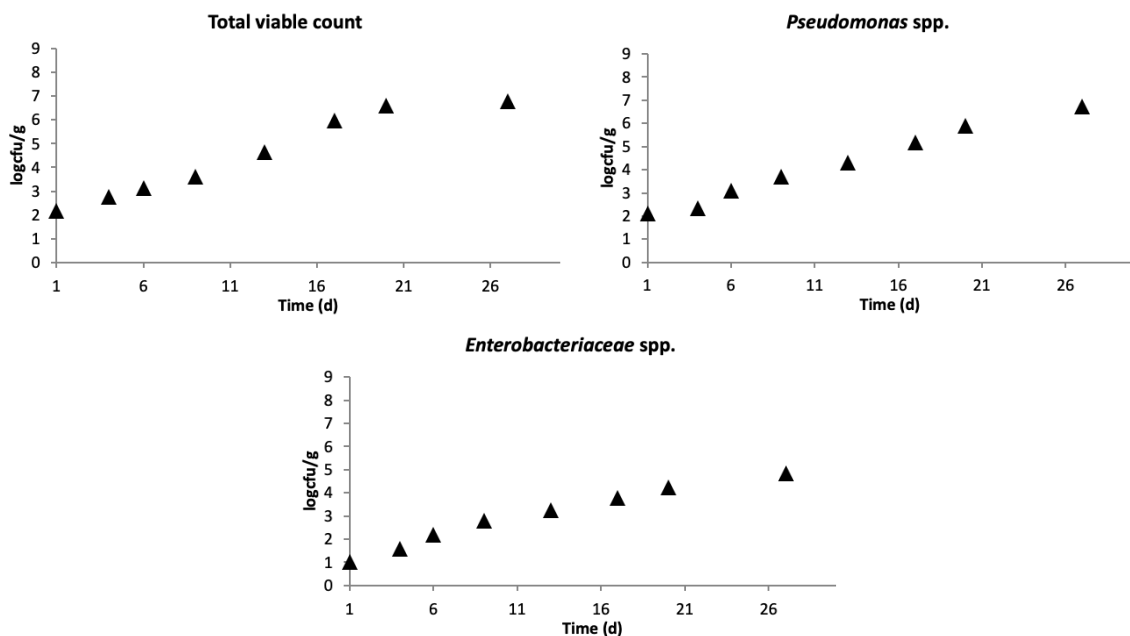
5.2 Ανάπτυξη νέου προϊόντος. Μελέτη διατηρησιμότητας απεντερωμένης/αποβραγχιωμένης τσιπούρας σε MAP σε εργαστηριακή κλίμακα

Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα ιχθυηρά που συντηρούνται υπό ψύξη είναι ιδιαίτερα ευαλλοίωτα και η ποιοτική τους υποβάθμιση, λόγω την μικροβιακής ανάπτυξης, συμβαίνει γρήγορα. Στο Σχήμα 1 & Σχήμα 2 παρίστανται οι καμπύλες μικροβιακής ανάπτυξης της ολικής μικροβιακής χλωρίδας, των *Pseudomonas* sp. και των *Enterobacteriaceae* sp. για απεντερωμένη/αποβραγχιωμένη τσιπούρα στους 0 °C για τα δείγματα – μάρτυρες καθώς και για τα δείγματα που συντηρήθηκαν σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας αντίστοιχα. Στα δείγματα που συντηρήθηκαν σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα βλέπουμε και την μεταβολή του O₂ και του CO₂ στο εσωτερικό της συσκευασίας (headspace) καθ' όλη την διάρκεια συντήρησης των δειγμάτων

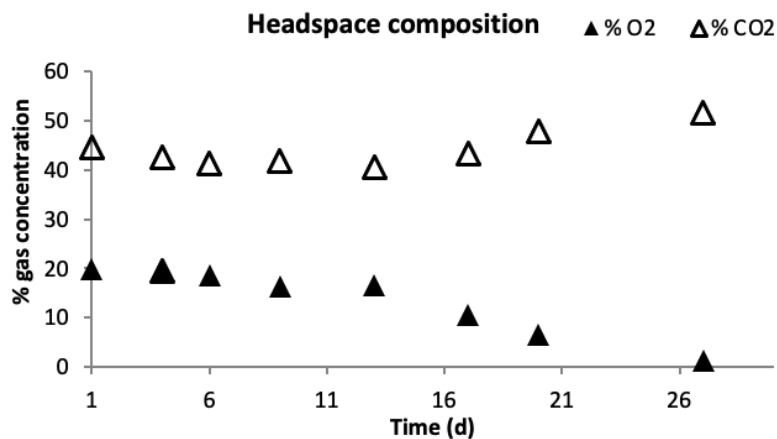
(Σχήμα 3). Τέλος στο Σχήμα 4 βλέπουμε τις χρονοθερμοκρασιακές συνθήκες συντήρησης των δειγμάτων.



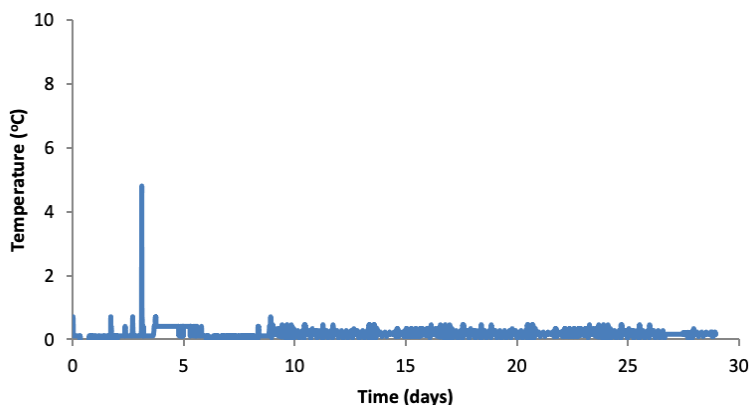
Σχήμα 1. Καμπύλες ανάπτυξης ολικής μικροβιακής χλωρίδας, *Pseudomonas sp.* και *Enterobacteriaceae sp.* σε δείγματα αποθηκευμένα σε αερόβιες συνθήκες στους 0 °C



Σχήμα 2. Καμπύλες ανάπτυξης ολικής μικροβιακής χλωρίδας, *Pseudomonas sp.* και *Enterobacteriaceae sp.* σε δείγματα αποθηκευμένα σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας στους 0 °C



Σχήμα 3. Καμπύλη μεταβολής συγκέντρωσης O₂ και CO₂ κατά την διάρκεια συντήρησης των δειγμάτων



Σχήμα 4. Χρονοθερμοκρασιακές συνθήκες συντήρησης των μελετώμενων δειγμάτων

Από τις παραπάνω καμπύλες μπορούμε να διακρίνουμε ότι και στις δύο περιπτώσεις (αερόβιες συνθήκες – συνθήκες M.A.P) η αλλοιογόνος μικροχλωρίδα κατά κύριο λόγο απαρτίζεται από *Pseudomonas* sp., αποτελέσματα που συμφωνούν και με προγενέστερες μελέτες που αναφέρουν τους *Pseudomonas* sp. ως κύριους αλλοιογόνους μικροοργανισμούς σε νωπά ιχθυηρά αποθηκευμένα σε αέρα (Kyra et al., 1997, Gram et al., 1996, Koutsoumanis et al., 2000, Kakouri et al., 1997, Koutsoumanis et al., 1999, Taoukis et al., 1999a,b).

Ο αρχικός μικροβιακός πληθυσμός των ψαριών ήταν κοντά στα 2 log CFU/g. Ο πληθυσμός των *Pseudomonas* sp. ήταν και αυτός στα 2 log CFU/g ενώ ο πληθυσμός των *Enterobacteriaceae* sp. ήταν 1 λογαριθμικό κύκλο χαμηλότερος και ίσος με 1 log CFU/g.

Στα δείγματα τσιπούρας σε αέρα, παρατηρήθηκε υψηλός ρυθμός ανάπτυξης της ολικής μικροβιακής χλωρίδας την οποία ακολούθησε και ο πληθυσμός των *Pseudomonas* sp.. Υψηλός

ήταν και ο ρυθμός ανάπτυξης των *Enterobacteriaceae* sp., ο οποίος όμως κυμάνθηκε σε χαμηλότερα επίπεδα από τον αριθμό των *Pseudomonas* sp. Την 10^η ημέρα η ολική μικροβιακή χλωρίδα είχε φτάσει τους 7 log CFU/g με αποτέλεσμα τα δείγματα να θεωρούνται ακατάλληλα για κατανάλωση.

Στα δείγματα σε M.A.P, παρατηρήθηκε επιβράδυνση του ρυθμού μικροβιακής ανάπτυξης σε σχέση με τα δείγματα αέρα. Η ολική μικροβιακή χλωρίδα έφτασε τους 7 λογαρίθμους την 20^η ημέρα της συντήρησης. Και σε αυτή την περίπτωση ο αριθμός των *Pseudomonas* sp. ακολούθησε την ολική μικροβιακή χλωρίδα ενώ ο αριθμός των *Enterobacteriaceae* sp. να είναι μικρότερος.

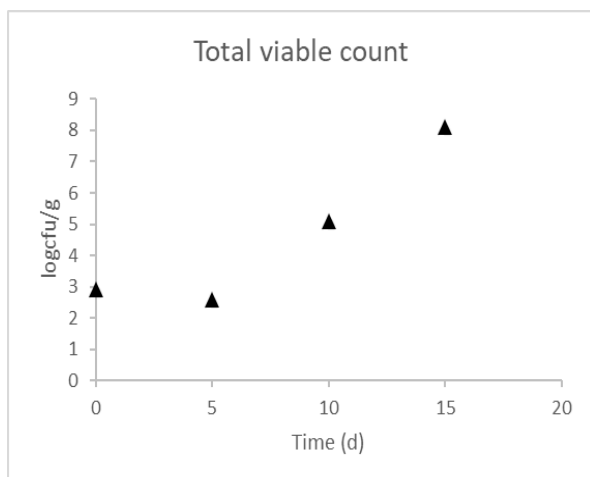
Τέλος στο Σχήμα 4 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις των αερίων O₂ και CO₂ σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) σε συνάρτηση με τον χρόνο. Η συγκέντρωση του CO₂ βλέπουμε ότι αυξάνεται κατά την αλλοίωση των δειγμάτων ενώ ταυτόχρονα μειώνεται η συγκέντρωση του O₂.

5.3 Ανάπτυξη νέου προϊόντος. Μελέτη διατηρησιμότητας απεντερωμένης/αποβραγχιωμένης τσιπούρας σε MAP σε βιομηχανική κλίμακα

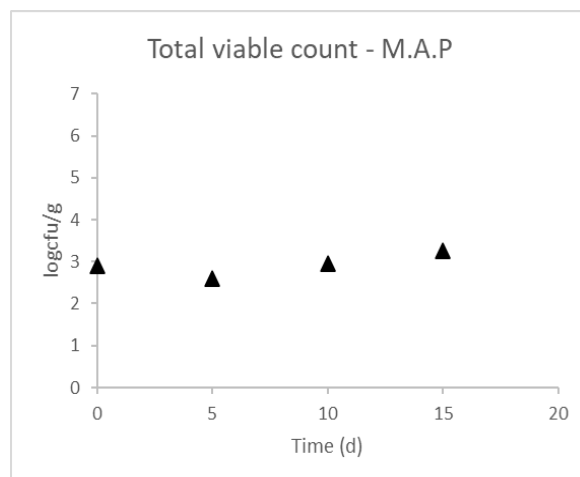
Οι μικροβιολογικές εξετάσεις πραγματοποιήθηκαν παράλληλα με οργανοληπτικές αξιολογήσεις. Εξετάσθηκε η παρουσία Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (ΟΜΧ) κατά τις ημέρες 0, 5, 10 & 15, σε δείγματα τσιπούρας απεντερωμένα και αποβραγχιωμένα αποθηκευμένα σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας (M.A.P) και δείγματα τσιπούρας απεντερωμένα και αποβραγχιωμένα αποθηκευμένα σε αερόβιες συνθήκες. Οι καμπύλες ανάπτυξης της μικροχλωρίδας παρίστανται με την χρήση του μέσου όρου των τριών δειγμάτων κάθε ανάλυσης που εκφράστηκαν σε log colony units per gram (log CFU/g) και παρουσιάζονται στο Σχήμα και Σχήμα.

Πίνακας 8. Αποτελέσματα Μικροβιολογικών αναλύσεων – Βιομηχανική κλίμακα

| Χρόνος (d) | Log CFU/g Τσιπούρα – μάρτυρας | Log CFU/g Τσιπούρα M.A.P |
|------------|-------------------------------|--------------------------|
| 0 | 2,90 | 2,90 |
| 5 | 2,60 | 2,61 |
| 10 | 5,11 | 2,95 |
| 15 | 8,10 | 3,26 |



Σχήμα 5 Καμπύλη ανάπτυξης ολικής μικροβιακής χλωρίδας σε δείγματα συντηρημένα σε αέρα



Σχήμα 6 Καμπύλη ανάπτυξης ολικής μικροβιακής χλωρίδας σε δείγματα συντηρημένα σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα

Ο αρχικός μικροβιακός πληθυσμός ήταν κοντά στα 3 log CFU/g. Την πέμπτη ημέρα και στα δύο δείγματα δε παρατηρήθηκε μεταβολή του μικροβιακού πληθυσμού ο οποίος παρέμεινε στα ίδια επίπεδα με την ημέρα μηδέν. Η διαφορά άρχισε να εντοπίζεται από την 10^η ημέρα όπου ενώ στο δείγμα M.A.P το μικροβιακό φορτίο συνέχισε να παραμένει σταθερό στο δείγμα μάρτυρα ανέβηκε κατά δύο λογαρίθμους. Την δέκατη πέμπτη ημέρα η διαφορά στον μικροβιακό πληθυσμό ήταν μεγάλη. Το δείγμα M.A.P είχε ολική μεσόφιλη χλωρίδα στους 3 λογαρίθμους ενώ το δείγμα μάρτυρας στους 8 log CFU/g.

5.4 Οργανοληπτικά αποτελέσματα

Η ημέρα της αλίευσης των δειγμάτων είναι και η Ημέρα 0 όπου ξεκίνησαν οι οργανοληπτικές δοκιμές. Την ίδια μέρα στις εγκαταστάσεις της εταιρείας έγινε η συσκευασία τους σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας M.A.P. Τα δείγματα αποθηκεύτηκαν σε ψυγείο με θερμοκρασία χώρου 0 °C – 2 °C.

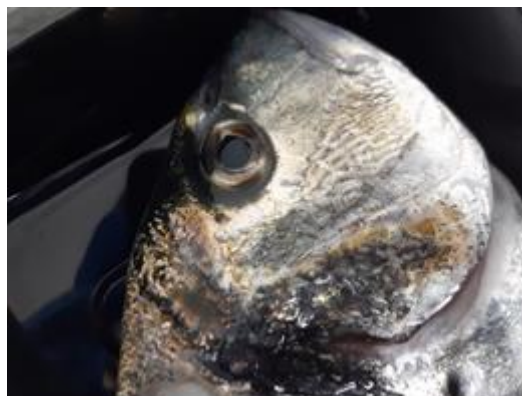
5.4.1 Πρώτος έλεγχος/Ημέρα 0

Ο πρώτος έλεγχος έγινε την ίδια μέρα της εξαλίευσης. Αρχικά μετρήθηκε η θερμοκρασία των δειγμάτων στο γεωμετρικό τους κέντρο η οποία ήταν 1 οC.

Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων. Τα δείγματα χαρακτηρίστηκαν ως άριστα έχοντας ευχάριστη οσμή, λαμπερό χρώμα επαρκή και άριστη ποσότητα βλέννας, με άριστη συνεκτικότητα δέρματος και οφθαλμούς διαυγείς.



*Εικόνα 7 . Εξωτερική εμφάνιση δειγμάτων
Ημέρα 0*



*Εικόνα 8 Εμφάνιση οφθαλμών δειγμάτων
Ημέρα 0*

5.4.2 Δεύτερος έλεγχος/Ημέρα 5

Ο δεύτερος έλεγχος έγινε την πέμπτη ημέρα από την εξαλίευση. Έγινε θερμομέτρηση των δειγμάτων στο γεωμετρικό κέντρο τους και η θερμοκρασία τους ήταν 0 °C.

Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων. Το χρώμα και στα δύο δείγματα παρέμεινε γυαλιστερό ενώ η βλέννα στο δείγμα Μ.Α.Ρ ήταν αρκετά λιγότερη σε ποσότητα. Η συνεκτικότητα του δέρματος παρέμεινε ελαστική και στα δύο δείγματα. Οι οφθαλμοί των δειγμάτων ήταν διαυγείς και τέλος η οσμή είχε χάσει λίγο από την αρχική της φρεσκάδα χωρίς όμως να είναι άσχημη και χαρακτηρίστηκε ως ουδέτερη.



*Εικόνα 9 Εξωτερική εμφάνιση δειγμάτων
υπό αερόβιες συνθήκες Ημέρα 5*



*Εικόνα 10 Εξωτερική εμφάνιση δειγμάτων
Μ.Α.Ρ Η-μέρα 5*

5.4.3 Τρίτος έλεγχος/Ημέρα 10

Ο τρίτος έλεγχος έγινε την δέκατη ημέρα από την εξαλίευση. Έγινε θερμομέτρηση των δειγμάτων στο γεωμετρικό κέντρο τους και η θερμοκρασία τους ήταν 0 οC. Στην συνέχεια έγινε οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων. Την δέκατη ημέρα η εικόνα των δειγμάτων άλλαξε

αρκετά. Το χρώμα στο δείγμα που συντηρήθηκε σε αερόβιες συνθήκες ήταν εξίσου γυαλιστερό με την πέμπτη ημέρα όμως δεν υπήρχε καθόλου βλέννα. Η συνεκτικότητα του δέρματος είχε χαθεί όπως και η οσμή που πλέον είχε αρχίσει να γίνεται πιο βαριά «ψαριού». Οι οφθαλμοί ήταν ελαφρώς θολοί. Το χρώμα στο δείγμα που ήταν συσκευασμένο σε συνθήκες Μ.Α.Ρ ήταν θαμπό με απουσία βλέννας. Η συνεκτικότητα του δέρματος ήταν καλή οι οφθαλμοί ελαφρώς θολοί και επίπεδοι και η οσμή βαριά «ψαριού».



Εικόνα 11 Εξωτερική εμφάνιση δειγμάτων Μ.Α.Ρ Ημέρα 10



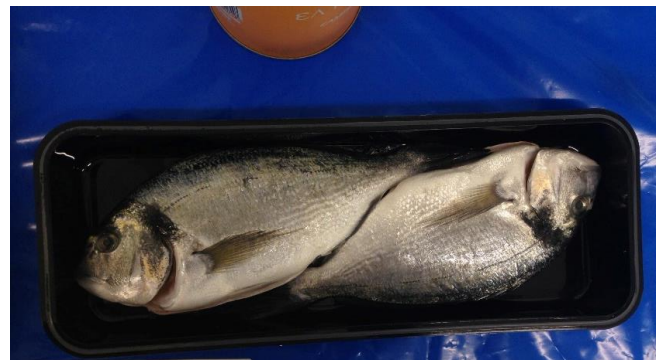
Εικόνα 12 . Εξωτερική εμφάνιση δειγμάτων υπό αερόβιες συνθήκες Ημέρα 10

5.4.4 Τέταρτος έλεγχος/Ημέρα 15

Ο τέταρτος και τελευταίος έλεγχος έγινε την δέκατη πέμπτη ημέρα από την εξαλίευση. Έγινε θερμομέτρηση των δειγμάτων στο γεωμετρικό κέντρο τους και η θερμοκρασία τους ήταν 0 οC. Τα δείγματα την δέκατη πέμπτη ημέρα ήταν μη αποδεκτά. Το δείγμα που ήταν συσκευασμένο σε συνθήκες Μ.Α.Ρ ήταν ελαφρώς καλύτερο σε ότι αφορά την οσμή του. Όλα τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά ήταν κοινά στα δύο δείγματα. Θαμπό χρώμα με απουσία βλέννας, κακή συνεκτικότητα δέρματος και θαμποί οφθαλμοί



Εικόνα 13 Εξωτερική εμφάνιση δειγμάτων υπό αερόβιες συνθήκες Ημέρα 15

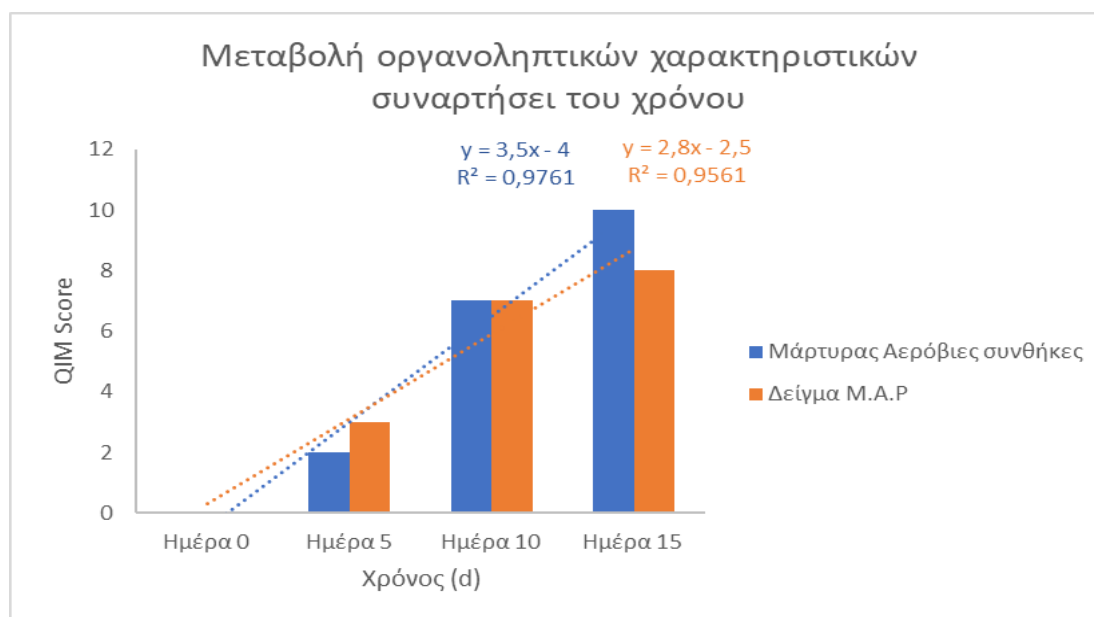


Εικόνα 14 Εξωτερική εμφάνιση δειγμάτων Μ.Α.Ρ Ημέρα 15

5.4.5 Οργανοληπτική αξιολόγηση δειγμάτων βασισμένη στη μέθοδο QIM

Πίνακας 9 Αξιολόγηση δειγμάτων με βάση το σχήμα QIM

| Χαρακτηριστικό | | Ημέρα 0 | | Ημέρα 5 | | Ημέρα 10 | | Ημέρα 15 | |
|--------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | | M.A.P | Αερόβιο | M.A.P | Αερόβιο | M.A.P | Αερόβιο | M.A.P | Αερόβιο |
| Εξωτερική εμφάνιση | Δέρμα | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| | Βλέννα | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Σάρκα | Ελαστικότητα | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | Οσμή | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| Οφθαλμοί | Διαύγεια | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Σχήμα | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| Συνολικοί βαθμοί | | 0 | 0 | 3 | 2 | 7 | 6 | 8 | 10 |



Σχήμα 7. Σχηματική απεικόνιση της μεταβολής των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών συναρτήσει του χρόνου

Βλέποντας την μεταβολή του score από την αξιολόγηση με βάση το σχήμα QIM, για τον μάρτυρα και για το δείγμα M.A.P, παρατηρούμε μια επιβράδυνση του ρυθμού μεταβολής των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών στο δείγμα M.A.P η οποία παρατείνει έστω και ελάχιστα την περίοδο κατά την οποία το προϊόν χαρακτηρίζεται οργανοληπτικά αποδεκτό.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη επίδρασης της συσκευασίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα στην διάρκεια ζωής και στην ποιότητα φρέσκων αλιευμάτων με παράλληλη μελέτη για την πρόθεση αγοράς αυτών των προϊόντων από τους πελάτες της εταιρείας Γαλαξίδι Θαλάσσιες Καλλιέργειες.

Οι όλο και αυξανόμενες ανάγκες για τροφή, η σημαντική διατροφική αξία των αλιευμάτων αλλά και η ευαλλοίωτη φύση τους είναι τρεις από τους σημαντικότερους λόγους που οδήγησαν στην ανάγκη εύρεσης νέων τεχνικών για την περαιτέρω συντήρηση των αλιευμάτων όπως κατέδειξε η βιβλιογραφική ανασκόπηση. Η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα δεν είναι μια νέα τεχνική όμως είναι μια μέθοδος με όλο και αυξανόμενο ενδιαφέρον στην ιχθυοκαλλιέργεια αφού δείχνει ότι μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της διάρκειας ζωής των ιχθυηρών.

Με βάση τις βιβλιογραφικές αναφορές για τα πλεονεκτήματα των προϊόντων M.A.P συντάχθηκε ένα ερωτηματολόγιο όπου η διανομή του έγινε σε βασικούς πελάτες αλλά και υποψήφιους πελάτες ώστε να ελεγχθεί αν υπάρχει πρόθεση να αγοράσουν τα προϊόντα αυτά. Οι απαντήσεις που συλλέχθηκαν αφορούσαν έξι μεγάλους πελάτες της εταιρεία και τρεις υποψήφιους πελάτες. Πρέπει να σημειωθεί ότι αυτή η μελέτη δεν είναι γενική αλλά συγκεκριμένη και αφορά αποκλειστικά το πελατολόγιο της εταιρείας Γαλαξίδι Θαλάσσιες Καλλιέργειες όπως ήδη αναφέρθηκε. Τα αποτελέσματα συμπληρώθηκαν από ανθρώπους – στελέχη των επιχειρήσεων και οι απαντήσεις τους κρίθηκαν ως υψηλής σπουδαιότητας. Τα αποτελέσματα έδειξαν σύμπτωση των απόψεων στα χαρακτηριστικά που αφορούσαν την ποιότητα και την διάρκεια ζωής. Συγκεκριμένα η παράταση του διαστήματος κατά την οποία το προϊόν διατηρεί όλα τα χαρακτηριστικά του φρέσκου αλλά και η προστασία που προσφέρει η συσκευασία M.A.P κρίθηκαν από την πλειοψηφία των πελατών ως μέγιστης σημαντικότητας χαρακτηριστικά. Χαρακτηριστικά που αφορούσαν περισσότερο το κομμάτι marketing του προϊόντος θεωρήθηκαν λιγότερο σημαντικά. Συγκεκριμένα η δυνατότητα που δίνουν στους πελάτες της εταιρείας τα προϊόντα αυτά στο να παρέχουν μεγαλύτερη ποικιλία θεωρήθηκε μέτριας έως υψηλής σημαντικότητας, ενώ η δυνατότητα παροχής προϊόντων Premium θεωρήθηκε από αρκετά ως πάρα πολύ σημαντική με την πλειοψηφία των πελατών να μη το θεωρούν πάρα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό. Τέλος η δυνατότητα παροχής προϊόντων Ready to cook δίχασε τους πελάτες, θεωρώντας το από καθόλου έως πάρα πολύ υψηλής σημαντικότητας χαρακτηριστικό.

Σημαντικό εύρημα του ερωτηματολογίου είναι ότι η πλειοψηφία των πελατών θεωρούν ότι ιχθυηρά συσκευασμένα σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα θα αυξήσουν την ικανοποίηση και την κατανάλωση των υφιστάμενων πελατών τους ενώ παράλληλα θα αυξήσουν και το μερίδιο αγοράς προσελκύοντας καινούριους πελάτες. Ακόμα ποσοστό 78% των πελατών μας θεωρούν ότι οι καταναλωτές θα αγοράσουν τα συγκεκριμένα προϊόντα με αύξηση 10 – 15 %

στην τιμή τους σε σχέση με τα αντίστοιχα χύδην.

Στην ερώτηση για το πόσο θεωρούν οι πελάτες ότι θα βοηθήσει η συσκευασία αυτή και για τα Μεσογειακά είδη (Τσιπούρα, Λαβράκι, Φαγκρί και Κρανιός) αυτό που παρατηρήθηκε είναι ότι υπάρχει η τάση να θεωρείται παραπάνω σημαντική η συσκευασία φιλέτων σε σχέση με τα απεντερωμένα.

Η συλλογή των απαντήσεων και η επεξεργασία τους έδειξε ότι οι πελάτες της εταιρείας ενδιαφέρονται για την αγορά αλιευμάτων σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα και έτσι το επόμενο βήμα ήταν να μελετηθεί σε εργαστηριακή κλίμακα στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών η επίδραση που έχει η συσκευασία αυτή στην ποιότητα και την διάρκεια ζωής τους.

Έγινε μελέτη της μικροβιακής ανάπτυξης σε απεντερωμένη/αποβραγχιωμένη τσιπούρα σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας (50% CO₂, 30% N, 20% O₂) με παράλληλη μελέτη δειγμάτων συντηρημένα σε αερόβιες συνθήκες στους 0 °C. Από τους μικροοργανισμούς που μελετήθηκαν και στις δυο περιπτώσεις ο πληθυσμός των *Pseudomonas* sp ήταν αυτός που επικράτησε αποτέλεσμα αναμενόμενο αφού έχει αναφερθεί σε πολλές προγενέστερες μελέτες ως ο βασικός αλλοιογόνος μικροοργανισμός κατά την συντήρηση των ιχθυηρών (Kyraia et al., 1997, Gram et al., 1996, Koutsoumanis et al., 2000, Kakouri et al., 1997, Koutsoumanis et al., 1999, Taoukis et al., 1999a,b). Η χαμηλή θερμοκρασία σε συνδυασμό με τις συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας συνέβαλαν στην αύξηση του χρόνου ζωής όπως φάνηκε από τα πειράματα γεγονός που επιβεβαιώνει και η βιβλιογραφία (DeWitt & Oliveira, 2016, Doulgeraki et al., 2012). Στην συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα παρατηρήθηκε επιβράδυνση της ανάπτυξης της ολικής μικροβιακής χλωρίδας, η οποία ξεπέρασε τους 7 log CFU/g την 21^η ημέρα συντήρησης με διαφορά 10 ημερών από τις συσκευασίες σε αέρα στους 0 °C. Ο πληθυσμός των *Enterobacteriaceae* sp παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα, φτάνοντας στους 7 λογάριθμους την 21^η ημέρα για την αερόβια συσκευασία και τους 5 λογάριθμους την 27^η ημέρα για την συσκευασία M.A.P παραμένοντας και στις δυο περιπτώσεις 2 λογαριθμικούς κύκλους χαμηλότερος από την ολική μικροβιακή χλωρίδα. Η βακτηριοστατική δράση του CO₂ έναντι των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων που δρα παρατείνοντας την φάση προσαρμογής και μειώνοντας τον ρυθμό ανάπτυξης των μικροοργανισμών αυτών κατά την λογαριθμική φάση έχει αποδειχθεί από τον Fiber (1991). Πράγματι, στις συσκευασίες M.A.P η φάση προσαρμογής των *Pseudomonas* sp και των *Enterobacteriaceae* sp παρατείνεται όπως παρατηρείται και επιβράδυνση στον ρυθμό ανάπτυξής τους κατά την λογαριθμική φάση.

Από την καμπύλη συγκέντρωσης των αερίων παρατηρήθηκε ότι με την πάροδο του χρόνου η συγκέντρωση του CO₂ αυξάνεται ενώ παράλληλα μειώνεται η συγκέντρωση του O₂. Ακόμα η αύξηση του ρυθμού συγκέντρωσης του CO₂ ακολουθεί την καμπύλη αύξησης των μικροοργανισμών. Οι μεταβολές αυτές μπορούν να εξηγηθούν από την βακτηριακή αναπνοή των μικροοργανισμών των δειγμάτων οι οποίοι καταναλώνουν το υπάρχον O₂ ενώ παράλληλα απελευθερώνεται CO₂ με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η συγκέντρωση των αερίων στην

συσκευασία.

Όσον αφορά τα πειράματα που έγιναν σε βιομηχανικές συνθήκες τα μικροβιολογικά ευρήματα έδειξαν και σε αυτή την περίπτωση επιβράδυνση της μικροβιακής ανάπτυξης στη συσκευασία M.A.P. Οι βιομηχανικές συνθήκες αποτελούν μια πρόκληση για την συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα, γιατί προκειμένου να καταστεί εφικτή η αποκόμιση των πλεονεκτημάτων που προσφέρει η συσκευασία αυτή, πρέπει οι συνθήκες επεξεργασίας και συσκευασίας να διασφαλίζουν την απόλυτη υγιεινή του προϊόντος. Το αρχικό μικροβιακό φορτίο συσκευασίας πρέπει να είναι όσο δυνατόν χαμηλότερο όπως και η θερμοκρασία συντήρησης και διακίνησης. Τέλος με βάση την αισθητηριακή αξιολόγηση παρατηρήθηκε ότι μέχρι την 10^η ημέρα τα δείγματα M.A.P είχαν παρόμοια εικόνα και βαθμολογία με τα συμβατικά δείγματα. Την 15^η ημέρα και τα δύο δείγματα απορρίφθηκαν αισθητά. Ο κύριος λόγος απόρριψής τους ήταν η έντονη μυρωδιά που συνόδευε και τα δύο είδη δειγμάτων.

Παρόλο που υπάρχουν πολλές μελέτες που αναφέρουν ότι η απεντερωμένη τσιπούρα αποθηκευμένη αερόβια σε συνθήκες ψύξης ήταν αισθητά αποδεκτή ακόμα και μετά από 14 – 15 ημέρες (Zhuang et al., 2020, Odeyemi, 2018) στο συγκεκριμένο πείραμα αυτό δεν επιβεβαιώθηκε. Αυτό που μπορούμε να σημειώσουμε είναι ότι πολλοί είναι οι παράγοντες που συμβάλουν στην διάρκεια ζωής των θαλασσινών. Μεταξύ αυτών οι συνθήκες εκτροφής, εξαλίευσης, οι χειρισμοί στο στάδιο επεξεργασίας και ο βαθμός προ – επεξεργασίας. Οι σημαντικότεροι παράγοντες όμως είναι το αρχικό μικροβιακό φορτίο καθώς και οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις.

Κλείνοντας λοιπόν την εργασία αυτή είναι σημαντικό να τονιστεί η ανάγκη της αγοράς και η παράλληλη επιθυμία της για Μεσογειακά είδη ιχθύων συσκευασμένα σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Η έρευνα έχει στραμμένο το βλέμμα της για την ανάπτυξη και αξιολόγηση συστημάτων τροποποιημένης ατμόσφαιρας στα αλιευτικά προϊόντα καθώς όλο και περισσότερες έρευνες δημοσιεύονται προς αυτή την κατεύθυνση. Απαιτείται ακόμη περισσότερη προσπάθεια για να κατανοηθεί πλήρως ο τρόπος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί η συσκευασία M.A.P προκειμένου να προστατευθεί η ποιότητα και να αυξηθεί η διάρκεια ζωής όπως επίσης χρειάζεται και μεγάλη προετοιμασία από την βιομηχανία ώστε να δεχθεί την M.A.P όχι ως πανάκεια αλλά ως έναν ακόμα παράγοντα παρεμπόδισης ο οποίος πρέπει να λειτουργεί σε πλήρη συμφωνία με την υγιεινή των προϊόντων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ερωτηματολόγιο

Ενότητα 1 από 3

Questionnaire

This questionnaire is designed as part of my Master's thesis "Study of the effect of packaging in a modified atmosphere contrition on the quality and shelf - life of fresh fish - Market study" at the University of Thessaly's Bioentrepreneurship program.

As part of my Thesis, I'll conduct a series of experiments as well as a market research using the below questions and the data collected will be used for the statistical analysis. Please note that your responses and any identifying information of the respondents will remain strictly confidential.

Your participation is particularly important for a successful, valid and verifiable research.

I appreciate the time you are taking to fill out the below questionnaire.
If you have any questions or concerns, please feel free to reach out to me:
Vasiliki Karanasou (villykaranasou@gmail.com)

Company Name *

Κείμενο σύντομης απάντησης

Company Location *

Κείμενο σύντομης απάντησης

Company Department of the staff person completing the questionnaire *

Administration

Sales

RnD

Quality Assurance

Άλλο...

Product Definition as "Fresh Farmed Fish, gutted and gilled, packed In Modified Atmosphere Packaging (M.A.P.)."

Περιγραφή (προαιρετικό)

How important do you consider the period during which the product will regarded to be of high quality (Quality EXTRA)? *

| | | | | | | |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Not Important | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Very Important |

How important do you consider the packaging of the product in terms of the product's protection against external agents (microbiological, environmental, anthropogenic) until it is supplied to the consumer? *

| | | | | | | |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Not Important | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Very Important |

How important do you consider the possibility of selling "Ready to cook" products? *

| | | | | | | |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Not Important | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Very Important |

How important do you consider the availability of Premium products to your customers? *

| | | | | | | |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Not Important | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Very Important |



How important do you consider the provision of a wider product range to your customers? *

| | | | | | | |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Not Important | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Very Important |

Μετά την ενότητα 2 Συνέχεια στην επόμενη ενότητα

Ενότητα 3 από 3

By having Fresh Farmed Fish, gutted and gilled, packed In Modified Atmosphere Packaging (M.A.P.) with 1) An extended period of high quality (Quality EXTRA) 2) A packaging for the protection of external agents 3) The possibility of the use as a ready to cook product and 4) The provision of a wider product range to your customers:

Περιγραφή (προαιρετικό)

Do you think there will be an improved level of your customers satisfaction? *

- Yes
- No

Do you think your market share can grow? *

- Yes
- No

Do you think you'll have an increase in consumption by your current customers? *

Yes

No

Do you think that the consumer would be willing to pay an 10-15% price increase for such a product compared to gutted and gilled, bulk products? *

Yes

No

For the well - known Mediterranean fish species (Sea bream, Sea bass) how much do you think that this packaging would help in the marketing of the product? *

| | | | | | |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Not at all | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Very much |

For the following products, evaluate how much their image on the market would be improved if they were packaged and distributed in a Modified Atmosphere Packaging (M.A.P.) *

| | 1. Not at all | 2. A little | 3. Neutral | 4. Enough | 5. Very much |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Gutted and gille... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Gutted and gille... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Gutted and gille... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Gutted and gille... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Sea bream filets | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Sea bass filets | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Meagre filets | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Red Sea bream ... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Comments

Κείμενο μακροσκελούς απάντησης

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1: Προσφορά αλιευτικών προϊόντων στην Ελλάδα (Έκθεση ΣΕΘ, 2019)..... | 6 |
| Εικόνα 2 : Στοιχεία παραγωγής και πωλήσεων Ελληνικών Ιχθυοκαλλιεργειών (Έκθεση ΣΕΘ, 2019) | 8 |
| Εικόνα 3 : Τσιπούρα, <i>Sparus aurata</i> | 9 |
| Εικόνα 4: Συσχέτιση μεταξύ ποιότητας και φρεσκότητας (Olafsdottir et al., 1997)..... | 18 |
| Εικόνα 5: Τεχνολογία εμποδίων στα ψάρια (Tsironi et al., 2020). | 21 |
| Εικόνα 6: Συσκευή ομογενοποίησης – Stomacher και Καταμετρητής αποικιών. | 33 |
| Εικόνα 7 . Εξωτερική εμφάνιση δειγμάτων Ημέρα 0 | 48 |
| Εικόνα 8 Εμφάνιση οφθαλμών δειγμάτων Ημέρα 0..... | 48 |
| Εικόνα 9 Εξωτερική εμφάνιση δειγμάτων υπό αερόβιες συνθήκες Ημέρα 5..... | 48 |
| Εικόνα 10 Εξωτερική εμφάνιση δειγμάτων Μ.Α.Ρ Η-μέρα 5 | 48 |
| Εικόνα 11 Εξωτερική εμφάνιση δειγμάτων Μ.Α.Ρ Ημέρα 10..... | 49 |
| Εικόνα 12 . Εξωτερική εμφάνιση δειγμάτων υπό αερόβιες συνθήκες Ημέρα 10..... | 49 |
| Εικόνα 13 Εξωτερική εμφάνιση δειγμάτων υπό αερόβιες συνθήκες Ημέρα 15..... | 49 |
| Εικόνα 14 Εξωτερική εμφάνιση δειγμάτων Μ.Α.Ρ Ημέρα 15 | 49 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|---|----|
| Πίνακας 1: Μεταβολή πρωτεϊνικού περιεχομένου τσιπούρας σε σχέση με τον τρόπο εκτροφής της (Valente et al, 2011)..... | 11 |
| Πίνακας 2:Μικροβιολογική αλλοίωση ιχθυηρών (Τροποποίηση από Gram et al., 1996)15 | |
| Πίνακας 3: Ειδικοί αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί νωπών ιχθυηρών κατά τη συντήρηση σε θερμοκρασίες ψύξης. | 17 |
| Πίνακας 4: Μεταβολή οργανοληπτικών χαρακτηριστικών ιχθύων κατά την συντήρηση σε θερμοκρασίες ψύξης (Botta, 1995). | 19 |
| Πίνακας 5: Μέθοδος QIM για την οργανοληπτική εξέταση μπακαλιάρου (Luten et al., 1997) | 20 |
| Πίνακας 6: Ευαισθησία αλλοιογόνων και παθογόνων βακτηρίων στο διοξείδιο του άνθρακα. | 27 |
| Πίνακας 7:Μέθοδος Δείκτη Ποιότητας (Quality index Method, QIM) όπως αυτή αναπτύχθηκε για την απεντερωμένη και αποβραγχιωμένη τσιπούρα. | 34 |
| Πίνακας 8. Αποτελέσματα Μικροβιολογικών αναλύσεων – Βιομηχανική κλίμακα | 46 |
| Πίνακας 9 Αξιολόγηση δειγμάτων με βάση το σχήμα QIM..... | 49 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

| | |
|---|----|
| Σχήμα 1. Καμπύλες ανάπτυξης ολικής μικροβιακής χλωρίδας, <i>Pseudomonas</i> sp. και <i>Enterobacteriaceae</i> sp. σε δείγματα αποθηκευμένα σε αερόβιες συνθήκες στους 0 °C | 44 |
| Σχήμα 2. Καμπύλες ανάπτυξης ολικής μικροβιακής χλωρίδας, <i>Pseudomonas</i> sp. και <i>Enterobacteriaceae</i> sp. σε δείγματα αποθηκευμένα σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας στους 0 °C..... | 44 |
| Σχήμα 3. Καμπύλη μεταβολής συγκέντρωσης O ₂ και CO ₂ κατά την διάρκεια συντήρησης των δειγμάτων..... | 45 |
| Σχήμα 4. Χρονοθερμοκρασιακές συνθήκες συντήρησης των μελετώμενων δειγμάτων..... | 45 |
| Σχήμα 5 Καμπύλη ανάπτυξης ολικής μικροβιακής χλωρίδας σε δείγματα συντηρημένα σε αέρα..... | 47 |
| Σχήμα 6 Καμπύλη ανάπτυξης ολικής μικροβιακής χλωρίδας σε δείγματα συντηρημένα σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα | 47 |
| Σχήμα 9. Σχηματική απεικόνιση της μεταβολής των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών συναρτήσει του χρόνου..... | 49 |

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Arvanitoyannis I., (2012), Modified Atmosphere and Active Packaging Technologies, Contemporary Food Engineering Series, pp. 12 – 14
- Ashie I.N.A., Smith J.P., Simpson B.K., 1996. Spoilage and self-life extension of fresh fish and shellfish. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 36, 87-121.
- Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P. 2006. Χημεία τροφίμων, 3η έκδοση, Εκδόσεις Τζόλα, Θεσσαλονίκη.
- Botta J.R. (1995). Evaluation of Seafood Freshness Quality. Library of Congress. USA
- Calder P. C., (2004). n-3 fatty acids and cardiovascular disease: Evidence explained and mechanisms explored. *Clin. Sci.*, 107: 1–11
- Cooksey., 2013. Modified atmosphere packaging of meat, poultry and fish. *Innovations in Food Packaging* second edition.
- Dalgaard, P., Gram L., Huss H., 1993. Spoilage and shelf-life of cod fillets packed in vacuum or modified atmospheres. *International journal of Food Microbiology* 19, 283-294.
- Daniel. J.A., Krishnamurthi, R., Rizvi, S.S.H., 1985. A review of effects of carbon dioxide on microbial growth and food quality. *Journal of Food Protection* 48, 532-537.
- Day, B.P.F. 2003. Novel MAP applications for fresh fish prepared produce. In: *Novel food packaging techniques*. Ahvenainen, R. (ed.). Woodhead Publishing Limited, Cambridge, U.KL., pp. 61-86.
- DeWitt, C. A. M., Oliviera, A, 2016. Modified atmosphere systems and shelf life extension of fish and fishery products. *Foods* 5, 48-75.
- Drosinos E.H., Nychas, G-J.E., 1996. *Brochothrix thermosphacta* a dominant organism in Mediterranean fresh fish (*Sparus aurata*) stored under modified atmosphere. *Italian Journal of Food Science* 4, 323-330.
- Dyerberg, J., (1985) Coronary health aspects of fish food lipids. *Voeding*, 46: 388–391
- FAO, 1986. Fisheries Technical Papers-T142. The production of fish meal and oil. Fisheries Industries Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Farber J.M., 1991. Microbiological aspects of modified atmosphere packaging technology – A review. *Journal of Food Protection* 54, 58 – 70.
- Fox, T. E., E. Van den Heuvel, C. A. Atherton, J. R. Dainty, D. J. Lewis, N. J. Langford, H. M. Crews, J. B. Luten, M. Lorentzen, F. W. Sieling, P. van Aken-Schneyder, M. Hoek, M. J. J. Kotterman, P. van Dael, and S. J. Fairweather-Tait. Bioavailability of selenium from fish, yeast and selenate: A comparative study in humans using stable isotopes. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 58: 343–349 (2004).
- Gram L, Dalgaard P., 2002. Fish spoilage bacteria-problems and solutions. *Current Opinion in Biotechnology* 13, 262-266.
- Gram L., Huss H.H. (1996) Microbiological spoilage of fish and fish products. *International Journal of Food Microbiology*. Volume 33. Pages 121-13
- Hansen T.L./ Gill T., Rontved S.D., Huss H.H., 1996. Importance of autolysis and microbiological activity on quality of cold-smoked salmon. *Food Research International* 29, 181-186.

- Holick, M. F. The vitamin D deficiency pandemic and consequences for nonskeletal health: Mechanisms of action. *Mol. Aspects Med.*, 29: 361–368 (2008b).
- Huis int Veit, J.H.J., (1996) Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview. *International Journal of Microbiology*, 33: 1-18
- Huss H.H. 1995. Quality and Quality Changes in Fresh Fish, FAO Fish Technical Paper 348, FAO Rome, Italy.
- Huss H.H., 1995. Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper 348. Technological Laboratory, Ministry of Agriculture and Fisheries, Denmark. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Hussain A.M., Ehlerman D., Diehl J.F. 1976. Effect of radurization on microbial flora of vacuum-packaged trout (*Salmo gairdneri*). *Arch. Lebensmittelhyg.* 27(6), 223-225.
- Jay et al (2005), *Modern Food Microbiology (Seventh Edition)*, Food Science Text Series, pp 109 – 120, 354 – 370, 657 – 661.
- Kakouri A., Drosinos E.H., Nychas G.J.E. 1997. Storage of Mediterranean fresh fish (*Boops boops* and *Sparus aurata*) under modified atmospheres or vacuum at 3 and 10°C. In: Luten J.B., Borresen T., Oehlenschläger J. (Eds.). *Development in Food Science 38, Seafood from producer to consumer, Integrated Approach to quality*. Amsterdam, Elsevier, pp. 171-178.
- Kawai, T., 1996. Fish flavor. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 36, 257-298.
- Koutsoumanis K., Nychas G.J.E. 2000. Application of a systematic experimental procedure to develop a microbial model for rapid fish shelf life predictions. *International Journal of Food Microbiology* 60, 171-184.
- Koutsoumanis K., Tassou C., Taoukis P., Nychas G.J.E. 1999. The use of impedance in predictive microbiology. In: Roberts T.A. (Ed.) *Predictive modelling of microbial growth and survival in foods, COST914, Proceedings of workshop 5. Instrumental methods for data capture for advanced predictive modelling*, 15-16 May 1998, Bologna, Italy, EUR19103en, pp. 295-303.
- Kyrana V. R., Lougovois V. P., Valsamis D. S. 1997. Assessment of shelf-life of maricultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice. *International Journal of Food Science and Technology* 32, 339–347.
- Leistner L., Gorris L.G.M. 1995. Food preservation by hurdle technology. *Trends in Food Science & Technology* 6, 41-46.
- Liston J., 1960. The bacterial flora of fish caught in the Pacific. *Journal of Applied Bacteriology* 23, 469-470.
- Lund E. K., (2013). Health benefits of seafood; Is it just the fatty acids? *Food Chem.*, 140: 413– 420
- Luten J.B., Martinsdóttir E. 1997. QIM: A European Tool for Fish Freshness Evaluation in the Fishery Chain, In: *International Institute of Refrigeration*, France, 287-296.
- Martinez, L., Djenane, D., Cilla, I., Beltran, J.A. and Rocaes, O. 2005. Effect of different concentrations of carbon dioxide and low concentration of carbon monoxide on the shelf – life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere. *Meat Science*, 71: 563-570.

- Monahan, F.J. 2003. Oxidation of lipids in muscle foods: fundamental applied concerns. In: *Antioxidants in muscle foods*, Decker, E. & Faustman, C.C. (eds.). John Wiley & Sons. Chichester. U.K., pp. 3-23.
- Norman, A. W. From vitamin D to hormone D: Fundamentals of the vitamin D endocrine system essential for good health. *Am. J. Clin. Nutr.*, 88: 491S–499S (2008).
- Olafsdottir G., Martinsdottir E., Oehlenschlager J., Dalgaard P., Jensen B., Undeland I., Mackie I.M., Henehan G., Nielsen J., Nilsen H., Methods to evaluate fish freshness in research and industry. *Trends in Food Science & Technology* 1997;8:258-265.
- Oluwafemi J., Pramod V., Mahajan & Fahad Al-Julanda Al-Said & Umezuruike L. (2013) «Modified Atmosphere Packaging Technology of Fresh and Fresh-cut Produce and the Microbial Consequences—A Review» *Food Bioprocess Technology* 6 : 303 – 329
- Parlapani F., Haroutounian S., Nychas G.-J., Boziaris I., (2015). Microbiological spoilage and volatiles production of gutted European sea bass stored under air and commercial modified atmosphere package at 2 °C. *Food Microbiology*. Volume 50. Pages 44-53
- Parlapani, F.F., Boziaris, I.S., 2016. Monitoring of spoilage and determination of microbial communities based on 16S rRNA sequence analysis of whole sea bream stored at various temperatures. *LWT-Food Science and Technology* 66, 553-559.
- Provincial L., Gil M., Guillen E., Alonso V., Roncales P., Beltran J.A. (2010): Effect of modified atmosphere packaging using different CO₂ and N₂ combinations on physical, chemical, microbiological and sensory changes of fresh sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. *International Journal of Food Science & Technology*, 45: 1828–1836.
- Rudkowska I., B. Marcotte, G. Pilon, C. Lavigne, A. Marette, and M. C. Vohl., (2010). Fish nutrients decrease expression levels of tumor necrosis factor-alpha in cultured human macrophages. *Physiol. Genomics*, 40: 189–194
- Sandhya, (2009), «Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs», *Food Science and Technology*, 43: 381 – 392
- Shewan J.M., Hobbs G., Hodgkiss W., 1960. The *Pseudomonas* and *Achromobacter* groups of bacteria in spoilage of marine white fish. *Journal of Applied Bacteriology*.
- Simopoulos, A. P. Genetic variation and dietary response: Nutrigenetics/nutrigenomics. *Asia Pasi. J. Clin. Nutr.*, 11: S117–S128 (2002a).
- Simopoulos, A. P. Importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids: Evolutionary aspects, pp. 1–22. In: *Omega-6/Omega-3 Essential Fatty Acid Ratio: The Scientific Evidence* (Simopoulos, A. P., and Cleland, K. A., Eds.). 1st ed. Basel: Karger (2003).
- Simopoulos, A. P. The importance of the ratio of omega-6/ omega-3 essential fatty acids. *Biomed. Pharmacol.*, 56: 365– 379 (2002b).
- Sivertsvik, M., Jeksrud, W.K., Rosnes, J.T., 2002. A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products – significance of microbial growth, activities and safety. *International Journal of Food Science and Technology* 37, 107 – 127.
- Tacon A. G. J., and M. Metian, (2013) Fish matters: importance of aquatic foods in human nutrition and global food supply. *Rev. Fisher. Sci.*, 21: 22–38
- Taoukis P.S., Koutsoumanis K., Nychas G.J.E. 1999a. Modelling of spoilage microflora of boque (Boops boops) as a basis for chilled distribution monitoring with time-temperature indicators. In: *Bourgeois C.M., Roberts T.A. (Eds.). Predictive microbiology applied to*

chilled food preservation. Proceedings of the International Symposium, 16-18 June 1997, Quimper, France. Refrigeration Science and Technology Proceedings. Series, International Institute of Refrigeration (IIR), Paris, France, pp. 316-325.

- Taoukis P.S., Koutsoumanis K., Nychas G.J.E. 1999b. Use of time temperature integrators and predictive modelling for shelf life control of chilled fish under dynamic storage conditions. *International Journal of Food Microbiology* 53, 21- 31.
- Tsironi, T., and Taoukis, P. S. 2010. Modelling microbial spoilage and quality of gilthead seabream fillets: combined effect of osmotic pretreatment, modified atmosphere packaging and nisin on shelf life. *J. Food Sci.* 75(4): 243-251.
- Tsironi, T., Giannoglou, M., Platakou, E., and Taoukis, P. 2016. Evaluation of time temperature integrators for shelf- life monitoring of frozen seafood under real cold chain conditions. *Food Packaging and Shelf Life*.10: 46-53
- Tsironi, T., Houhoula, D., Taoukis, P. 2020 Hurdle technology for fish preservation. *Aquaculture and Fisheries* 5(2) :65-71
- Valente, L. M. P., Cornet, J., Donnay-Moreno, C., Gouygou, J. P., Bergé, J. P., Bacelar, M., Escórcio, C., Rocha, E., Malhão, F., & Cardinal, M. (2011). Quality differences of gilthead sea bream from distinct production systems in Southern Europe: Intensive, integrated, semi-intensive or extensive systems. *Food Control*, 22(5), 708–717.
- Παπαναστασίου Δ.Π., (1990). Τεχνολογία και Ποιοτικός Έλεγχος Αλιευμάτων, Τόμος Α, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα
- ΧΩΤΟΣ, Γ., ΡΟΓΔΑΚΗΣ, Ι. (1992): «Υδατοκαλλιέργειες ευρύαλων ψαριών λαβράκι και τσιπούρα τεχνικές της αναπαραγωγής και πάχυνσης». Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα, σελ.26-30.