

Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ – ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ – ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ : ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΑΛΙΕΙΑΣ
ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

***ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΜΠΙΦΤΕΚΙΩΝ
ΤΣΙΠΟΥΡΑΣ ΣΤΗΝ ΨΥΞΗ***

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ :

ΜΑΚΡΗ ΜΑΡΙΑ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ :

ΒΛΑΧΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2014

ΣΤΟΧΟΙ

Στην εργασία θα διερευνηθεί η επίδραση του χρόνου συντήρησης σε συνθήκες ψύξης στην ποιότητα μπιφτεκιών από κιμά τσιπούρας.

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Επεξεργασία & Ποιοτικός Έλεγχος Αλευμάτων

ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ

Ειδικά Θέματα Επεξεργασία & Μεταποίηση Αλευμάτων
Ποιοτικός & Υγειονομικός Έλεγχος Αλευμάτων

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ

Επεξεργασίας & Μεταποίησης Αλευμάτων

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
Abstract.....	4
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
2. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	6
3.ΥΛΙΚΑ – ΜΕΘΟΔΟΙ.....	8
3.1 Όργανα.....	8
3.2. ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΠΡΩΤΗΣ ΥΛΗΣ.....	9
3.2.1. Ψάρια	9
3.2.2. Πρόσθετα μπιφτεκιών	10
3.3.ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ	10
3.4. ΧΗΜΙΚΕΣ, ΦΥΣΙΚΕΣ, ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ	11
3.4.1. Βασική χημική σύνθεση των ψαριών	11
3.4.1.1 Λυοφιλίωση	11
3.4.1.2 Προσδιορισμός υγρασίας.....	12
3.4.1.3 Προσδιορισμός ολικής πρωτεΐνης.....	12
3.4.1.4 Προσδιορισμός λίπους.....	14
3.4.1.5 Προσδιορισμός τέφρας	15
3.4.2 Προσδιορισμός της τιμής θειοβαρβιτουρικού οξέος (TBA)	16
3.4.3 Προσδιορισμός του ολικού βασικού πτητικού αζώτου (TVB)	16
3.4.4 Προσδιορισμός της μεσόφιλης ολικής μικροβιακής χλωρίδας (TVC)	17
3.4.5 Χρώμα.....	19
3.4.6. Αναλύσεις υφής.....	20
3.4.7. Οργανοληπτικός έλεγχος	21
3.5 Στατιστική ανάλυση	21
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	22
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	24

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.....	25
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.....	26
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.....	27
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	28

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσης μελέτης ήταν να εκτιμηθεί η σταθερότητα των μπιφτεκιών τσιπούρας σε συνθήκες ψύξης. Η σταθερότητα των μπιφτεκιών παρασκευασμένων με 5% καλαμποκάλευρο εκτιμήθηκε ημερησίως και μέχρι επτά ημέρες στους 4°C με την χρήση μικροβιολογικών (μεσόφιλη ολική μικροβιακή χλωρίδα), χημικών (ολικό βασικό πτητικό άζωτο (TVB), δείκτης του θειοβαρβιτουρικού οξέως (TBARS)), φυσικών (υφή (αντοχή του gel), χρώμα (L*, a*, b*)) και οργανοληπτικών μεθόδων. Η μεσόφιλη ολική μικροβιακή χλωρίδα αυξήθηκε κατά την διάρκεια της συντήρησης και ξεπέρασε το όριο των 6.0 log cfu/g μετά από 6 ημέρες στην συντήρηση. Τα επίπεδα των TVB και TBARS ήταν κατώτερα των ορίων απόρριψης μέχρι το τέλος του πειράματος. Μετά από 7 ημέρες στην ψύξη η αντοχή του gel των μπιφτεκιών μειώθηκε στατιστικά σημαντικά. Οι παράμετροι του χρώματος έδειξαν ότι τα μπιφτεκία ήταν πιο σκουρόχρωμα, πιο κόκκινα και κίτρινα ύστερα από 7 ημέρες στην ψύξη σε σχέση με αυτά της πρώτης ημέρας. Η οργανοληπτική εκτίμηση έδειξε ότι τα μπιφτεκία έφτασαν στο όριο της αποδοχής την πέμπτη ημέρα της συντήρησης. Το όριο ζωής των μπιφτεκιών τσιπούρας προσδιορίστηκε στις 5 ημέρες, βασιζόμενο σε μικροβιολογικές και οργανοληπτικές εκτιμήσεις.

Abstract

The present study aimed to evaluate the refrigerated storage stability under aerobic conditions of gilthead sea bream patties. The stability of patties formulated with 5% corn flour was evaluated daily and up to seven days of storage at 4°C using microbiological (total viable count), chemical (total volatile basic nitrogen (TVB) and thiobarbituric reactive substances (TBARS)), instrumental texture (gel strength) colour measurements, and sensory assessments. The total viable counts of patties increased throughout storage and exceeded the critical limit of 6.0 log cfu/g on the sixth day of storage. The levels of TVB and TBARS of patties remained under the limit for rejection until the end of the storage period. By the end of the storage period the gel strength of patties was significantly reduced. The colour parameters showed that the patties became darker, redder and yellower by the end of the storage period. The sensory assessment showed that the patties reached the limit of acceptability by the fifth day of storage. Based on microbiological and sensory evaluations, the shelf life of patties with 5% corn flour was determined to be 5 days during refrigerated storage at 4°C.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τσιπούρα (*Sparus aurata*) μαζί με το λαυράκι (*Dicentrarchus labrax*) είναι τα πιο σημαντικά είδη που καλλιεργούνται στη Ελλάδα. Η τσιπούρα καταναλώνεται κυρίως φρέσκια (μη καταψυγμένη ή μεταποιημένη) και εκτιμάται πολύ από τον καταναλωτή ως τροφή λόγω της ευχάριστης γεύσης και υφής του.

Την τελευταία δεκαετία η παραγωγή της τσιπούρας από ιχθυοκαλλιέργεια από τις Μεσογειακές χώρες, έχει αυξηθεί σημαντικά, δηλαδή από 75.208 τόνους το 2002 σε 136.136 τόνους το 2010. Η Ελλάδα παράγει το 50% της ολικής παραγωγής του είδους. Όμως, η αυξανόμενη παραγωγή τσιπούρας των τελευταίων ετών προκάλεσε πτώση των τιμών περισσότερο από το 30% μεταξύ των ετών 2002 και 2010 (www.aquamedia.org; Απρίλιος 2012). Επίσης, από Ιούνιο μέχρι Ιανουάριο κάθε έτους υπάρχει αφθονία παραγωγής τσιπούρας, που προκαλεί περεταίρω πτώση στις τιμές (FAO: www.globefish.org; Απρίλιος 2012).

Επομένως είναι αναγκαίο να διερευνηθεί η δυνατότητα δημιουργίας προϊόντων προστιθέμενης αξίας (value added products) από την καλλιεργημένη τσιπούρα για εμπορική ή βιομηχανική χρήση, τα οποία θα ικανοποιούσαν τις απαιτήσεις του καταναλωτή και θα έκαναν την βιομηχανία παραγωγής καλλιεργημένης τσιπούρας πιο επικερδή.

Ο Lee (1997) πρότεινε ότι η παραγωγή καινοτόμων προϊόντων από ιχθυοκιμά (όπως λουκάνικα, μπιφτέκια/κεφτέδες ψαριών) μπορεί να μεγιστοποιήσει την αξία των φυσικών πόρων ψαριών, που είναι διαθέσιμοι στην βιομηχανία μεταποίησης αλιευμάτων.

Τα μπιφτέκια, που παρασκευάζονται από μοσχαρίσιο κιμά, είναι δημοφιλή σαν έδεσμα σε πολλές περιοχές του κόσμου συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας. Όμως, το μοσχαρίσιο κρέας περιέχει υψηλά ποσοστά χοληστερόλης και γι' αυτό έχει προταθεί η αντικατάστασή του με άλλες πηγές κρέατος. Το κρέας των ψαριών μπορεί να είναι ένα τέτοιο υποκατάστατο λόγω των υψηλών ποσοστών ω-3 λιπαρών οξέων και των χαμηλών επιπέδων χοληστερόλης (Vicente & Torres, 2007).

Πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει την καταλληλότητα του κιμά καλλιεργημένης τσιπούρας για την παραγωγή μπιφτεκιού και ότι το καλαμποκάλευρο σε μία συγκέντρωση 5% ήταν το καλύτερο για την παραγωγή μπιφτεκιών σε σχέση με το σιτάλευρο και το αλεύρι πατάτας (Cardoso et al. 2012, Makri, 2012)

Πέραν αυτών, δεν υπάρχει καμία μελέτη στην διεθνή βιβλιογραφία, που να αφορά τον χρόνο ζωής σε συνθήκες ψύξης των μπιφτεκιών τσιπούρας, επομένως μια τέτοια μελέτη θα ήταν αμέσως ενδιαφέροντος για την βιομηχανία ιχθυοτρόφης.

-Το αντικείμενο της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της σταθερότητας σε συνθήκες ψύξης μπιφτεκιών από κιμά τσιπούρας και ο προσδιορισμός του χρόνου ζωής τους, χρησιμοποιώντας μικροβιολογικές, χημικές, φυσικές και οργανοληπτικές μεθόδους.

2. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Τα μπιφτέκια ψαριών συνήθως παρασκευάζονται από κιμά που αλέθεται με αλάτι μέχρι να παραχθεί ένα κολλώδες μείγμα. Στο μείγμα αυτό προστίθενται και άλλα συστατικά όπως αλεύρι, άμυλο, πρωτεΐνη σόγιας, αυγό, ορός γάλακτος και λίπος, προκειμένου να τροποποιηθούν οι λειτουργικές του ιδιότητες, όπως το χρώμα και η υφή και να βελτιωθεί η γεύση του. Ακολούθως το μείγμα φορμάρεται σε ένα συγκεκριμένο σχήμα και μαγειρεύεται.

Οι Latif et al. (2003) μελέτησαν τις χημικές, μικροβιολογικές και οργανοληπτικές αλλαγές μπιφτεκιών παρασκευασμένων από φρέσκο και κατεψυγμένο κιμά πέστροφας κατά την διάρκεια συντήρησης τους στους 4°C για 21 ημέρες. Παρατήρησαν σημαντικές διαφορές στις τιμές του pH και TBA μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων, αλλά δεν παρατήρησαν άλλες διαφορές εκτός από διαφορές στα χαρακτηριστικά της υφής κατά την πρώτη ημέρα της συντήρησης. Σύμφωνα με τις μικροβιολογικές αναλύσεις, τα μπιφτέκια στο τέλος του πειράματος που παρασκευάστηκαν με φρέσκο κιμά ήταν σε οριακή κατάσταση για κατανάλωση και αυτά με κατεψυγμένο κιμά έπρεπε να καταναλωθούν πριν από την 9^η ημέρα συντήρησης.

Οι Raju et al. (2003) μελέτησαν την δράση της νισίνης σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις (12.5, 25, και 50 ppm) σαν συντηρητικό λουκάνικων ψαριού, που συντηρήθηκαν σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος (28 ± 2° C) και ψύξης (6 ± 2° C). Η ισχύς των gels, η ικανότητα συγκράτησης ύδατος, το ολικό βασικό πτητικό άζωτο και ο ολικός αριθμός των μικροβίων επηρεάστηκαν από τις θερμοκρασίες συντήρησης και από τις συγκεντρώσεις της νισίνης. Τα λουκάνικα, που περιείχαν νισίνη σε συγκέντρωση 50 ppm ήταν αποδεκτά προς κατανάλωση ύστερα από 20 με 22 ημέρες σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, ενώ τα λουκάνικα μάρτυρες ήταν αποδεκτά μόνο μετά από 2 ημέρες. Τα λουκάνικα, που περιείχαν νισίνη σε επίπεδο 50 ppm, και συντηρήθηκαν σε συνθήκες ψύξης ήταν αποδεκτά μέχρι 150 ημέρες συντήρησης και οι μάρτυρες μέχρι 30 ημέρες. Η νισίνη, σε συγκέντρωση 50 ppm, αύξησε σημαντικά την ισχύ του gel και την ολική οργανοληπτική αποδοχή των λουκάνικων και στις δύο θερμοκρασίες.

Οι Al-Bulushi et al. (2005) μελέτησαν την σταθερότητα σε συνθήκες κατάψυξης (-20°C) για τρεις μήνες μπιφτεκιών, που είχαν παρασκευασθεί από κιμά του είδους *Argyrosomus heinii* και είχαν δυο διαφορετικές συνθέσεις. Το προαναφερόμενο είδος αλιεύεται στο Σουλτανάτο του Ομάν στη Μέση Ανατολή και έχει χαμηλή εμπορική αξία. Η ποιότητα και η σταθερότητα των μπιφτεκιών σε συνθήκες κατάψυξης εκτιμηθήκαν με τον ολικό αριθμό αερόβιων μεσόφιλων μικροβίων και κολοβακτηριδίων τον δείκτη υπεροξειδίων, την διαλυτότητα των πρωτεϊνών σε χλωριούχο νάτριο και το χρώμα. Ο ολικός αριθμός αερόβιων μεσόφιλων μικροβίων ελαττώθηκε 84% and 97% του αρχικού φορτίου για τις δύο συνθέσεις μπιφτεκιών, ενώ τα και κολοβακτηρίδια καταστράφηκαν τελείως στο τέλος του πειραματικού χρόνου συντήρησης. Ο δείκτης υπεροξειδίων αυξήθηκε, αλλά παρέμεινε κάτω από το όριο της οργανοληπτικής ανίχνευσης της τάγγισης. Οι διαλυτές σε χλωριούχο νάτριο πρωτεΐνες μειώθηκαν σημαντικά κατά την διάρκεια της συντήρησης, αντίθετα η τιμή L του χρώματος παρέμεινε σταθερή καθόλη την διάρκεια της συντήρησης. Από αυτά τα αποτελέσματα οι ερευνητές συμπέραναν ότι τα μπιφτεκία και των δύο συνθέσεων ήταν αποδεκτής ποιότητας για τρεις μήνες στους -20°C. Το αποτέλεσμα αυτό αποδόθηκε στην αποτελεσματικότητα της κατάψυξης σαν μέθοδο κατάψυξης και στις αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες των πρόσθετων υλικών, που χρησιμοποιήθηκαν στη παρασκευή των μπιφτεκιών.

Οι Kilinc et al. (2008) μελέτησαν την μεταβολή της ποιότητας μπιφτεκιών σαρδέλας στην ψύξη (4°C) Το ολικό μικροβιακό φορτίο, τα ψυχροφιλα βακτήρια και τα κολοβακτηρίδια αυξήθηκαν από 2.50 log cfu/g, 2.60 log cfu/g, 19 MPN/g σε 6.15 log cfu/g, 6.45 log cfu/g, 70 MPN/g την 6η η μέρα, αντίστοιχα μύκητες - μούχλα, *Staphylococcus aureus* και *Escherichia coli* δεν ανιχνευτήκαν. Το ολικό βασικό πτητικό άζωτο η τιμή του θειοβαρβιτουρικού οξέως και της τριμεθυλαμίνης των μπιφτεκιών σαρδέλας ήταν 13.66 mg/100 g, 1.50 mg MA/kg και 1.20 mg/100 g στην αρχή του χρόνου συντήρησης και 29.55 mg/100 g, 3.60 mg MA/kg και 5.01 mg/100 g στο τέλος του χρόνου συντήρησης (την 6^η ημέρα), αντίστοιχα. Σύμφωνα με την οργανοληπτική αξιολόγηση το όριο ζωής των μπιφτεκιών σαρδέλας ορίστηκε στις 4 ημέρες.

Ο Kilinc (2009) μελέτησε τις μικροβιολογικές, οργανοληπτικές και χρωματικές μεταβολές μπιφτεκιών από γαύρο κατά την συντήρησή τους σε συνθήκες ψύξης. Ο ολικός αριθμός αερόβιων μεσόφιλων και ψυχρόφιλων μικροβίων αυξήθηκε ενώ η οργανοληπτική βαθμολόγηση μειώθηκε κατά την διάρκεια της συντήρησης. Ο ολικός αριθμός μικροβίων υπερέβη το όριο των 10⁶ cfu/g την 5^η ημέρα συντήρησης. Μύκητες, μούχλα,

Staphylococcus aureus και *Escherichia coli* δεν ανιχνευτήκαν. Οι τιμές L^* , a^* and b^* μεταβλήθηκαν από 36.8 ± 1.2 , 4.67 ± 1.00 , 13.0 ± 2.12 σε 35.3 ± 3.8 , 4.20 ± 0.89 , 14.12 ± 2.76 , αντίστοιχα την 5^η ημέρα συντήρησης. Μέχρι την 4^η ημέρα συντήρησης τα μπιφτέκια χαρακτηρίστηκαν ως 'αποδεκτά', όχι όμως τη 5^η ημέρα σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών και των οργανοληπτικών αναλύσεων

Οι Kose et al. (2009) βρήκαν ότι ο χρόνος ζωής μπιφτεκιών από μυ του ψαριού "προσφυγάκι" επηρεάστηκε σημαντικά από διαφορετικές μεθόδους παρασκευής του κιμά. Μπιφτέκια, που είχαν παρασκευασθεί από προ- μαγειρεμένο κιμά είχαν το μικρότερο μικροβιακό φορτίο και τον μεγαλύτερο οργανοληπτικό χρόνο ζωής σε συνθήκες ψύξης (10 ημέρες) σε σχέση με μπιφτέκια που παρασκευάστηκαν από κιμά και surimi του ίδιου ψαριού. Επίσης ξήρανση σε φούρνο και τήρηση συνθηκών υγιεινής μείωσε το μικροβιακό φορτίο από 5,30 σε λιγότερο από 1,47 log CFU /g για μπιφτέκια παρασκευασμένα από προ-μαγειρεμένο κιμά, από 5,80 σε 2,45 log CFU / g για μπιφτέκια παρασκευασμένα από surimi και από 5,65 σε 2,14 log CFU/ g για μπιφτέκια παρασκευασμένα από κιμά. Μπιφτέκια παρασκευασμένα από surimi παρουσίασαν τις χαμηλότερες τιμές τριμεθυλαμίνης και ολικού βασικού αζώτου, που έφτασαν τις τιμές των 14.7 και 42.03 mg ανά 100 g στο τέλος του χρόνου ζωής τους. Γενικά, η μελέτη αυτή πρότεινε την χρήση προ-μαγειρεμένου κιμά για την παρασκευή μπιφτεκιών από μυ του ψαριού "προσφυγάκι", επειδή τα μπιφτέκια αυτά είχαν τον μακρύτερο χρόνο ζωής και την υψηλότερη αποδοχή των καταναλωτών κατά την οργανοληπτική αξιολόγηση .

3.ΥΛΙΚΑ - ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Όργανα

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε ο ακόλουθος εξοπλισμός:

- Food vacuum packaging machine (VM-T12 AGK, Germany) μηχανή συσκευασίας τροφίμων σε κενό αέρος.
- Εργαστηριακό ψυγείο Fiocchetti Medika 400 2T.
- Μετρητής αποικιών Scan 100 Inter science.
- Θάλαμος νηματικής ροής Telstar AV-30/70.
- Επωαστικός κλίβανος High performance incubator Mod 2800 F LLI Gaily.
- Μηχανή κοπής ιχθυοκιμά moulinex HV6.
- Αυτόκαυστο Sanyo type MLS - 3020.

- Λυοφιλοποιητής Christ Alpha 1-2 LD plus.
- Υδατόλουτρο Selecta.
- Συσκευή εκχύλισης λίπους Soxtherm 2000 Gerhard S 306MK/S 306M.
- Κουζίνομηχανή KENWOOD KMC 560 GL Chef-class.
- Βαθύς καταψύκτης (Heto, Denmark) θερμοκρασίας -80°C.
- Θερμοζεύγη τύπου K, 0.5 mm διαμέτρου (Comark Instruments, U.K).
- Καταγραφικό θερμόμετρο (Comark KM 1242, Comark Instruments, UK).
- Εργαστηριακός φούρνος (WTB Binder, Germany).
- Εργαστηριακός φούρνος (1400 model, Thermolyne, Germany).
- Εργαστηριακός φούρνος - αποτεφρωτήρας (Therm.conceptht 40 AL).
- Αναλυτικός ζυγός (Adam equipment 0,000 lg).
- Ζυγός (A&D company F-X 300i WP 0,00lg).
- Ζυγός (Scalet 0,0lg).
- Ζυγός (Precica 1600C 0,lg).
- Συσκευή υγρής καύσης (Turbotherm TTA, Gerhardt, Germany) και μονάδα εξουδετέρωσης ατμών Gerhard Turbosog TVR.
- Μονάδα απόσταξης με ατμούς (Vapodest 40, Gerhardt, Germany).
- Αυτόματος τιτλοδότης (Titro Matic IS, Chrison, Spain).
- Ομογενοποιητής τύπου Ultra-Turrax (T25 basic, IKA Labortechnik, Germany).
- Φασματοφωτόμετρο (Pharmacia Biotech, Novaspec II, U.K).
- Vortex agitator.
- Αναλυτής Υφής TA-XT plus (Stable Micro- Systems Ltd., Surrey , U.K).
- Μετρητής χρώματος colour-meter της Hunterlab Mini Scan EZ.

3.2. ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΠΡΩΤΗΣ ΥΛΗΣ

3.2.1. Ψάρια

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τσιπούρες προερχόμενες από μονάδα ιχθυοκλωβών Δ. Ελλάδος (ΟΡΜΟΣ ΞΥΔΙΑΣ ΔΩΡΙΔΑΣ, ΝΗΡΕΥΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ, ΑΕ) μέσου βάρους 370g. Τα ψάρια μεταφέρθηκαν στο ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΧΘΥΗΡΩΝ (ΤΕΙ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ) την ίδια μέρα της

αλίευσής τους σε πολυεστερικά κιβώτια με πάγο. Ακολούθως, τα ψάρια ζυγίσθηκαν, φιλεταρίσθηκαν, και παρασκευάσθηκε ιχθυοκιμάς χρησιμοποιώντας μηχανή κιμά (παράγραφος 3.1).

3.2.2. Πρόσθετα μπιφτεκιών

Το καλαμποκάλευρο αγοράστηκε από την εταιρεία ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ Α.Β.Ε.Ε. Τα καρυκεύματα, το αλάτι και η ζάχαρη αγοράστηκαν από τοπικό supermarket. Τα πολυφωσφορικά αγοράστηκαν από την Sigma και ήταν food grade.

3.3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ

Ιχθυοκιμάς από είκοσι τσιπούρες χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να εκτιμηθεί η σταθερότητα των μπιφτεκιών τσιπούρας με 5% καλαμποκάλευρο κατά την συντήρησή τους στους 4°C. Πριν από την παρασκευή των μπιφτεκιών, ποσότητα ιχθυοκιμάς χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της βασικής χημικής σύνθεσης των ψαριών της παρούσης μελέτης. Για τον σκοπό αυτό, ποσότητα ιχθυοκιμάς (20 g) ζυγίσθηκε σε τρυβλίο Petri και λυοφιλήθηκε για 48 h σε θερμοκρασία -50 C και υπό πίεση 0,030 mbar. Η σάρκα, που είχε λυοφιλωθεί, φυλασσόταν στους -22 C για τις εξής αναλύσεις: υγρασία, τέφρα, ολική πρωτεΐνη και λίπος.

Πενήντα έξι μπιφτέκια τσιπούρας παρασκευάσθηκαν με την ακόλουθη σύνθεση:

- Κιμάς 95 g
- Καλαμποκάλευρο 5 g
- Αλάτι 1,1 g
- Καρυκεύματα 1,15 g
- Ζάχαρη 0,9 g
- Πολυφωσφορικά 0.2 g
- Νερό 6 g
- Λάδι 0,9 g

Τα μπιφτέκια ακολούθως τοποθετήθηκαν σε πλαστικά δισκία και καλύφθηκαν με μεμβράνη. Τα δισκία τοποθετήθηκαν σε εργαστηριακό ψυγείο στους 4°C και η ποιότητα των μπιφτεκιών εκτιμήθηκε μετά από 1,2,3,4,5,6 and 7 ημέρες συντήρησης με μικροβιολογικές (ολική μεσόφιλη χλωρίδα), χημικές (ολικό βασικό πτητικό άζωτο και δείκτη

θειοβαρβιτουρικού οξέως), φυσικές (υφή, χρώμα) και οργανοληπτικές μεθόδους. Κάθε ημέρα δειγματοληψίας, τρία μπιφτέκια χρησιμοποιήθηκαν για τις μικροβιολογικές και χημικές αναλύσεις και πέντε μπιφτέκια μαγειρεύτηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για τις φυσικές αναλύσεις και οργανοληπτικές εκτιμήσεις.

Για το ψήσιμο των μπιφτεκιών χρησιμοποιήθηκε εργαστηριακός φούρνος (παράγραφος 3.1), του οποίου η θερμοκρασία είχε ρυθμιστεί στους 180°C. Τα μπιφτέκια ψήθηκαν μέχρις ότου η θερμοκρασία του κέντρου φτάσει στους 75 °C (περίπου 14 min). Η θερμοκρασία στο θερμικό κέντρο μετρήθηκε με θερμοστοιχείο και καταγραφικό θερμόμετρο (παράγραφος 3.1). Τα ψημένα μπιφτέκια τοποθετήθηκαν σε επωαστήρα στους 25°C για να πάρουν τη θερμοκρασία περιβάλλοντος (περίπου 1 h) και ακολούθως μετρήθηκε το χρώμα (βλ. παράγραφος 3.1). Για τον προσδιορισμό της υφής, λαμβανόταν από το κέντρο του κάθε μαγειρεμένου μπιφτεκιού τεμάχιο διαμέτρου 2,7cm και ύψους 1,5 cm με την χρήση corkborer.

3.4. ΧΗΜΙΚΕΣ, ΦΥΣΙΚΕΣ, ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

3.4.1. Βασική χημική σύνθεση των ψαριών

3.4.1.1 Λυοφιλίωση

Για την λυοφιλίωση των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε ο λυοφιλιωτής MARTINCHRIST, mod. ALPHA 1-2 LDplus. Για τη λυοφιλίωση χρησιμοποιήθηκε δείγμα 25-30g κατεψυγμένου ιχθυοκιμά το οποίο δείγμα διασκορπίστηκε ομοιόμορφα μέσα σε δισκία Petri, τα οποία στη συνέχεια τοποθετήθηκαν στον λυοφιλιωτή στους -50°C και σε κενό αέρος 0,030 mbar για 24 ώρες.

Εικόνα 1. Λυοφιλιωτής



3.4.1.2 Προσδιορισμός υγρασίας

Ο προσδιορισμός της υγρασίας έγινε μετά την λυοφιλίωση των δειγμάτων με την μέτρηση της απώλειας βάρους. Ο υπολογισμός της υγρασίας έγινε ως εξής:

$$\text{Υγρασία (\%)} = [(B_{\delta} - B_{\xi}) / B_{\delta}] \chi 100$$

Όπου :

B_{δ} = βάρος δείγματος

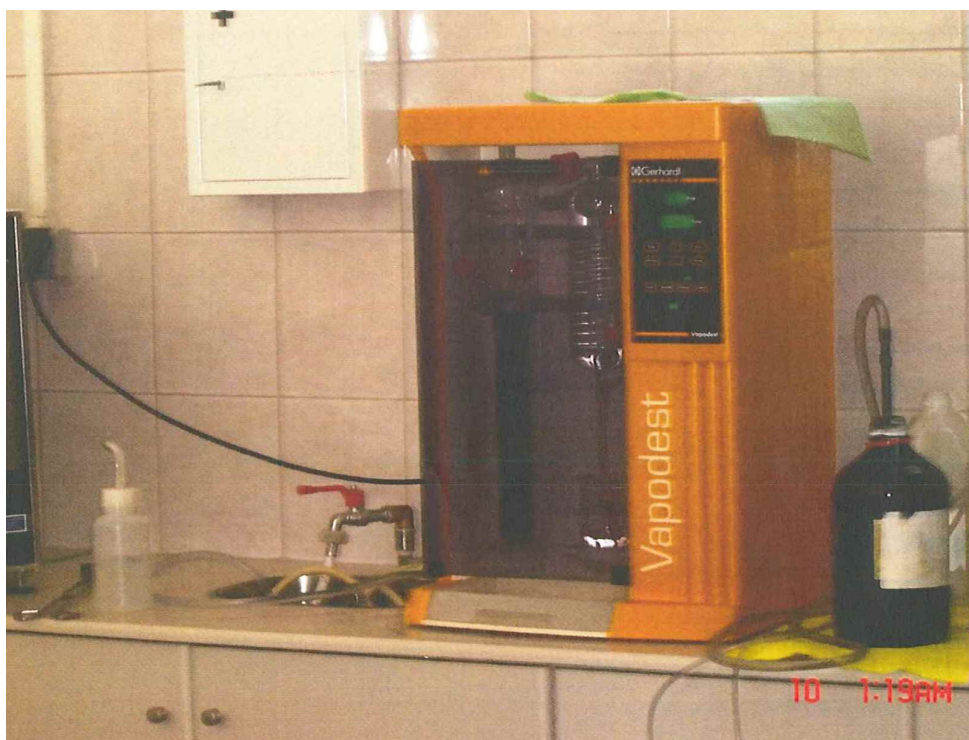
B_{ξ} = βάρος ξηρού υπολείμματος

3.4.1.3 Προσδιορισμός ολικής πρωτεΐνης

Για τον προσδιορισμό της ολικής πρωτεΐνης ακολουθήθηκε η μέθοδος Kjeldahl (AOAC, 1997). Χρησιμοποιήθηκε η συσκευή υγρής καύσης, η μονάδα απόσταξης ατμού και ο αυτόματος τιτλοδότης που αναφέρονται στην παράγραφο 3.1. Ποσότητα 0,1 g λιοφυλιωμένου δείγματος (ιχθυοκιμά ή μπιφτεκιών) ζυγίστηκε πάνω σε διηθητικό χαρτί (Whatman No 541) και ακολούθως τοποθετήθηκε σε σωλήνα Kjeldahl, όπου προστέθηκαν δύο ταμπλέτες καταλύτη (Khehtabs CX) και 20 ml πυκνό θειικό οξύ.

Στη συνέχεια οι σωλήνες με τα δείγματα τοποθετήθηκαν στην συσκευή υγρής καύσης για 106 min. Το πρόγραμμα της υγρής καύσης ήταν το εξής: 100% της ισχύος της μηχανής για 16 min, 40% για 15 min, 70% για 30 min, 80% για 15 min, 100% για 30 min. Ακολούθως τα δείγματα αφέθηκαν μέχρι να πάρουν την θερμοκρασία περιβάλλοντος και ακολούθησε η απόσταξη στην συσκευή απόσταξης ατμού η οποία είχε το εξής πρόγραμμα: 10 sec παροχή νερού, 8 sec παροχή καυστικού νατρίου 32%, χρόνος απόσταξης 240 sec με 100% την ισχύ της μηχανής σε ατμό. Το απόσταγμα (100ml) συλλέχθηκε μέσα σε 50 ml βορικό οξύ 2%. Ακολούθησε τιτλοδότηση με 0,1 N HCl.

Εικόνα 2. Μονάδα απόσταξης ατμού - Προσδιορισμός ολικής πρωτεΐνης



Η ολική πρωτεΐνη προσδιορίστηκε από τον τύπο :

$$\text{Ολική πρωτεΐνη λυοφιλιωμένου δείγματος (ΟΠΛΔ \%)} = (V \times N \times 14 \times 6,25) / W \times 10^3$$

Όπου :

V = Τα καταναλωθέντα ml υδροχλωρικού οξέος (HCl) κατά τον προσδιορισμό του αζώτου στο δείγμα - τα καταναλωθέντα ml HCl κατά τον λευκό προσδιορισμό του αζώτου (τυφλό), N = Η κανονικότητα του HCl, W = Το βάρος του δείγματος, 6,25 =

Γενικός συντελεστής πρωτεΐνης για ψάρι και κρέας.

Για την μετατροπή της ολικής πρωτεΐνης του λυοφιλιωμένου δείγματος σε ολική πρωτεΐνη νωπού δείγματος χρησιμοποιήθηκε ο τύπος :

$$\text{Ολική πρωτεΐνη (επί νωπού \%)} = \text{ΟΠΛΔ(\%)} \times [(100 - \text{υγρασία δείγματος}) / 100]$$

3.4.1.4 Προσδιορισμός λίπους

Για τον προσδιορισμό του λίπους χρησιμοποιήθηκε η συσκευή Soxhlet εξαγωγής λίπους που αναφέρεται στην παράγραφο 3.1.. Έξι σωλήνες της συσκευής μαζί με πέτρες βρασμού, στέγνωσαν σε φούρνο στους 105°C για 30 min. Στη συνέχεια οι σωλήνες τοποθετήθηκαν σε ξηραντήριο για μισή ώρα ώστε να κρυώσουν και ζυγίστηκαν σε αναλυτικό ζυγό. Μια ποσότητα 1g περίπου λυοφιλιωμένου δείγματος τοποθετήθηκε σε ειδικούς ηθμούς, και μετά καλύφθηκε με βαμβάκι. Ακολούθως προστέθηκαν 140 ml πετρελαϊκού αιθέρα στους σωλήνες. Τα δείγματα με τους ηθμούς τοποθετήθηκαν στους σωλήνες και στη συνέχεια στη συσκευή Soxhlet που είχε προθερμανθεί στους 150 °C. Ακολούθησε η φάση του βρασμού και της έκπλυσης για 30 και 80 min αντίστοιχα. Τέλος, αφού ο διαλύτης ανακτήθηκε μέσα στη συσκευή, οι σωλήνες θερμάνθηκαν για 1 h και 30 min στους 105 °C προκειμένου να εξατμιστεί τελείως ο διαλύτης και να παραμείνει το λίπος. Οι σωλήνες τοποθετήθηκαν σε ξηραντήριο ώστε να πάρουν θερμοκρασία περιβάλλοντος και στη συνέχεια ζυγίστηκαν εκ νέου σε αναλυτικό ζυγό.

Εικόνα 2. Συσκευή εξαγωγής λίπους



Ο υπολογισμός του ολικού λίπους έγινε ως εξής :

$$\text{Λίπος λυοφιλωμένου δείγματος (ΛΛΔ \%)} = (B\beta - B\pi) \chi 100 \chi B_s^{-1}$$

$$\text{Λίπος νωπού δείγματος (\%)} = \text{ΛΛΔ (\%)} \chi [(100 - \text{υγρασία δείγματος}) / 100]$$

Όπου :

$B\beta$ = το βάρος των άδειων σωλήνων σε g

$B\beta$ = το βάρος των σωλήνων μαζί με το εξαγόμενο λίπος σε g

B_s = το βάρος του δείγματος

3.4.1.5 Προσδιορισμός τέφρας

Για τον προσδιορισμό της τέφρας χρησιμοποιήθηκε το πυραντήριο που αναφέρεται στην παράγραφο 3.1. Η τέφρα λαμβανόταν με την θέρμανση του λυοφιλωμένου δείγματος 0,100 g στο πυραντήριο στους 550 °C για 24 h.

Εικόνα 3. Πυραντήριο



Ο υπολογισμός της τέφρας έγινε ως εξής :

$$\text{Τέφρα λυοφιλωμένου δείγματος (ΤΛΔ \%)} = [(W_\delta - (W_\pi - W_\mu)) / W_\delta] \times 100$$

$$\text{Τέφρα νωπού δείγματος (\%)} = \text{ΤΛΔ (\%)} \chi [(100 - \text{υγρασία δείγματος}) / 100]$$

Όπου :

W_δ = το βάρος του δείγματος σε g, W_π = το βάρος του δείγματος μαζί με την κάψα σε g πριν τοποθετηθούν στο πυραντήριο.

3.4.2 Προσδιορισμός της τιμής θειοβαρβιτουρικού οξέος (TBA)

Η τιμή του θειοβαρβιτουρικού οξέος είναι η ένταση του κόκκινου χρώματος που προκαλείται από την αντίδραση των προϊόντων οξείδωσης των λιπαρών ουσιών με το θειοβαρβιτουρικό οξύ. Η ένταση του χρώματος είναι ανάλογη του βαθμού οξείδωσης των λιπαρών ουσιών (Botta 1995).

Για τον προσδιορισμό της τιμής θειοβαρβιτουρικού οξέος χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος, που αναφέρεται από τους Tironi et al. (2007)

Λυοφιλωμένο δείγμα 0,2 g ομογενοποιήθηκε με 8 ml 5% (w/v) τριχλωροξικού οξέος. Μετά από 30 min στην ψύξη τα εκχυλίσματα φιλτράρονταν και 2 ml του φιλτραρισμένου υγρού αναμειγνύονταν, με 2 ml 0,5 % (w/v) TBA διαλύματος σε γυάλινους δοκιμαστικούς σωλήνες με καπάκια από Teflon. Μετά από 30 min στους 70⁰ C η απορρόφηση του δείγματος μετρίοταν στα 532 nm χρησιμοποιώντας το φασματοφωτόμετρο της Pharmachia Biotec που αναφέρεται στην παράγραφο 3.1. Για τον προσδιορισμό του TBA χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής $\epsilon = 3,6 \times 10^5 \text{ Lmol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. Δύο ανεξάρτητες αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν για κάθε δείγμα.

Για τον προσδιορισμό του TBA (mg/kg) χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$\text{TBA (mg/kg)} = (A \times \epsilon^{-1} \times 72 \times 4 \times 10^{-3} \times V_t \times V_s^{-1} \times 1000 \times W_s^{-1}) \times 10^{-3}$$

Όπου:

A= Απορρόφηση ,

V_t = ο συνολικός όγκος του εκχυλίσματος (8 ml)

V_s = ο όγκος του εκχυλίσματος, που χρησιμοποιήθηκε στην αντίδραση με το TBA

3.4.3 Προσδιορισμός του ολικού βασικού πτητικού αζώτου (TVB)

Το ολικό βασικό πτητικό άζωτο (TVB) είναι η ποσότητα του αζώτου στις πτητικές βασικές ενώσεις που υπάρχουν στη σάρκα ου αλιεύματος. Το TVB αποτελεί τον πιο συνηθισμένο τρόπο έκφρασης του βαθμού αλλοίωσης των αλιευμάτων και εκφράζεται ως mg TVB-N/100g σάρκας ψαριού (Botta 1995).

Εικόνα 4. Μονάδα απόσταξης ατμού - Προσδιορισμός TVB



Ο προσδιορισμός του TVB έγινε με μέθοδο που περιγράφεται στον Botta (1995). Ποσότητα 10 g ιχθυοκιμά ομογενοποιήθηκε με 50 ml νερό και ακολούθως μεταφέρθηκε σε φιάλη Kjeldahl όπου προστέθηκαν μερικές σταγόνες αντιαφριστικού υγρού Amtofoam C. Emulsion και φαινολοφθαλεΐνης. Ακολούθως το μείγμα αποστάχθηκε με υδρατμούς χρησιμοποιώντας την συσκευή που αναφέρεται στην παράγραφο 3.1. Οι συνθήκες της απόσταξης ήταν: ισχύς ατμού 50 % και χρόνος 50 min. Το απόσταγμα (100 ml) συλλέχθηκε σε 100 ml βορικού οξέος 0,3 % (w/v). Η τιτλοδότηση έγινε χρησιμοποιώντας τον αυτόματο τιτλοδότη που αναφέρεται στην παράγραφο 3.1. και υδροχλωρικό οξύ 0,1 N. Για τον υπολογισμό χρησιμοποιήθηκε ο τύπος :

$$V \times 0,1 \text{ N} \times 140 = \text{mg TVB} / 100 \text{ g}$$

Όπου:

V=ο όγκος σε ml του HCl, που χρησιμοποιήθηκε στην τιτλοδότηση

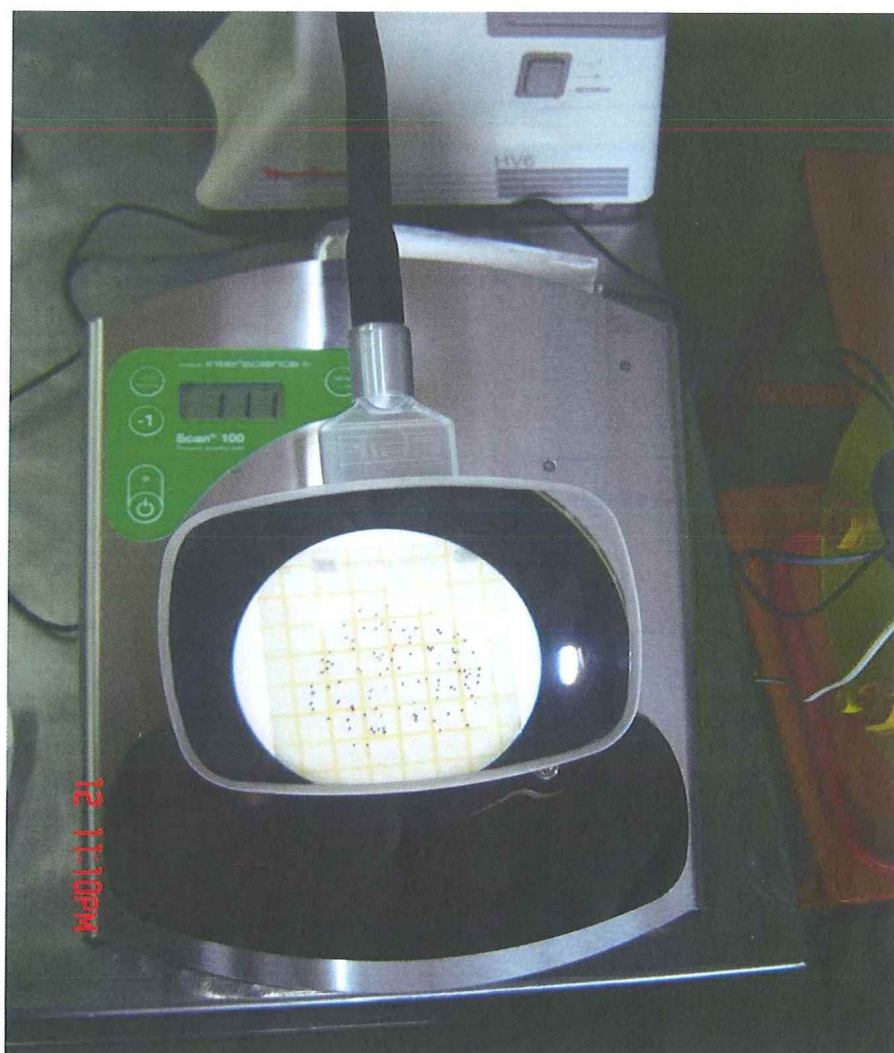
N= η κανονικότητα του HCl.

3.4.4 Προσδιορισμός της μεσόφιλης ολικής μικροβιακής χλωρίδας (TVC)

Για τον προσδιορισμό της ολικής μεσόφιλης μικροβιακής χλωρίδας (TVC) 10 g ιχθυοκιμά ομογενοποιήθηκαν με 90 ml διάλυμα 0,1% πεπτόνης χρησιμοποιώντας τον ομογενοποιητή Waring mixer με γυάλινο περιέκτη. Ακολούθησαν διαδοχικές αραιώσεις

χρησιμοποιώντας 1 ml του ομογενοποιημένου δείγματος και 9 ml διαλύματος 0,1 % πεπτόνης. Ποσότητα 1 ml του ομογενοποιημένου δείγματος και των διαδοχικών αραιώσεων εμβολιάστηκαν στην επιφάνεια πλακιδίου Petrifilm AC. Τα πλακίδια ακολούθως επώαστηκαν για 48 h στους 30 °C (Harrigan & McCance, 1976). Οι αποικίες μετρήθηκαν χρησιμοποιώντας τον μετρητή αποικιών που αναφέρεται στην παράγραφο 3.1.

Εικόνα 5. Μετρητής αποικιών



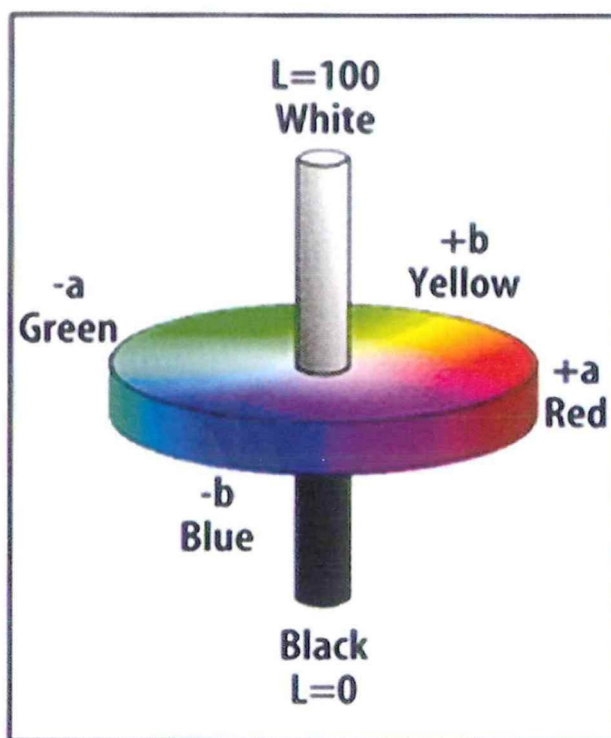
3.4.5 Χρώμα

Το χρώμα μετρήθηκε μόνο στα μαγειρεμένα μπιφτέκια. Για τον προσδιορισμό χρώματος χρησιμοποιήθηκε όργανο μέτρησης χρώματος (colour-meter) της Hunterlab που αναφέρεται στην παράγραφο 3.1. Με το όργανο αυτό είναι δυνατή η άμεση και γρήγορη μέτρηση των τριών διαστάσεων του χρώματος.



Από κάθε μπιφτέκι λαμβάνονταν τρεις μετρήσεις των παραμέτρων L^* , a^* , b^* και τα αποτελέσματα ήταν ο μέσος όρος των τριών μετρήσεων της κάθε παραμέτρου.

Εικόνα 7. Οι τρεις διαστάσεις του χρώματος



Lab model

Οι τιμές L ή (L^*) κυμαίνονται από 0 έως 100 (για το μαύρο χρώμα 0 και για το λευκό 100). Οι θετικές τιμές του a ή (a^*) δηλώνουν κόκκινο χρώμα και οι αρνητικές πράσινο. Οι θετικές τιμές b ή (b^*) δηλώνουν κίτρινο χρώμα και οι αρνητικές μπλε. Οι a^* και b^* τιμές δεν έχουν συγκεκριμένα όρια.

3.4.6. Αναλύσεις υφής

Οι δοκιμασίες υφής έγιναν σε κυλινδρικά τεμάχια (20 mm διαμέτρου και 10 mm ύψους), τα οποία λαμβάνονταν από το κέντρο των μπιφτεκιών με την χρήση φελλοτρυπητήρα (cork borer)

Οι δοκιμασίες διείσδυσης (Penetration test) χρησιμοποιήθηκε για να προσδιορισθεί η δύναμη θραύσης (g) και η αντίστοιχη απόσταση θραύσης (mm) τεμαχίων των μπιφτεκιών. Οι ρυθμίσεις του TA-XT plus αναλυτή υφής ήταν load cell 5 kg; Ταχύτητα πριν την δοκιμή 2.0 mm/s; Ταχύτητα

δοκιμής 2.0 mm/s; Ταχύτητα μετά την δοκιμή 5.0 mm/s; απόσταση 75% και δύναμη ενεργοποίησης Auto-10 g. Το εξάρτημα διεϊσδυσης (penetration probe0) είχε 2 mm διάμετρο (Bourne, 1978).

3.4.7. Οργανοληπτικός έλεγχος

Για την οργανοληπτική αξιολόγηση των μπιφτεκιών χρησιμοποιήθηκε η δοκιμή βαθμολόγησης του Neuman et al. (1983). Σύμφωνα με αυτή, οι δοκιμαστές βαθμολόγησαν τα δείγματα σε ξεχωριστές κλίμακες από 1 (πολύ κακή ποιότητα χαρακτηριστικού) μέχρι 5 (αρίστη ποιότητα χαρακτηριστικού) τα εξής ποιοτικά χαρακτηριστικά: εμφάνιση, οσμή, υφή και γεύση. Η συνολική βαθμολόγηση της ποιότητας προήλθε από το άθροισμα των βαθμολογιών των επιμέρους χαρακτηριστικών. Συνολική βαθμολογία 20 δείχνει «εξαιρετική ποιότητα». Βαθμολογία μεταξύ 18.2 και 19.9 δείχνει «πολύ καλή ποιότητα»; βαθμολογίες μεταξύ 15.2 και 18.1 δείχνουν «καλή ποιότητα»; και μεταξύ 11.2 και 15.1 δείχνουν «μεσαία ποιότητα». Το όριο της αποδοχής αντιστοιχεί σε βαθμολογίες από 11.2 και 15.1 και βαθμολογίες μεταξύ 4 και 7.1 αντιστοιχούν σε «αλλοιωμένα δείγματα»

Τα δείγματα όταν αξιολογήθηκαν είχαν θερμοκρασία δωματίου. Κάθε δοκιμαστής ελάμβανε ένα κυλινδρικό τεμάχιο με διαστάσεις: 20 mm διάμετρο και 10 mm ύψος.

3.5 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα Minitab14 για Windows (Minitab Inc., 2002). Ανάλυση διακύμανσης ANOVA ή το Kruskal-Wallis τεστ εφαρμόστηκαν στα αποτελέσματα προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση του χρόνου συντήρησης στις φυσικοχημικές και οργανοληπτικές παραμέτρους που μετρήθηκαν. Η δοκιμασία Tukey HSD χρησιμοποιήθηκε για την εύρεση διαφορών ανάμεσα στις πειραματικές ομάδες όταν τα αποτελέσματα ANOVA έδειχναν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) (Zar, 1984).

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι μέσες τιμές νερού, πρωτεΐνης, λίπους και τέφρας ήταν $73,52 \pm 0,86$, $19,98 \pm 1,05$, $3,93 \pm 0,83$ και $1,37 \pm 0,07$ g/100g του μύος (μέσες τιμές \pm S.D.), αντίστοιχα. Σύμφωνα με τους Kyrana et al. (1997), οι μέσες τιμές νερού, πρωτεΐνης, λίπους και τέφρας του αποδερματισμένου μύος τσιπούρας προερχόμενης από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας κυμαίνονταν από 70,3 σε 75,3, 21,9 σε 23,3, 32,6 σε 7,38 και 1,30 σε 1,48 g/100g μύος, αντίστοιχα. Επομένως, η βασική χημική σύνθεση της σάρκας της τσιπούρας, που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη ήταν εντός των ορίων, που θέτει η προαναφερόμενη μελέτη των Kyrana et al. (1997).

Η μέτρηση του ολικού αριθμού μικροβίων είναι σημαντική στην εκτίμηση της ποιότητας των αλιευμάτων. Ο ολικός αριθμός μικροβίων του ιχθυοκιμά της τσιπούρας ήταν $3,54 \pm 0,06$ log cfu/g. Μετά από μια μέρα συντήρησης, το ολικό μικροβιακό φορτίο των μπιφτεκιών τσιπούρας ήταν $4,02 \pm 0,09$ log CFU/g (Πίνακας 1). Αυτό το αποτέλεσμα δείχνει ότι τα συστατικά των μπιφτεκιών (πλην του ιχθυοκιμά) εισήγαγαν μακρόβια στα μπιφτέκια δεδομένου ότι τα συστατικά αυτά (π.χ. μπαχαρικά) δεν είχαν αποστειρωθεί πριν την χρησιμοποίησή τους (Kose et al. 2006, 2009). Ο ολικός αριθμός μικροβίων των μπιφτεκιών αυξήθηκε κατά την διάρκεια της συντήρησής τους και ξεπέρασε την οριακή τιμή των $6,0$ log cfu/g (Kilinc et al. 2008) την έκτη ημέρα. Αυτό δείχνει ότι το όριο ζωής των μπιφτεκιών τσιπούρας στους 4°C από μικροβιολογικής άποψης είναι 5 ημέρες. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία για τα μπιφτέκια σαρδέλας, που είχαν αποθηκευτεί στους 4°C για 7 μέρες (Kilinc et al. 2008).

Η οξειδωση των λιπαρών ουσιών είναι ένα πολύ οξύ πρόβλημα διότι συνδέεται με την ανάπτυξη άσχημης οσμής και γεύσης, που συλλήβδην καλείται οξειδωτική τάγγιση, στα αλιεύματα και τα προϊόντων αυτών. Ο δείκτης του θειοβαρβιτουρικού οξέως (TBA) θεωρείται ένας αξιόπιστος δείκτης του βαθμού οξειδωτικής τάγγισης διαφόρων αλιευμάτων (Botta, 1995). Οι τιμές του TBA των μπιφτεκιών τσιπούρας κατά τη διάρκεια της συντήρησης τους φαίνονται στον Πίνακα 1. Τιμές TBA μεγαλύτερες από 3-4 mg μαλονικής δι-αλδεΐδης ανά kg προϊόντος υποδηλώνει εμφάνιση τάγγισης και επομένως ποιοτική υποβάθμιση (Scott et al. 1992). Οι τιμές του TBA των μπιφτεκιών τσιπούρας της παρούσας εργασίας κυμαίνονταν από $0,323 \pm 0,002$ σε $0,924 \pm 0,01$ μαλονικής δι-αλδεΐδης ανά kg μπιφτεκιών τσιπούρας. Επομένως οι τιμές του θειοβαρβιτουρικού οξέως υπολείπονταν σε ικανοποιητικό βαθμό από το όριο απόρριψης καθ' όλη την διάρκεια της πειραματικής περιόδου των 7 ημερών της παρούσης μελέτης. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στη παρουσία αντι-οξειδωτικών ουσιών που περιέχονται σε ορισμένα συστατικά των μπιφτεκιών συμπεριλαμβανομένου του σκόρδου και του κρεμμυδιού (Al-Bulushi et al. 2005).

Μεταξύ των γενικών δεικτών αλλοίωσης των αλιευμάτων είναι και το TVB, που δείχνει τον βαθμό πρωτεόλυσης και παραγωγής αμινών στην σάρκα των ψαριών εξ αιτίας της βακτηριακής

δράσης. Το ολικό βασικό πτητικό άζωτο (TVB-N) έχει αποδειχθεί ένας αξιόπιστος δείκτης αλλοίωσης των ψαριών, που διατηρούνται σε συνθήκες ψύξης (Botta 1995). Σε συγκεκριμένες κατηγορίες αλιευμάτων όπως είναι τα λιπαρά ψάρια (σαρδέλα, σκουμπρί και ρέγγα), η τιμή του TVB-N (20 mg- N/100g) συνέπιπτε με τον χρόνο της οργανοληπτικής απόρριψης των αλιευμάτων (Sikorski et al. 1990). Στην παρούσα μελέτη, η αρχική τιμή του TVB-N των μπιφτεκιών τσιπούρας ήταν 14.06 ± 0.83 mg N/100g Πίνακας 1. Αυτή η τιμή αυξήθηκε στο τέλος του πειράματος (7 ημέρες) στα 17.94 ± 0.29 mg N/100g και ήταν κατά πολύ χαμηλότερη της τιμής των 35 mg/100 g που δίνεται από την διεθνή βιβλιογραφία σαν οριακή αποδοχής για κατανάλωση αλιευτικών προϊόντων. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται για μπιφτεκία παρασκευασμένα από σκουμπρί του Ατλαντικού, που είχαν συντηρηθεί στους 4°C (Ucak et al. 2011).

Οι τιμές αντοχής του gel των μπιφτεκιών δύναμη θραύσης παρέμεινε αμετάβλητη κατά την συντήρηση των μπιφτεκιών για 6 ημέρες στους 4 °C. Όμως μετά την έβδομη ημέρα της συντήρησης, η μέση τιμή της αντοχής του gel των μπιφτεκιών μειώθηκε στατιστικά σημαντικά σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή των μπιφτεκιών που είχαν συντηρηθεί για μια μέρα στους 4°C (P=0,05). Αυτό μπορεί να αποδοθεί στη δράση των μικροβίων, όπως εξάλλου φαίνεται από την ανάπτυξη των μικροβίων που παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη (τιμές του TVC; Raju et al. 2003).

Οι μεταβολές του χρώματος των μπιφτεκιών τσιπούρας φαίνονται στον πίνακα 2. Στην αρχή της συντήρησης των μπιφτεκιών η τιμή L ήταν 66,3 και στο τέλος του πειράματος, δηλαδή μετά από 7 ημέρες, η τιμή αυτή μειώθηκε σε 63,8. Αυτό σημαίνει ότι στο τέλος του χρόνου συντήρησης τα ψημένα μπιφτεκία ήταν πιο σκοτεινόχρωμα απ' ότι ήταν στην αρχή του πειράματος. Αντίθετα, οι τιμές a* και b* αυξήθηκαν από 0,89 σε 1,76, και από 22,02 σε 24,57, αντίστοιχα. Αυτό σημαίνει ότι αυξήθηκε το κόκκινο και το κίτρινο χρώμα των ψημένων μπιφτεκιών με τον χρόνο συντήρησης, αντίστοιχα. Οι μεταβολές αυτές στο χρώμα των μπιφτεκιών μπορεί να αποδοθεί στην απώλεια υγρών των μπιφτεκιών κατά την συντήρηση στην ψύξη, που οδηγεί στην συμπύκνωση των συστατικών τους (Kilinc et al. 2008).

Οι μεταβολές στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και στην συνολική αποδοχή των μπιφτεκιών τσιπούρας φαίνονται στον πίνακα 3. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο οργανοληπτικός έλεγχος έγινε μέχρι και την πέμπτη ημέρα συντήρησης, οπότε ο μικροβιολογικός έλεγχος, που είχε προηγηθεί, έδειξε ότι ήταν το όριο της μικροβιολογικής ζωής. Στο διάστημα της συντήρησης των 5 ημερών τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του οργανοληπτικού ελέγχου μειώνονταν σταδιακά με αποτέλεσμα στο τέλος της συντήρησης να έχουν την χαμηλότερη τιμή. Την πέμπτη ημέρα συντήρησης τα μπιφτεκία είχαν οριακή τιμή αποδοχής (7,4). Αυτό το αποτέλεσμα συμβαδίζει με εκείνο του μικροβιολογικού ελέγχου και δείχνει ότι το οργανοληπτικό όριο ζωής των μπιφτεκιών είναι 5 ημέρες στους 4°C. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται για μπιφτεκία από κρέας σαρδέλας (Yerlikaya et al. 2005, Kilinc et al. 2008).

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το όριο ζωής των μπιφτεκιών τσιπούρας, που περιείχαν 5%(w/w) καλαμποκάλευρο και συντηρήθηκαν στους 4° C, προσδιορίσθηκε στις 5 ημέρες, βασιζόμενο στη μικροβιολογική και οργανοληπτική εκτίμηση. Το όριο αυτό μπορεί να αυξηθεί χρησιμοποιώντας με την χρήση διαφόρων μεθόδων όπως είναι η χρήση αντιμικροβιακών ουσιών, θερμικής επεξεργασίας και κατάλληλης συσκευασίας (συσκευασία υπό κενό ή σε τροποποιημένες ατμόσφαιρα).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Επίδραση του χρόνου συντήρησης στους 4°C σε χημικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά μπιφτεκιών τσιπούρας με 5% αραβόσιπο

Ανάλυση	Χρονος (ημέρες)						
	1	2	3	4	5	6	7
TVC (log ₁₀ cfu/g, n=3)	4,02 ± 0,09d§	4,25 ± 0,06dc	4,25 ± 0,09dc	4,57 ± 0,40c	5,74 ± 0,10b	6,52 ± 0,11 ^a	6,86 ± 0,21 ^a
TBARS (mg malondialdehyde/kg, n=3)	0,323±0,002 ^e	0,518±0,007d	0,554±0,004d	0,768±0,006c	0,753±0,006c	0,843±0,006b	0,924±0,01a
TVB-N (mg N/100g, n=3)	14,06±0,83d	14,63±0,09cd	16,79±0,75ab	15,91±0,84bc	16,91±0,24ab	17,75±0,48 a	17,94±0,29 ^a
Αντοχή gel (Penetration Breaking Force; g, n=5)	716,23±119,19a	609,14±62,25ab	676,23±116,48ab	705,97±90,00a	688,97±65,75ab	536,69±95,41ab	487,84±68,51b

§ Τιμή = μέση τιμή ± σταθερή απόκλιση. TVC= ολικός αριθμός μικροβίων, TBARS= δείκτης του θειοβαρβιτουρικού οξέως, TVB-N= ολικό βασικό πτητικό άζωτο. Αριθμοί στην ίδια σειρά που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (P=0.05).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Επίδραση του χρόνου συντήρησης στους 4°C σε παραμέτρους του χρωματος μπιφτεκιών τσιπούρας με 5% αραβόσιτο

Χρόνος (ημέρες)	L*	a*	b*
1	66,31	0,89	22,02
7	63,82	1,76	24,57

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Επίδραση του χρόνου συντήρησης στους 40C σε παραμέτρους του χρωματος μπιφτεκιών τσιπούρας με 5% αραβόσιτο

Χαρακτηριστικά	Χρόνος (ημέρες)				
	1	2	3	4	5
Εμφάνιση	5,0 ± 0,00a§	4,6 ± 0,54a	4,0 ± 0,70b	3,2 ± 0,45c	2,8 ± 0,88d
Υφή	4,6 ± 0,55a	4,4 ± 0,55a	3,6 ± 0,55b	3,0 ± 0,71c	2,4 ± 0,55d
Οσμή	4,8 ± 0,45a	4,6 ± 0,55a	3,4 ± 0,55b	3,0 ± 0,71c	2,4 ± 0,55d
Γεύση	4,8 ± 0,45a	4,8 ± 0,45a	3,6 ± 0,55b	2,2 ± 0,45c	1,8 ± 0,84d
Ολική αποδοχή	19,2 ± 1,45a	18,4 ± 2,09b	14,6 ± 2,35c	11,4 ± 2,32d	7,4 ± 2,82e
	Πολύ καλή ποιότητα	Πολύ καλή ποιότητα	Μεσαία ποιότητα	Μεσαία ποιότητα	Οριακή ποιότητα

§ Τιμή = μέση τιμή ± σταθερή απόκλιση. η=5 .Αριθμοί στην ίδια σειρά που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (P=0.05).

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- AQUAMEDIA, [www. aquamedia.org.](http://www.aquamedia.org), accessed in April 2012.
- Al-Bulushi, I.M., Kasapis, S., Al-Oufi, H., and Al-Mamari, S. 2005 Evaluating the quality and storage stability of fish burgers during frozen storage. *Fish. Sci.* 71 (3):648-654. doi:10.1111/j.1444-2906.2005.01011.x
- AOAC (1997) AOAC Official Method 981.10 Crude Protein in Meat. In: International A (ed) Official Methods of Analysis, vol Chapter 39. AOAC International, pp 7-8
- Botta, J.R. 1995. *Evaluation of seafood freshness quality*. Food Science and Technology. VCH, Cutten
- Bourne, M.C. 1978. Use of the penetrometer for deformation testing of foods. *J. Food Sci.*, 38: 720-721
- Cardoso, C.L., Mendes, R.O., Vaz-Pires, P. and Nunes, M.L. 2012. Quality differences between heat-induced gels from farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Food Chem.* 131 (ISO5492:1992):660-666. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.09.051>
- Food and Agricultural Organization (FAO), [www. globefish.org](http://www.globefish.org); accessed in April 2012.
- Harrigan, W.F. and Mc Cane, E. 1976. *Laboratory methods in Food and Dairy Microbiology*. Academic Press Inc., London, UK.
- Kilinc, B., Cakli, S. and Tolasa, S. 2008. Quality changes of sardine (*Sardina pilchardus*) patties during refrigerated storage. *J. Food Quality* 31 (3):366-381. doi:10.1111/j.1745-4557.2008.00205.x
- Kilinc, B. 2009. Microbiological, sensory and color changes of anchovy (*Engraulis engrasicholus*) pattiew during refrigerated storage.. *J.Muscle Foods* 20 (2):129-137. doi:10.1111/j.1745-4573.2009.00139.x

- Köse, S., Boran, M. and Boran, G. 2006. Storage properties of refrigerated whiting mince after mincing by three different methods. *Food Chem.* 99 (1):129-135. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.06.047>
- Köse, S., Balaban, M.O., Boran, M. and Boran, G. 2009. The effect of mincing method on the quality of refrigerated whiting burgers. *Int. J. Food Sci. & Technol.* 44 (8):1649-1660. doi:10.1111/j.1365-2621.2009.01984.x
- Kyranas, V.R., Lougovois, V.P. and Valsamis, D.S. 1997. Assessment of self - life of maricultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice. *Int. J. Food Sci. & Technol.* 32:339-347
- Lâtif, T., Duygu, KŞÇ. And Berna, K, 2003. Quality changes of fish burger from rainbow trout during refrigerated storage. *EU Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 20 (1-2):147 - 154
- Lee, C.M., 1997. Technical strategies for development of formulated seafood products from fish mince. In: *Seafood Safety, Processing, and Biotechnology*. Shahidi, F., Jones, Y. & D.D. Kitts (Eds). Technomic Publishing Company, Inc., Lancaster, PA.
- Makri, M. 2012. Chemical composition physical and sensory properties of fish burgers prepared from minced muscle of farmed gilthead sea bream (*sparus aurata*) using various types of flour. *J. Animal Vet. Adv.* 11 (18):3327-3333
- Neuman, R., Molnar, P. and Arnold, S. 1983. *Sensorische Lebensmitteluntersuchung*. VEB Fachbuchverlag, Leipzig.
- Raju, C.V., Shamasundar, B.A. and Udupa, K.S. 2003. The use of nisin as a preservative in fish sausage stored at ambient (28 ± 2 °C) and refrigerated (6 ± 2 °C) temperatures. *Int. J. Food Sci. Technol.* 38 (ISO5492:1992):171-185. doi:10.1046/j.1365-2621.2003.00663.x
- Scott, D.N., Fletcher, G.C., Charles, J.C. and Wong, R.J. 1992. Spoilage changes in the deep water fish, smooth oreo dory during storage in ice. *Inter. J. Food Sci. Technol.* 27 (5):577-587. doi:10.1111/j.1365-2621.1992.tb01225.x
- Sikorski, Z.E., Kolakowska, A. and Burt, J.R. 1990. Post harvest biochemical and microbial changes seafood. In *Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation* (Z.E. Sikorski, ed.) pp. 55–75,

CRC Press-Inc, Boca Raton, FL.

Vicente, S.J.V. & E.A.F.S. Torres, 2007. Formation of four cholesterol oxidation products and loss of free lipids, cholesterol and water in beef hamburgers as a function of thermal processing. *Food Cont.* 18: 63-68.

Uçak, İ., Özogul, Y. and Durmuş, M. 2011. The effects of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of Atlantic mackerel fish burgers. *Inter. J Food Sci. Technol.* 46 (6):1157-1163.

doi:10.1111/j.1365-2621.2011.02610.x

Yerlikaya, P., Gokoglu, N. and Uran, H. 2005. Quality changes of fish patties produced from anchovy during refrigerated storage. *Eur. Food Res. Technol.* 220, 287–291.

Zar, J. H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall International. USA.