



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΠΡΟΚΑΤΑΡΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΥΓΡΟΥ ΚΑΠΝΟΥ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ
ΚΑΤΕΨΥΓΜΕΝΩΝ ΜΠΙΦΤΕΚΙΩΝ ΠΕΣΤΡΟΦΑΣ**

Σιχλιμοίρης Κωνσταντίνος Α.Μ:11642

Εισηγήτρια: Δρ. Μαρία Μακρή Σερεμέτη (αναπληρώτρια καθηγήτρια)

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2019

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στην Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Κ. Μαρία Μακρή-Σερεμέτη για την πολύτιμη υποστήριξη και καθοδήγηση της καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας. Ως επιβλέπων καθηγήτρια με διάθεση και συνέπεια συνέβαλλε σημαντικά στην ολοκλήρωσή της. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την Κ. Ξανθή Δουβή για την σημαντική βοήθεια και συμπαράσταση της.

Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
1. ΥΓΡΟΣ ΚΑΠΝΟΣ	7
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	9
2.1 ΟΡΓΑΝΑ	9
2.2. ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	10
2.2.1. ΨΑΡΙΑ	10
2.2.2. ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΠΙΦΤΕΚΙΩΝ	10
2.3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ.....	11
2.4 ΧΗΜΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΜΠΙΦΤΕΚΙΩΝ.....	12
2.4.1 ΛΥΟΦΙΛΙΩΣΗ.....	12
2.4.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΒΑΣΙΚΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ	13
2.4.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΘΕΙΟΒΑΡΒΙΤΟΥΡΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ (ΤΒΑ).....	15
2.4.4 ΧΡΩΜΑ.....	16
2.4.5. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΥΦΗΣ.....	17
2.4.6. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	20
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ	21
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	35

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση του υγρού καπνού 1%(w/w) σε ποιοτικά χαρακτηριστικά κατεψυγμένων μπιφτεκιών πέστροφας. Τα μπιφτέκια συντηρήθηκαν για 3 μήνες στους -22°C . Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής έδειξαν ότι υγρός καπνός επηρέασε μόνο την υφή και το χρώμα των μπιφτεκιών και όχι την οξείδωση των λιπαρών ουσιών όπως μετρήθηκε με το TBA.Ο χρόνος συντήρησης στους -22° ήταν ο βασικός παράγοντας υποβάθμισης των ποιοτικών χαρακτηριστικών των μπιφτεκιών πέστροφας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις μέρες μας η τεχνολογία του <<γρήγορου φαγητού>> έχει αποκτήσει τεράστια σημασία λόγω της αύξησης των πολιτισμικών και κοινωνικοοικονομικών παραγόντων. Στην διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές μελέτες, που αφορούν την τεχνολογία παραγωγής και την ποιότητα προϊόντων <<γρήγορου φαγητού>> με βάση τα ιχθυηρά, όπως ψαρο-μπιφτέκια, κεφτέδες, ιχθυο-κράκερς, ιχθυο-κεικς (Lâtif, Duygu & Berna, 2003; Makri, 2012; Makri&Douni, 2014). Παγκοσμίως, τα μπιφτέκια ψαριών είναι αποδεκτά προϊόντα γρήγορου φαγητού από τους καταναλωτές. Στην Ελληνική αγορά, όμως, τα μπιφτέκια παρασκευάζονται από βόειο κρέας και από πουλερικά, ενώ τα μπιφτέκια ψαριών δεν παράγονται εμπορικά.

Σε διεθνείς μελέτες χρησιμοποιήθηκαν κυρίως τόνος, σκουμπρί, σαρδέλα και δευτερευόντως ορισμένα είδη ψαριών γλυκού νερού στην παραγωγή των μπιφτεκιών ψαριών. Παρατηρήθηκε από τους ερευνητές ότι το κύριο πρόβλημα που αντιμετωπίστηκε ήταν η γεύση και οσμή ψαριού και μερικές φορές η υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος στην παραγωγή μπιφτεκιών ψαριών όταν χρησιμοποιούνταν από θαλασσινά ψάρια (Hoogenkamp, 1992; Almanderes & Martinez, 1993).

Η εκτροφή ψαριών σε γλυκά νερά στην Ελλάδα, ξεκίνησε στις αρχές τις δεκαετίας του 60, με την εκτροφή της πέστροφας, ιδρύοντας τον πρώτο κρατικό ιχθυογεννητικό σταθμό, στις Πηγές του ποταμού Λούρου, κοντά στα Ιωάννινα. Στη συνέχεια αυτή η δραστηριότητα επεκτάθηκε σε ολόκληρη την περιοχή της Ηπείρου, της Μακεδονίας καθώς και σε άλλες περιοχές της χώρας, κυρίως στην Στερεά Ελλάδα και την Πελοπόννησο. Σήμερα στην Ελλάδα λειτουργούν περίπου 100 μονάδες εκτροφής πέστροφας, κατανεμημένες κυρίως στις περιοχές της Ηπείρου και της Μακεδονίας, χρησιμοποιώντας τα νερά των ποταμών Λούρου και Βοϊδομάτη, καθώς και άλλων μικρότερων ποταμών, ακόμα και φυσικών πηγών ή γεωτρήσεων, για την λειτουργία αυτών των μονάδων. Η ετήσια παραγωγή στην Ελλάδα ανέρχεται συνολικά σε περίπου 3000 τόνους (Σαββίδης, 2002).

Στην Ελλάδα, η πέστροφα προσφέρεται στον καταναλωτή κυρίως ως νωπή και δευτερευόντως ως καπνιστή με την μορφή φιλέτου σε συσκευασία υπό κενό

Η τεχνική συντήρησης των αλιευμάτων με καπνό αποτελεί μια παλιά μέθοδο που χρησιμοποιείται εδώ και αιώνες. Το κάπνισμα έχει αντιμικροβιακή και αντιοξειδωτική δράση, ενώ προσδίδει στο τελικό προϊόν μοναδικές οργανοληπτικές ιδιότητες (Alçicek, Zencir, Çelik Çakiroğullari, & Atar, 2010) .

Σήμερα η βιομηχανία καπνιστών τροφίμων χρησιμοποιεί ως εναλλακτική μέθοδο καπνίσματος τον υγρό καπνό. Το κάπνισμα με υγρό καπνό έχει κάποια προτερήματα σε σχέση με τον παραδοσιακό τρόπο καπνίσματος, όπως χαμηλότερες περιεκτικότητες σε πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, φθηνότερη και πιο ευκολότερη τεχνική (Alçicek, et. all., 2010; Siskos, Zotos, & Taylor, 2005). Η δράση του υγρού καπνού στην ποιότητα διάφορων ειδών ψαριών όπως το σκουμπρί (Chatzikyriakidou & Katsanidis, 2012), η πέστροφα (Siskos, et. all., 2005) και ο γαύρος (Alçicek, et. all., 2010) έχουν μελετηθεί. Όμως, οι επιπτώσεις του υγρού καπνού στην ποιότητα προϊόντων που προέρχονται από πέστροφα δεν είναι γνωστές.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση του υγρού καπνού και του χρόνου συντήρησης στην κατάψυξη σε ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά μπιφτεκιών πέστροφας.

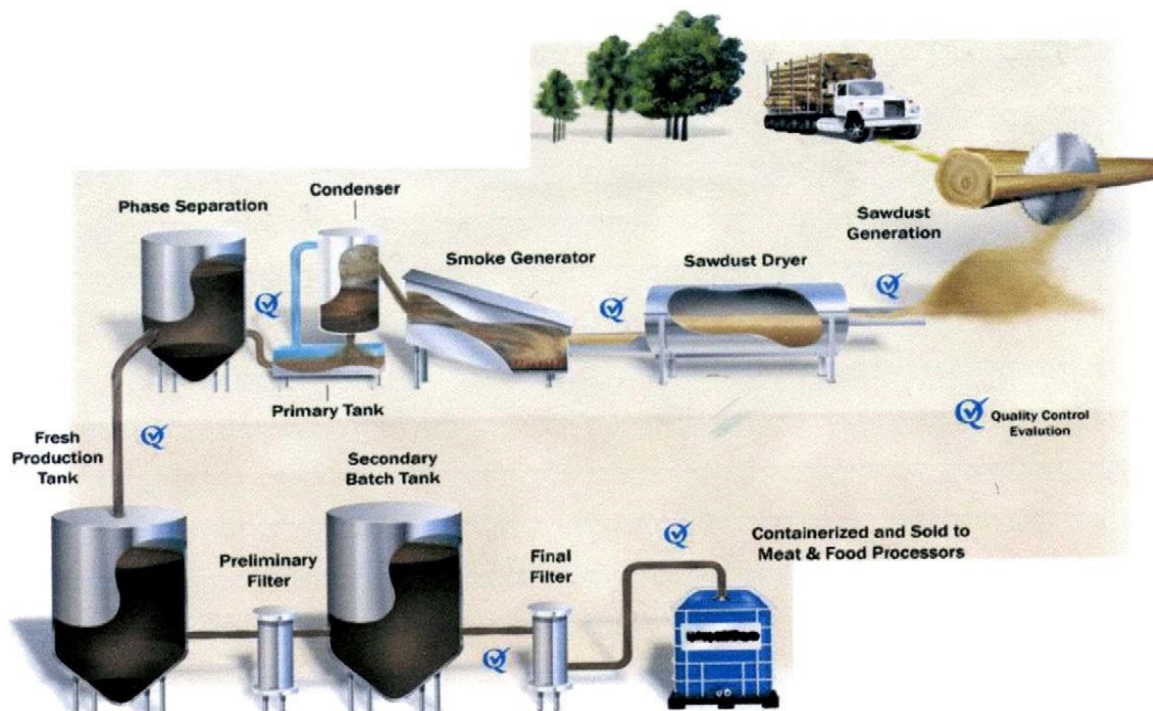
1. ΥΓΡΟΣ ΚΑΠΝΟΣ

Το κάπνισμα των φαγητών, ειδικά των κρεατικών, έχει χρησιμοποιηθεί ως τεχνική συντήρησης τροφίμων για αιώνες. Σήμερα, οι μέθοδοι καπνίσματος περιλαμβάνουν την χρήση συμπυκνώματος καπνού από ξύλο, γνωστό ως “υγρός καπνός”. Συνήθη παθογόνα τροφιμογενή μικρόβια όπως η λιστέρια, η σαλμονέλλα, η *Escherichiacoli* και ο σταφυλόκοκκος έχουν δείξει ευαισθησία στον υγρό καπνό. Επομένως, ο υγρός καπνός έχει την προοπτική να χρησιμοποιηθεί ως ένα φυσικό αντιμικροβιακό για εμπορική χρήση όπου η καπνιστή γεύση επιθυμείται.

Ο υγρός καπνός παράγεται από συμπυκνωμένο καπνό ξύλου που δημιουργείται από ελεγχόμενη πυρόλυση πριονιδίου ή μικρών κομματιών ξύλου με ελάχιστο οξυγόνο. Το ξύλο τοποθετείτε σε μεγάλους αποστακτήρες όπου εφαρμόζεται έντονη θερμότητα, που προκαλεί καύση χωρίς φλόγα, απελευθερώνοντας με αυτόν τον τρόπο αέρια που υπάρχουν στον φυσιολογικό καπνό. Αυτά τα αέρια γρήγορα ψύχονται σε συμπυκνωτές και υγροποιούνται. Ο υγρός καπνός έπειτα περνά μέσα από κάδους καθαρισμού και φιλτράρεται για να αφαιρεθούν οι τοξικές και καρκινογενείς ενώσεις.

Στο τέλος, το υγρό αυτό παλαιώνεται για να μαλακώσει η γεύση του. Η εικόνα 1. δείχνει παραστατικά μια τυπική εγκατάσταση παραγωγής υγρού καπνού. Παράγοντες που επηρεάζουν την γεύση και τις αντιμικροβιακές, αντιοξειδωτικές ιδιότητες του υγρού καπνού περιλαμβάνουν την θερμοκρασία παραγωγής καπνού, την υγρασία που περιέχεται στο ξύλο, καθώς και το είδος ξύλου που χρησιμοποιείται για την παραγωγή καπνού (Simko, 2005). Στα συνήθη ξύλα περιλαμβάνονται η αγριοκαρυδιά και η μιμόζα, αλλά ο υγρός καπνός έχει παραχθεί και από χλοοτάπητα ρυζιού (Kimatal., 2011,2012), κελύφη καρύδας (Zuraida, Sukarno & Budijanto,2001) και κελύφη πεκάν (VanLoo, Babu, Crandall & Ricke, 2012). Γενικά, τα ξύλα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υγρού καπνού περιέχουν περίπου από 25% ημικυτταρίνη, 50% κυτταρίνη και 25% λιγνίνες (Simko, 2005). Η πυρόλυση συμβαίνει σε τέσσερα στάδια ξεκινώντας από την εξάτμιση νερού από το ξύλο και συνεχίζοντας στην αποσύνθεση των ημικυτταρίνων, μετάνων κυτταρίνων και τελικά

στην αποσύνθεση των λιγνίνων ΑΗ πυρόλυση των ημικυτταρίνων και των κυτταρίνων γίνεται μεταξύ των 180 °C και των 350 °C και παράγει καρβοξυλικό οξύ και ενώσεις καρβονύλιου ενώ οι λιγνίνες καίγονται μεταξύ των 300 °C και των 500 °C και παράγουν φαινόλες (Ramakrishnan & Moeller, 2002; Simko, 2005). Οι φαινόλες που περιλαμβάνει ο υγρός καπνός είναι υπεύθυνες για την γεύση και το άρωμα του, ενώ οι καρβονυλικές ενώσεις δίνουν ένα γλυκό άρωμα και χρώμα στα καπνιστά με υγρό καπνό προϊόντα κρέατος.



ΕΙΚΟΝΑ 1: Διάγραμμα παραγωγής υγρού καπνού.

Εκτός από καρβονύλια, οξέα, και φαινόλες, η πυρόλυση ξύλου συχνά περιέχει επιβλαβείς για την υγεία του ανθρώπου ενώσεις όπως είναι οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH). Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες είναι ομάδες ενώσεων μερικές από τις οποίες είναι φυσικές, ενώ άλλες είναι το αποτέλεσμα ατελούς καύσεως και συχνά δημιουργούνται σε θερμοκρασίες πυρόλυσης μεταξύ 500 °C και 900 °C (Simko, 2005). Το επίπεδο του σχηματισμού PAH επηρεάζεται και από τον τύπο του ξύλου, που χρησιμοποιείται (Guilen, Sorelana & Partearroyo, 2000). Μερικές ενώσεις PAH, όπως «βενζο (α) πυρένιο(B (α) P)», φαίνεται ότι προκαλούν γενετικές ανωμαλίες σε κυοφορούντα ποντίκια, που είχαν εκτραφεί με φαγητό που περιείχε περισσότερο από 300 ppm B(α)P. Φαγητά τα οποία περιέχουν περισσότερο από 900 ppm B(α)P οδήγησαν σε ανωμαλίες στο

συκώτι και στο αίμα πειραματόζωων (EPA, 2008). Οι κανονισμοί της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EU) περιορίζουν το ποσό των PAH που επιτρέπεται στο φαγητό ενώ η Αμερικάνικη Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων δεν έχει θέσει ένα τέτοιο όριο (Dolan, Matulka & Burdock, 2010). Έτσι για την ένωση B(a)P το όριο είναι 0.002 ppm για τα τρόφιμα τα οποία πωλήθηκαν στην Ευρωπαϊκή Ένωση ((EC) No. 835/2011), ενώ από το 2014 τα επίπεδα PAH πρέπει να είναι 150.000 φορές κάτω από τα επίπεδα που έχουν δείξει ότι προκαλούν γενετικές ανωμαλίες. Αν και οι PAH είναι υπερβολικά τοξικές, έχουν χαμηλή υδατοδιαλυτότητα και αυτό επιτρέπει στους παραγωγούς υγρού καπνού να ξεχωρίσουν εύκολα αυτές τις ενώσεις από τα τελικά προϊόντα χρησιμοποιώντας διαχωρισμό φάσεων και τεχνικές φιλτραρίσματος

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 ΟΡΓΑΝΑ

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε ο ακόλουθος εξοπλισμός:

- Foodvacuumpackagingmachine (VM-T12 AGK, Germany) μηχανή συσκευασίας τροφίμων σε κενό αέρος.
- Εργαστηριακό ψυγείο FiocchettiMedika 400 2T.
- Λυοφιλοποιητής ChristAlpha 1-2 LDplus.
- Υδατόλουτρο Selecta.
- Συσκευή εκχύλισης λίπους Soxtherm 2000 GerhardS 306MK/S 306M.
- Κουζίνομηχανή KENWOODKMC 560 GLChef-class.
- Καταγραφικό θερμομέτρο (Comark KM1242, Comark Instruments, UK).
- Εργαστηριακός φούρνος (WTBBinder, Germany).
- Εργαστηριακός φούρνος (1400 model, Thermolyne, Germany).
- Εργαστηριακός φούρνος - αποτεφρωτήρας (Therm.conceptht 40 AL).
- Θερμαινόμενος μαγνητικός αναδευτήρας (IDLMSH 20A).
- Αναλυτικός ζυγός (Adamequipment 0,0001g).
- Αναλυτικός ζυγός (A&DcompanyF-X 300iWP 0,001g).
- Αναλυτικός ζυγός (Scalet 0,01g).
- Οικιακός καταψύκτης (Zanussi, modelZV231 MR, Germany) θερμοκρασίας - 20°C.

- Θερμοζεύγη τύπου K, 0.5 mm διαμέτρου (ComarkInstruments, U.K).
- Αναλυτικός ζυγός (Precica 1600C 0,1g).
- Συσκευή υγρής καύσης (TurbothermTTA, Gerhardt, Germany) + Μονάδα εξουδετέρωσης ατμών GerhardTurbosogTVR.
- Μονάδα απόσταξης με ατμούς (Vapodest 40, Gerhardt, Germany).
- Αυτόματος τιτλοδότης (TitroMatic 1S, Chiron, Spain).
- Φυγόκεντρος (3K 18, Sigma, Germany).
- 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.

2.2. ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

2.2.1. ΨΑΡΙΑ

Για την μελέτη των φυσικοχημικών παραμέτρων των μπιφτεκιών χρησιμοποιήθηκαν πέστροφες προερχόμενες από την μονάδα πεστροφοκαλλιέργειας « ΣΙΧΛΙΜΟΙΡΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΙΧΘΥΟΠΑΡΑΓΩΓΟΣ», που βρίσκεται στην περιοχή ΚΛΕΙΔΩΝΙΑ ΚΟΝΙΤΣΗΣ της Ηπείρου. Το μέσο βάρος των ψαριών ήταν 390g. Τα ψάρια μεταφέρθηκαν στο ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΧΘΥΗΡΩΝ (ΤΕΙ ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ) την επομένη μέρα της αλίευσής τους σε πολυεστερικά κιβώτια με πάγο. Ακολούθως, τα ψάρια ζυγίσθηκαν, απεντερώθηκαν, φιλετοποιήθηκαν και αφαιρέθηκε το δέρμα. Όλες οι εργασίες έγιναν με το χέρι.

2.2.2. ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΠΙΦΤΕΚΙΩΝ

Το σιτάλευρο (ΓΙΩΤΗΣ για όλες τις χρήσεις), το καλαμποκάλευρο, τα καρυκεύματα, το αλάτι και η ζάχαρη αγοράστηκαν από τοπικό supermarket. Ο υγρός καπνός αγοράστηκε από την εταιρεία «ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ Α.Ε.», που βρίσκεται στην Θεσσαλονίκη.

2.3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ

Τα φιλέτα περαστήκαν από μηχανή κιμά, που είχε δίσκο με οπές διαμέτρου 3mm.

Ποσότητα ιχθυοκιμά (150g) ζυγίσθηκε σε τρυβλία Petri και λυοφιλήθηκε για 48 h σε θερμοκρασία -50°C και υπό πίεση 0,030 mb. Η σάρκα, που είχε λυοφιλωθεί, φυλασσόταν στους -22°C για τον προσδιορισμό της βασικής χημικής σύνθεσης της σάρκας των πεστρόφων (υγρασία, τέφρα, ολική πρωτεΐνη και λίπος)

Στην συνέχεια στον υπόλοιπο ιχθυοκιμά προστεθήκαν τα συστατικά που αναφέρονται στον Πίνακα 1 και το όλο μείγμα αναδεύτηκε με το χέρι μέχρι που το όλο μείγμα έγινε μια ομοιογενής μάζα. Ακολούθως το μείγμα χωρίσθηκε σε δύο ίσα μέρη και στο ένα από αυτά προστέθηκε υγρός καπνός σε ποσοστό 1% (w/w). Η ποσοστιαία σύνθεση των μπιφτεκιών δίνεται παρακάτω

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Ποσοστιαία σύσταση μπιφτεκιών

Συστατικά	Ποσοστό (%)
Ψαρι	79
Cornflour	4,25
Σιτάλευρο	4,25
Σκόνη Γάλακτος	1,34
Σκόνη σκόρδου	0,32
Σκόνη κρεμμυδιού	0,24
Μοσχοκάρυδο	0,24
Πιπερόριζα	0,24
πιπέρι	0,24
ζάχαρη	1,03
αλάτι	1,03
κρύο νερό	6,82

Για την παρασκευή των μπιφτεκιών χρησιμοποιήθηκαν τρυβλία Petri ύψους 15mm και πλάτους 50 mm. Τα μπιφτεκία καταψύχθηκαν για 24 ώρες στους -35°C , και

ακολουθώς 8 μπιφτέκια από κάθε πειραματική ομάδα αποψύχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για τις αναλύσεις ,που περιγράφονται στην παράγραφο.. 3.4 (controls) και τα υπόλοιπα τοποθετήθηκαν στη συντήρηση του καταψύκτη στους -22⁰C. Η δειγματοληψία έγινε ανά 15 ημέρες μέχρι το διάστημα των τριών μηνών από την ημερομηνία παρασκευής τους. Σε κάθε δειγματοληψία χρησιμοποιήθηκαν 8 μπιφτέκια από κάθε πειραματική ομάδα, όπως αναφέρεται παρακάτω.

Τα κατεψυγμένα μπιφτέκια αποψύχθηκαν σε τρεχούμενο νερό για 45 λεπτά και ακολουθώς σε 4 από αυτά μετριόταν το χρώμα. Ακολουθώς, τυλίγονταν σε αλουμινόχαρτο και ψήνονταν στους 200⁰C για 10 λεπτά από κάθε πλευρά. Η θερμοκρασία στο θερμικό κέντρο μετρήθηκε με θερμοστοιχείο και καταγραφικό θερμόμετρο (παράγραφος 3.1). Τα ψημένα μπιφτέκια τοποθετούνταν σε επωαστήρα στους 25⁰C για να πάρουν τη θερμοκρασία περιβάλλοντος (περίπου 1h) και ακολουθώς χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της υφής (βλέπε παράγραφο ..). Τα υπόλοιπα 4 μπιφτέκια από κάθε πειραματική ομάδα λυοφιλιθήκαν και συντηρήθηκαν υπό κενό για τον προσδιορισμό του TBA.

2.4 ΧΗΜΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΜΠΙΦΤΕΚΙΩΝ

2.4.1 ΛΥΟΦΙΛΙΩΣΗ

Για τον προσδιορισμό της βασικής χημικής σύνθεσης της σάρκας των ψαριών και των μπιφτεκιών καθώς και του TBA των μπιφτεκιών χρησιμοποιήθηκε λυοφιλωμένη σάρκα. Για την λυοφιλίωση των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε ο λυοφιλωτής MARTINCHRIST, mod. ALPHA 1-2 LDplus.

Για τη λυοφιλίωση χρησιμοποιήθηκε δείγμα 25–30g κατεψυγμένου ιχθυοκιμά και αμαγείρευτων μπιφτεκιών, που διασκορπίστηκε ομοιόμορφα μέσα σε δισκία Petri, τα οποία στη συνέχεια τοποθετήθηκαν στον λυοφιλωτή στους -50⁰C και σε κενό αέρος 1 mbar για 24 ώρες.



ΕΙΚΟΝΑ 2: Λυοφιλίωση

2.4.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΒΑΣΙΚΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ

2.4.2.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

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

Υγρασία (%) = $[(B_{\delta} - B_{\xi}) / B_{\delta}] \times 100$ Όπου :

B_{δ} = βάρος δείγματος

B_{ξ} = βάρος ξηρού υπολείμματος

2.4.2.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΗΣ ΠΡΩΤΕΪΝΗΣ

Για τον προσδιορισμό της ολικής πρωτεΐνης ακολουθήθηκε η μέθοδος Kjeldahl (AOAC). 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 (WhatmanNo 541) και ακολούθως τοποθετήθηκε σε σωλήνα Kjeldahl, όπου προστέθηκαν δύο ταμπλέτες καταλύτη (KjeltabsCX) 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.

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 για ψάρι και κρέας.

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

Ολική πρωτεΐνη (επί νωπού %) = ΟΠΛΔ(%) x [(100 – υγρασία δείγματος) / 100]

2.4.2.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΟΥΣ

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.

Ο υπολογισμός του ολικού λίπους έγινε ως εξής :

$$\text{Λίπος λυοφιλωμένου δείγματος (ΛΛΔ \%)} = (B_{f2} - B_{f1}) \times 100 \times B_s^{-1}$$

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

Όπου :

B_{f1} = το βάρος των άδειων σωλήνων σε g

B_{f2} = το βάρος των σωλήνων μαζί με το εξαγόμενο λίπος σε g

B_s = το βάρος του δείγματος

2.4.2.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΕΦΡΑΣ

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.

Ο υπολογισμός της τέφρας έγινε ως εξής :

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

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

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.

W_μ = το βάρος του δείγματος μαζί με την κάψα σε g μετά το πέρας της αποτέφρωσης του δείγματος.

2.4.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΘΕΙΟΒΑΡΒΙΤΟΥΡΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ (ΤΒΑ)

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 οξειδωσης των λιπαρών ουσιών (Botta, 1995).

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

Λυοφιλωμένο δείγμα 0,2 g ομογενοποιήθηκε με 8 ml 5% (w/v) τριγλωροξικού 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 70 °C η απορρόφηση του δείγματος μετρίοταν στα 532 nm χρησιμοποιώντας το φασματοφωτόμετρο της PharmachiaBiotec 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.

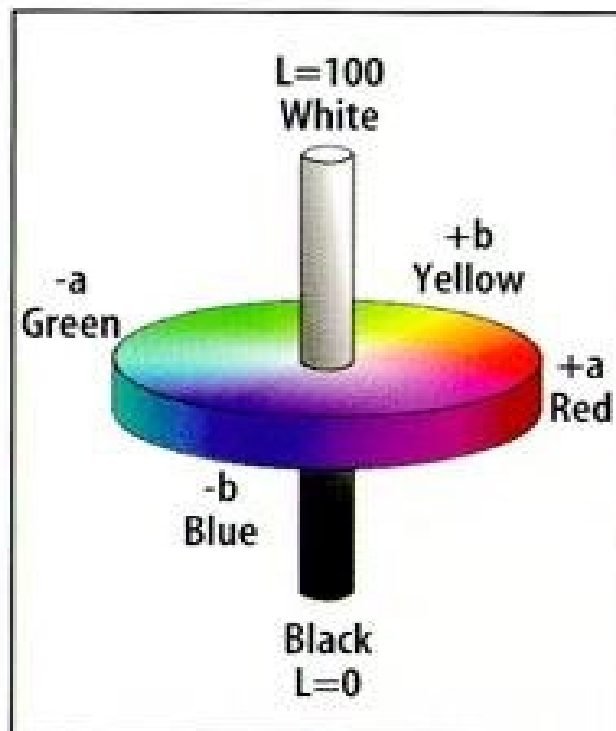
Για τον προσδιορισμό του TBA (mg/kg) χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

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

2.4.4 ΧΡΩΜΑ

Το χρώμα μετρήθηκε μόνο στα μαγειρεμένα μπιφτέκια. Για τον προσδιορισμό χρώματος χρησιμοποιήθηκε όργανο μέτρησης χρώματος (colourmeter) 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.



Lab model

ΕΙΚΟΝΑ 3: Οι τρεις διαστάσεις του χρώματος

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.

2.4.5. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΥΦΗΣ

Η υφή περιγράφει την δομή (κατασκευή) ενός ιστού (JellinekG, 1993) και συμπεριλαμβάνει όλες τις μηχανικές γεωμετρικές και επιφανειακές ιδιότητες ενός προϊόντος που γίνονται αντιληπτές διαμέσου των μηχανικών, απτικών και όπου απαιτείται των οπτικών και ακουστικών (αισθητικών) υποδοχέων (ISO 5492:1992).

Η ανάλυση της υφής (Textureprofileanalysis) περιλαμβάνει την περιγραφή των χαρακτηριστικών υφής που γίνονται αντιληπτά σε ένα τρόφιμο την ένταση των χαρακτηριστικών αυτών και την σειρά με την οποία αυτά γίνονται αντιληπτά. Τα μηχανικά χαρακτηριστικά περιγράφονται ποιοτικά και ποσοτικά ενώ τα γεωμετρικά περιγράφονται ποιοτικά και ημι-ποσοτικά (Botta, 1995).

Για την ανάλυση της υφής χρησιμοποιήθηκε ο αναλυτής υφής που αναφέρεται στην παράγραφο 3.1.

Από το κέντρο των μαγειρεμένων μπιφτεκιών κοβόταν ένα κομμάτι, διαμέτρου 40 mm και ύψους 1,5 περίπου cm το οποίο χρησιμοποιούταν για την ανάλυση της υφής των μαγειρεμένων μπιφτεκιών. Χρησιμοποιήθηκε κυλινδρικό εξάρτημα 50 mm διαμέτρου (P/50) το οποίο πλησίαζε το δείγμα με μια ταχύτητα 5 mm/sec και συμπίεζε το δείγμα στο 80% του ύψους του, ακολούθως το εξάρτημα επέστρεφε στην αρχική του θέση με ταχύτητα 5 mm/sec. Ένας δεύτερος κύκλος συμπίεσης επαναλαμβανόταν σε διάστημα 5 sec με τις ίδιες ακριβώς συνθήκες που προαναφέρθηκαν. Από τις γραφικές παραστάσεις δύναμης – χρόνου που καταγράφηκαν σε computer και αναλύθηκαν με το λογισμικό TextureExponent (version 32, stableMicroSystemsLtd) προσδιορίστηκαν οι εξής παράμετροι υφής: σκληρότητα, συνεκτικότητα, ελαστικότητα, τρυφερότητα, gumminess.

Η σκληρότητα (hardness) είναι η μηχανική ιδιότητα υφής που συσχετίζεται με τη δύναμη που απαιτείται για να επιτευχθεί μια συγκεκριμένη παραμόρφωση ή εισχώρηση στο προϊόν. Οι όροι μαλακό (soft), σφιχτό (firm), σκληρό (hard) αντιπροσωπεύουν το χαμηλό, μεσαίο και υψηλό επίπεδο

σκληρότητας αντίστοιχα.

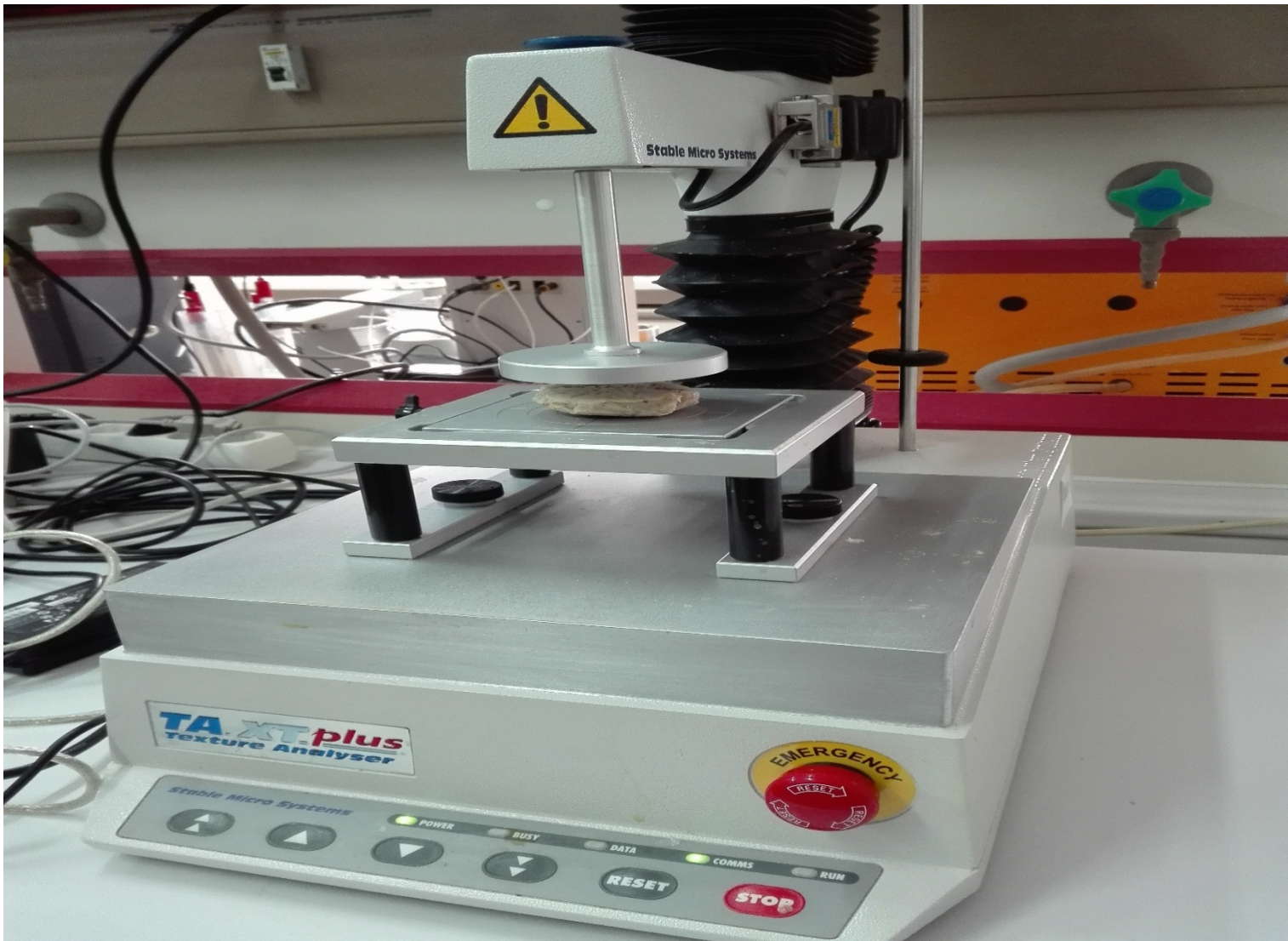
Η ελαστικότητα (springiness) είναι η μηχανική ιδιότητα υφής που συσχετίζεται με: α) την ταχύτητα ανάκτησης σχήματος μετά την άρση μίας δύναμης παραμόρφωσης, β) τον βαθμό επαναφοράς του υλικού στην αρχική κατάστασή του μετά την άρση της δύναμης παραμόρφωσης. Οι όροι πλαστικός, ελατός, ελαστικός αντιπροσωπεύουν το χαμηλό, μεσαίο και υψηλό επίπεδο ελαστικότητας αντίστοιχα.

Η συνεκτικότητα (cohesiveness) είναι η μηχανική ιδιότητα υφής που συσχετίζεται με το βαθμό ως προς τον οποίο μία ουσία μπορεί να παραμορφωθεί πριν σπάσει.

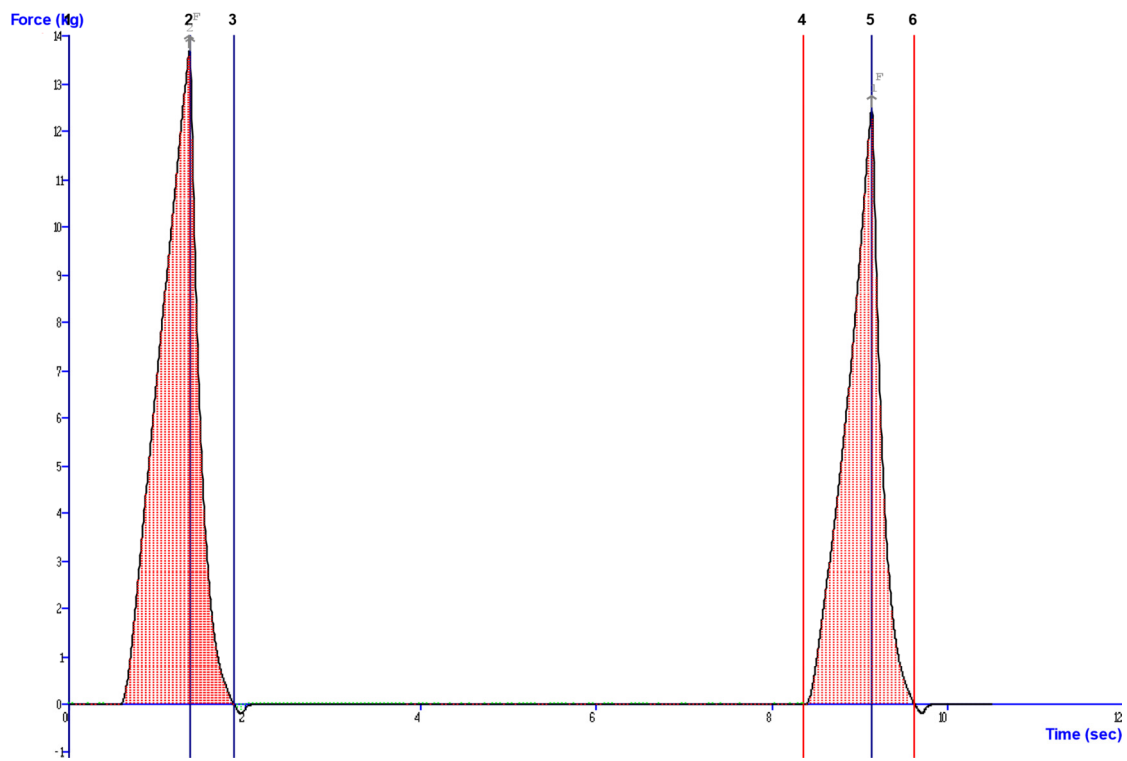
Η τρυφερότητα (chewiness) είναι η μηχανική ιδιότητα υφής που συσχετίζεται με την συνεκτικότητα και με τον χρόνο ή τον αριθμό των αναμασημάτων που

απαιτούνται για να μασηθεί μία στερεή τροφή και να μετατραπεί σε βλωμό (έτοιμη για κατάποση). Οι όροι τρυφερό (tender), λαστιχωτό (chewy) και σκληρό (tough) αντιστοιχούν σε χαμηλό, μέτριο και υψηλό επίπεδο τρυφερότητας αντίστοιχα.

Gumminess είναι η μηχανική ιδιότητα υφής που συσχετίζεται με την συνεκτικότητα ενός τρυφερού προϊόντος. Κατά την μάσηση μιας τροφής συσχετίζεται με την προσπάθεια που απαιτείται για την αποικοδόμηση ενός προϊόντος σε επίπεδο ικανό για κατάποση.



ΕΙΚΟΝΑ 4: Ανάλυση υφής.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1: Μεταβολές της υφής ανάλογα με τον χρόνο.

2.4.6. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Τα πειραματικά δεδομένα της εργασίας αναλύθηκαν με Generallinearmodel (GLM) για να μελετηθούν (α) η επίδραση της ύπαρξης υγρού καπνού στην σύνθεση των μπιφτεκιών (παράγων « υγρός καπνός»), (β) η επίδραση του χρόνου συντήρησης στην κατάψυξη (παράγων « χρόνος συντήρησης»), και (γ) της αλληλεπίδρασης των παραγόντων « υγρός καπνός X χρόνος συντήρησης» σε ποιοτικά χαρακτηριστικά των μπιφτεκιών πέστροφας. Η ανάλυση έγινε με το στατιστικό πακέτο MINITAB release 14. Στατιστικές διαφορές ήταν αποδεκτές σε επίπεδο σημαντικότητας $P < 0.05$.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η βασική χημική σύνθεση των νοπών φιλέτων πέστροφας ήταν ως εξής:

Νερό :74,94 %(β/β)

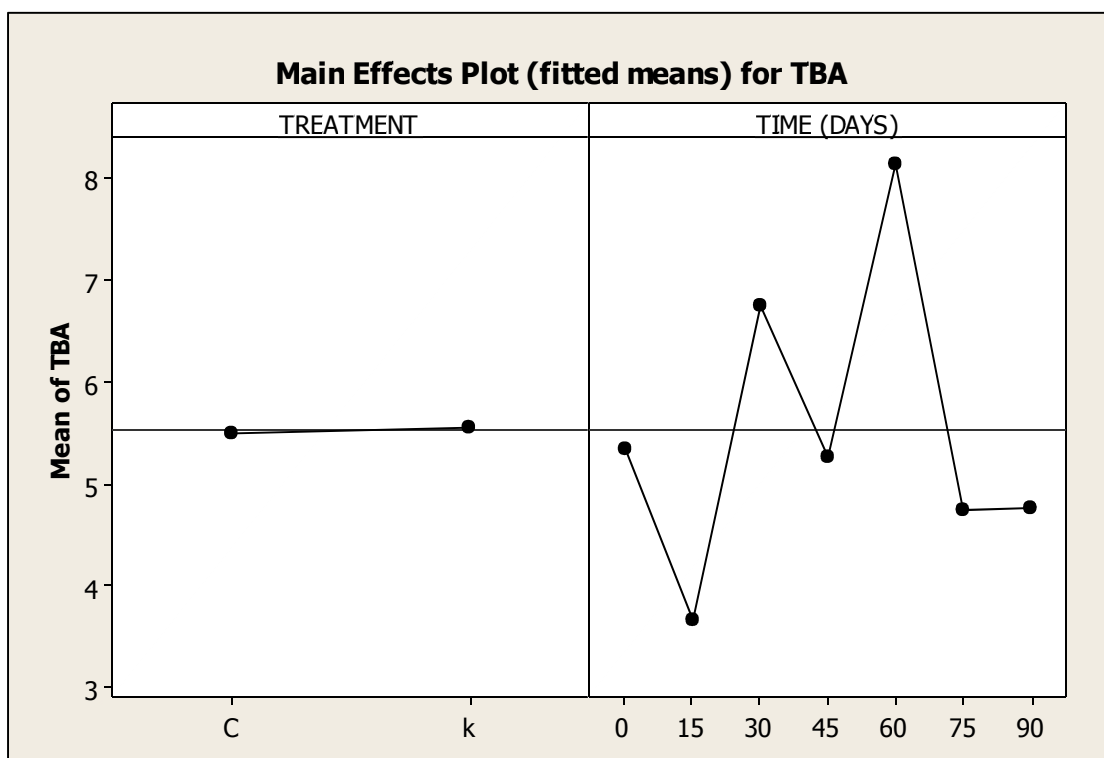
Πρωτεΐνη: 17,58%(β/β)

Λίπος: 6,14 % (β/β)

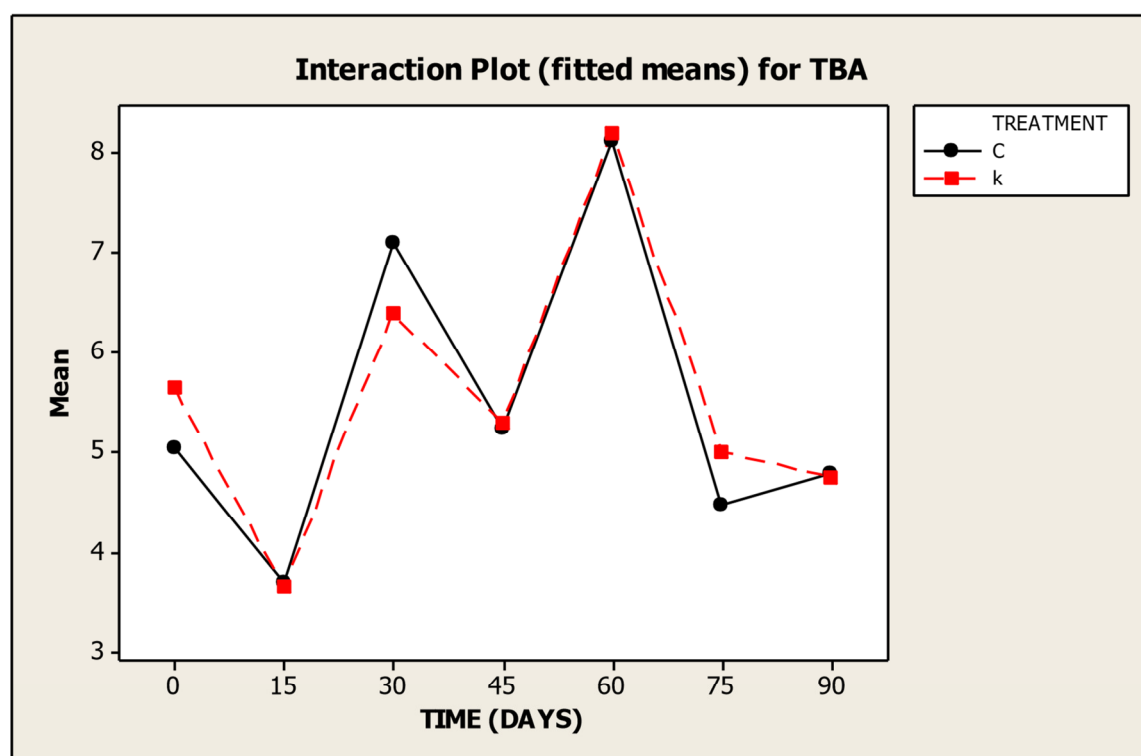
Τέφρα 1,42 (β/β)

Τα αποτελέσματα αυτά είναι σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην διεθνή βιβλιογραφία για την ιριδιζουσα πέστροφα προερχόμενη από υδατοκαλλιέργειες (Fallah , Saei-Dehkordi, &Nematollahi, 2011).

Ανάλυση των πειραματικών δεδομένων με GLM έδειξε ότι η επίδραση του χρόνου συντήρησης στις τιμές του TBA των μπιφτεκιών ήταν στατιστικά σημαντική ($P<0.0001$; Διάγραμμα 2). Η μέση τιμή του TBA των μπιφτεκιών με ή χωρίς υγρό καπνό ήταν μεγίστη και στατιστικά σημαντική μετά από 60 ημέρες συντήρησης ($P<0.05$). Μετά από τις 60 ημέρες η τιμή του TBA μειώθηκε για να φτάσει στα επίπεδα που είχε μεταξύ 0 και 15 ημερών συντήρησης. Κυμαινόμενες τιμές TBA παρατηρήθηκαν μεταξύ 0-60 ημέρες συντήρησης. Αντίθετα, η μέση τιμή του TBA των μπιφτεκιών χωρίς υγρό καπνό και αυτών με υγρό καπνό ανεξάρτητα από τον χρόνο συντήρησης δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ($P=0,568$ Εικόνα...). Επιπλέον, η αλληλεπίδραση του χρόνου συντήρησης στους -22°C και της προσθήκης υγρού καπνού στα μπιφτέκια ήταν στατιστικά μη σημαντική ($P>0,05$).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2: Επίδραση των παραγόντων «υγρός καπνός» και «χρόνος συντήρησης» στο TBA κατεψυγμένων (-22 °C) μπιφτεκίων πέστροφας

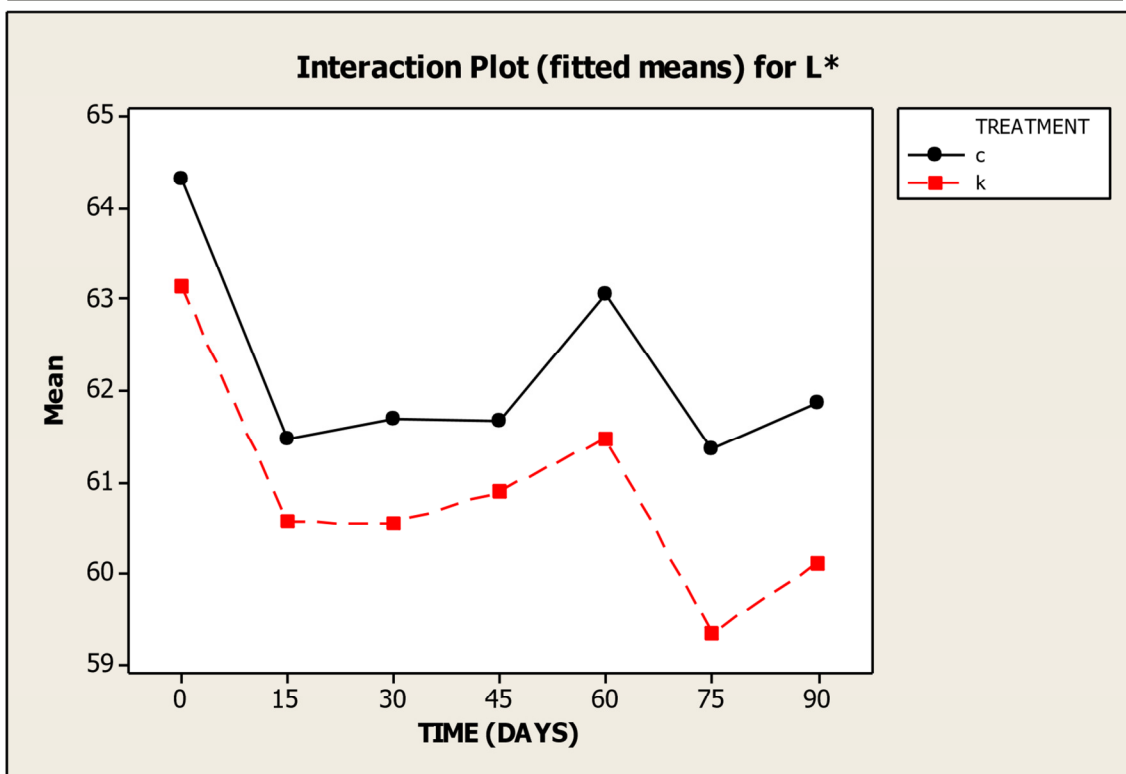
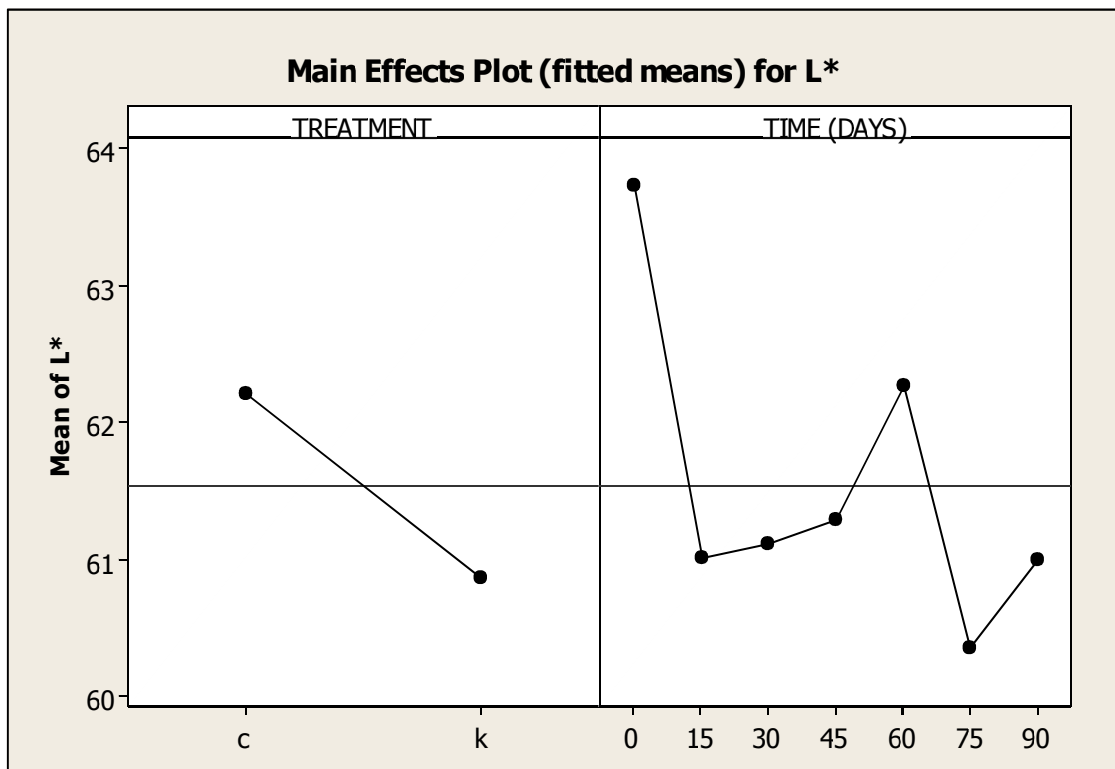


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3: Αλληλεπίδραση παραγόντων «υγρός καπνός x χρόνος συντήρησης» στο TBA κατεψυγμένων (-22 °C) μπιφτεκίων πέστροφας. Σημείωση Εικόνας: C= Μάρτυρας (μπιφτεκία χωρίς υγρό καπνό). K= μπιφτεκία με υγρό καπνό

Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι μόνο ο χρόνος συντήρησης επηρέασε το TBA και όχι η παρουσία υγρού καπνού. Το γεγονός μάλιστα ότι από την χρονική περίοδο των 60 ημερών και μετά παρατηρήθηκε μια μείωση της τιμής του TBA και στις δύο πειραματικές ομάδες, μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι οι βιοχημικές ενώσεις, που μπορούν να αντιδράσουν με το αντιδραστήριο του TBA, αλληλεπιδρούν με άλλα βιολογικά μακρομόρια μέσα στον ιστό οδηγώντας σε μειωμένες τιμές το TBA. Τα αποτελέσματα αυτά είναι σύμφωνα με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών (Simeonidou, Govaris & Varelzis, 1997; Yu, Regenstein & Xia, 2018; Aubourg, Rey-Mansilla & Sotelo, 1999; Aubourg, 1999; Ben-gigirery, Sousa, Villa, & Velazquez, 1999; Namulema, Muyonga, & Kaaya, 1999; Aubourg, Pineiro, & Gonzalez, 2004; Stodolnik, Stawicka, Szczepanik, & Aubourg, 2005).

Έρευνες έχουν δείξει ότι οι τιμές του TBA μειώνονται σε αλιεύματα ή προϊόντα αυτών (π.χ. μπιφτέκια) όταν προστίθενται σε αυτά υγρός καπνός και αυτό οφείλεται κυρίως στις φαινολικές ενώσεις που περιέχει ο υγρός καπνός (Chatzikyriakidou & Katsanidis, 2012). Αντίθετα προς τα προαναφερθέντα, τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας δείχνουν ότι δεν υπάρχει σημαντική επίδραση στην οξειδωση των λιπαρών ουσιών εξαιτίας της ύπαρξης του υγρού καπνού. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι και οι δύο πειραματικές ομάδες περιείχαν καρυκεύματα, που περιέχουν αντιοξειδωτικές ουσίες, που μπορεί να υπερκαλύπτουν την δράση των αντιοξειδωτικών του υγρού καπνού.

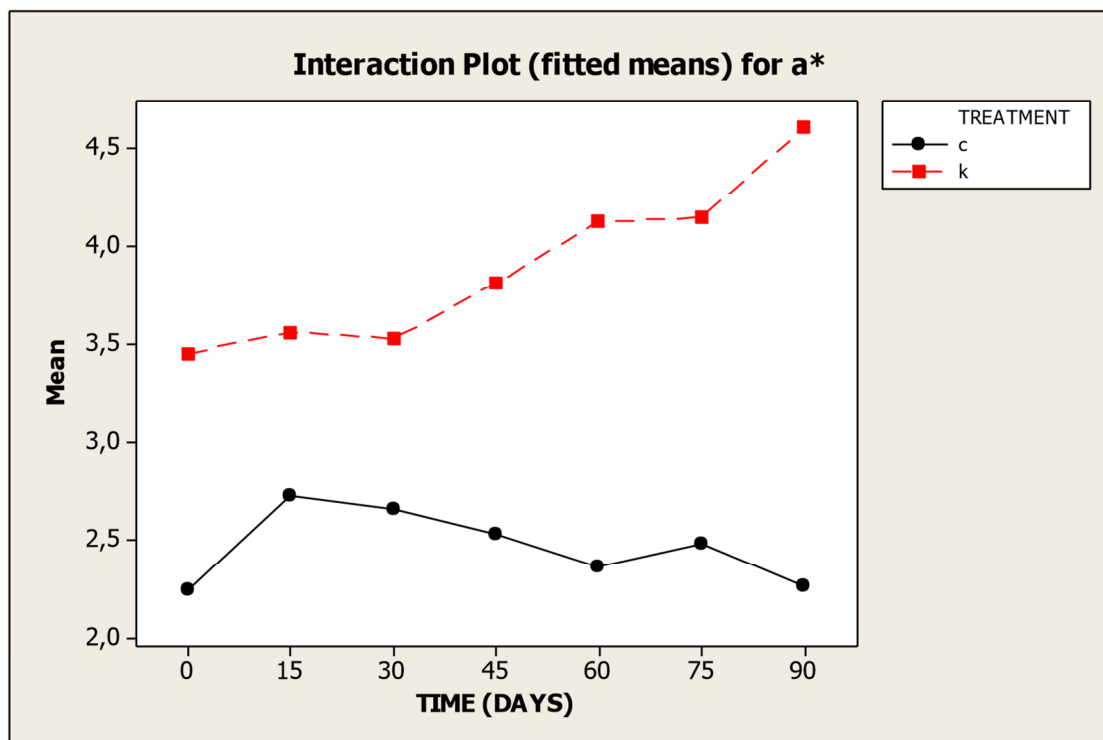
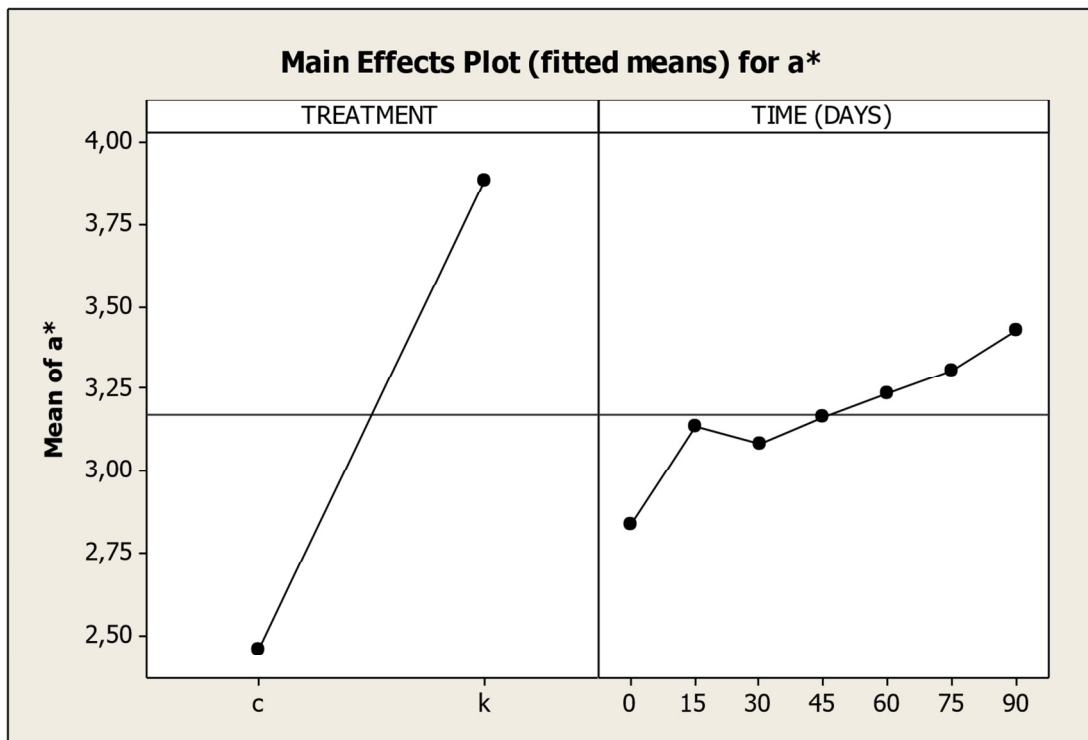
Ανάλυση των πειραματικών δεδομένων με GLM έδειξε ότι η επίδραση του χρόνου συντήρησης των μπιφτεκιών και του υγρού καπνού στο συντελεστή L του χρώματος των μπιφτεκιών ήταν στατιστικά σημαντική ($P < 0.0001$; Εικόνες 4), όχι όμως η αλληλεπίδραση χρόνος x υγρός καπνός ($P = 0,363$ Εικόνα 5).



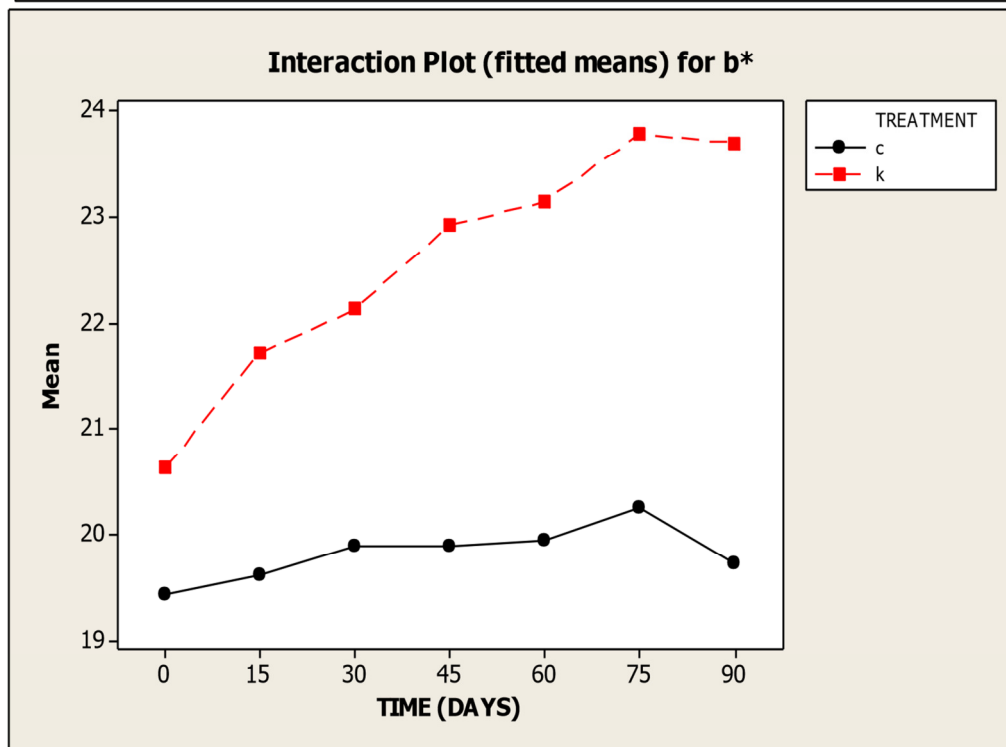
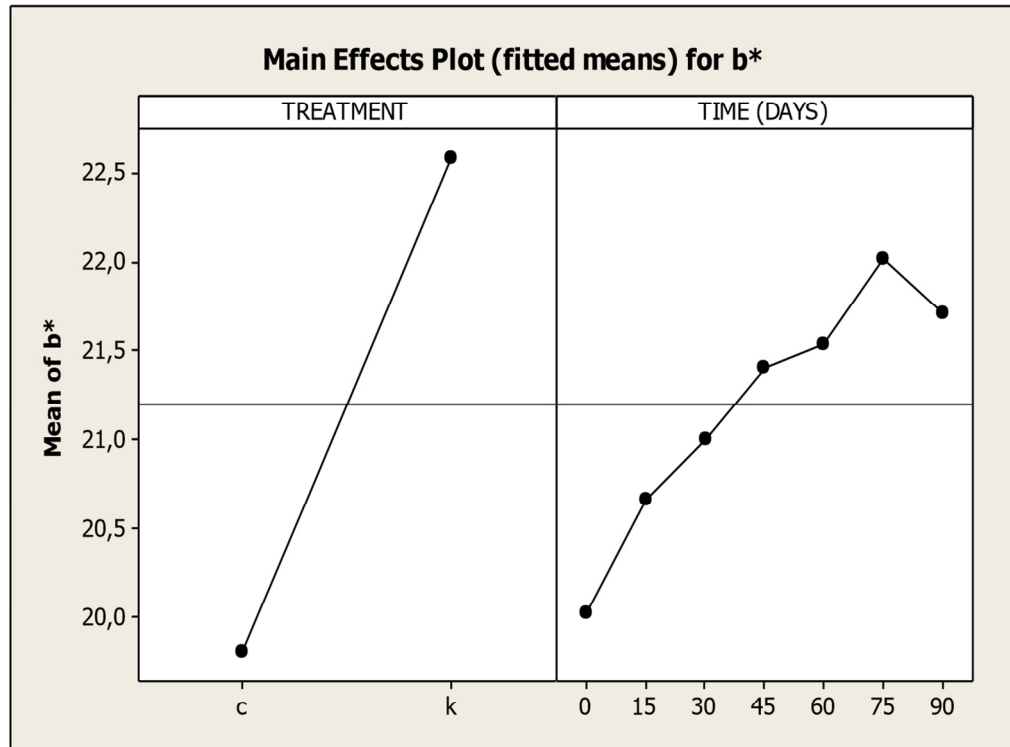
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4&5: Επίδραση των παραγόντων «υγρός καπνός» και «χρόνος συντήρησης» στη τιμή L κατεψυγμένων (-22 0C) μπιφτεκίων πέστοφα

Σημείωση Εικόνας: C= Μάρτυρας (μπιφτέκια χωρίς υγρό καπνό). K= μπιφτέκια με υγρό καπνό

Ανάλυση των πειραματικών δεδομένων των με GLM έδειξε ότι η επίδραση του χρόνου συντήρησης, του υγρού καπνού και η αλληλεπίδραση «χρόνος x υγρός καπνός» στους συντελεστών a^* και b^* των μπιφτεκίων ήταν στατιστικά σημαντική (Διαγράμματα 6-9).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6-7 Επίδραση των παραγόντων «υγρός καπνός» και «χρόνος συντήρησης» στη τιμή a*κατεψυγμένων (-22 0C) μπιφτεκιών πέστροφα

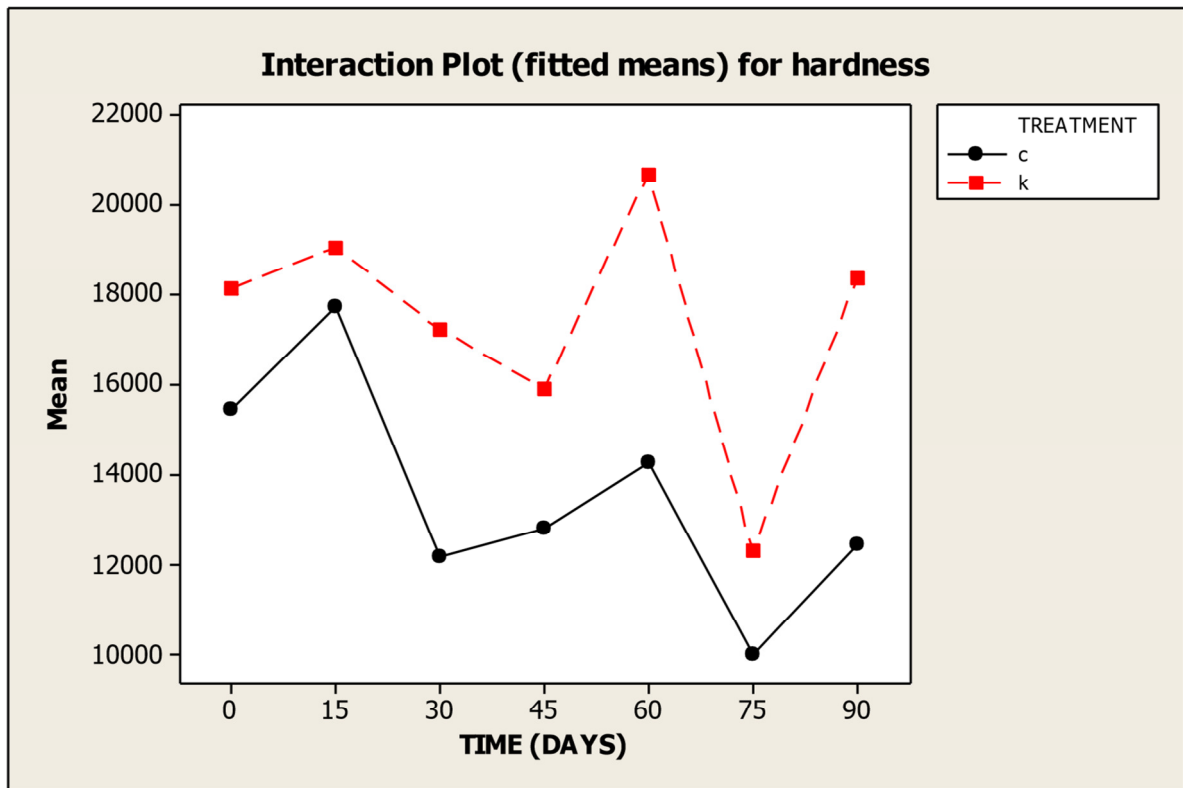
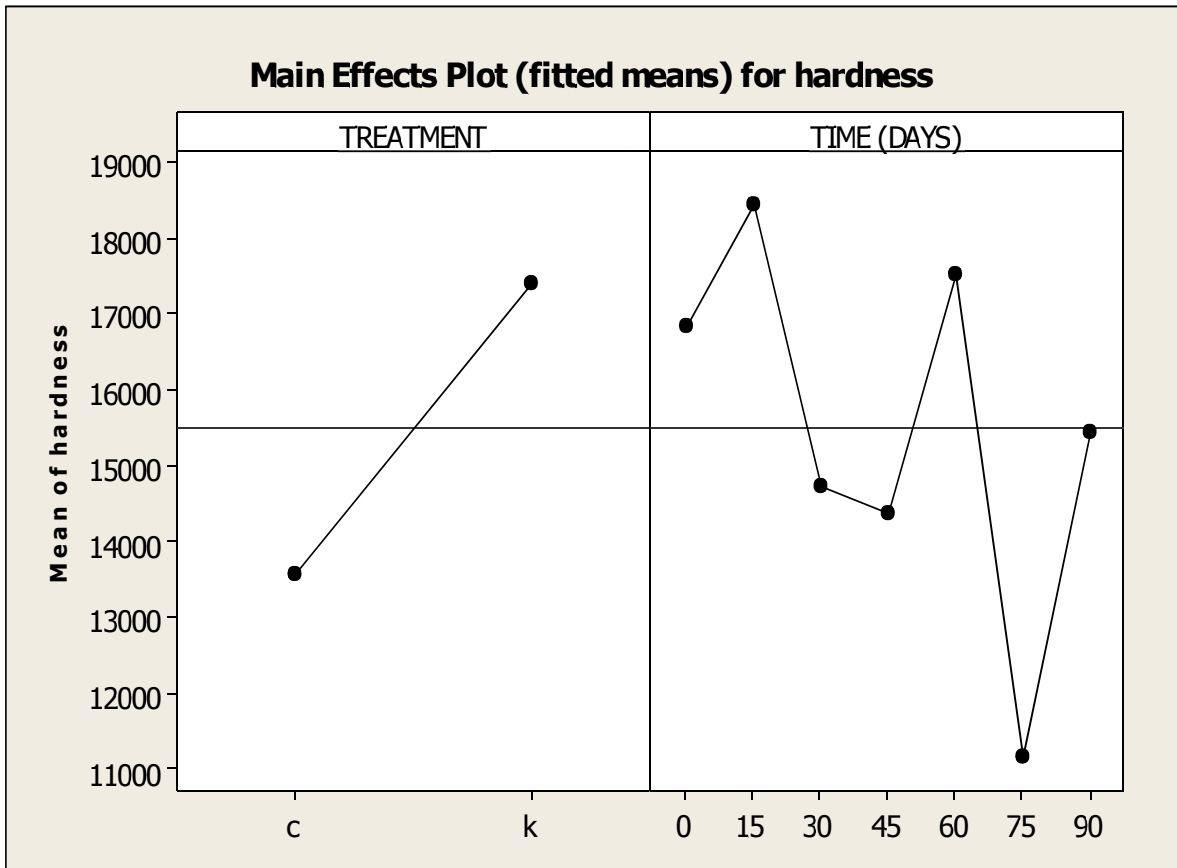


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8 &9: Επίδραση των παραγόντων «υγρός καπνός» και «χρόνος συντήρησης» στη τιμή L κατεψυγμένων (-22 0C) μπιφτεκιών πέστροφα

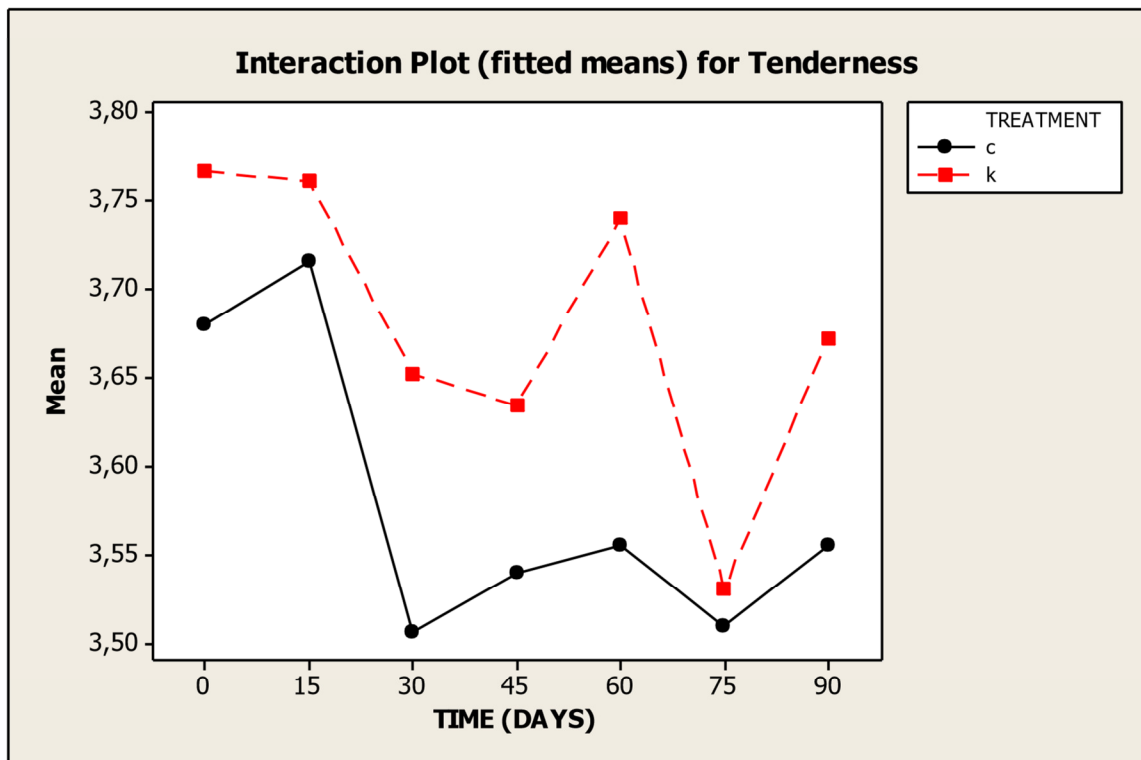
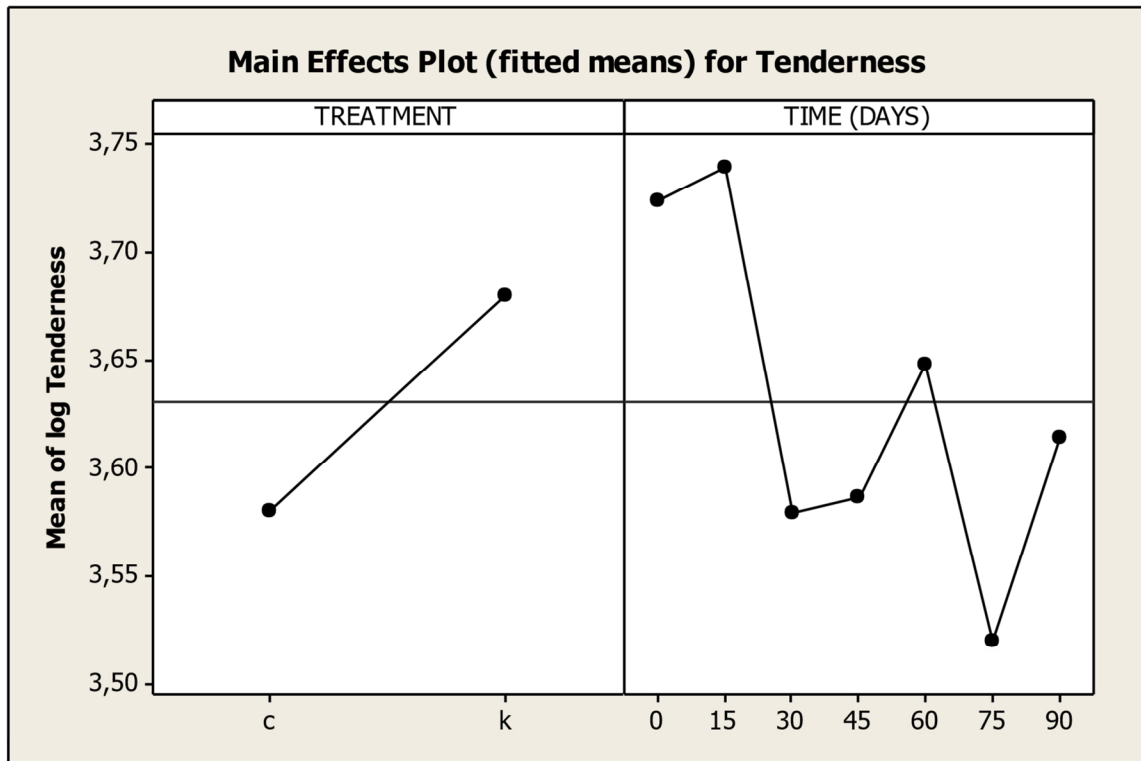
Η μέση τιμή L των μαρτύρων και των μπιφτεκιών με υγρό καπνό ήταν 62,2 και 60,9 αντίστοιχα, και ήταν στατιστικά σημαντικές. Επίσης οι τιμές L των μαρτύρων ήταν πάντοτε μεγαλύτερες αυτών των μπιφτεκιών με υγρό καπνό κατά την διάρκεια της συντήρησης τους (Διάγραμμα 8). Οι μέσες τιμές a^* των μαρτύρων και των μπιφτεκιών με υγρό καπνό ήταν 2,46 και 3,88 αντίστοιχα. Οι μέσες τιμές του β^* (κίτρινο χρώμα) των μαρτύρων και αυτών με καπνό ήταν 19,81 και 22,58, αντίστοιχα. Κατά την διάρκεια της συντήρησης οι τιμές a και β των μπιφτεκιών με υγρό καπνό αυξήθηκαν σταδιακά, ενώ αυτές των μαρτύρων παρέμειναν σχεδόν σταθερές.

Σε μια έρευνα αναφέρεται ότι τιμές L μεγαλύτερες από 53 χαρακτηρίζουν τα φωτεινότερα προϊόντα, τιμές L μεταξύ 48 και 51 τα κανονικά ως προς την φωτεινότητα προϊόντα και τιμές L μικρότερες από 46 τα πιο σκοτεινόχρωμα από το κανονικό προϊόντα (Kilinc, Cakli & Tolasa, 2008). Στην παρούσα εργασία οι χαμηλότερες τιμές L των μπιφτεκιών με υγρό καπνό(λιγότερο φωτεινό χρώμα) σε σχέση με αυτή των μαρτύρων μπορεί να αποδοθεί στην παρουσία του υγρού καπνού, που είναι ένα υγρό με βαθύ κόκκινο χρώμα . Η μεγάλη πτώση της τιμής L ανάμεσα στις 0 και 15 ημέρες και στις δύο πειραματικές ομάδες (Διάγραμμα 7&8) μπορεί να οφείλεται στην μετουσίωση των πρωτεϊνών με συνέπεια την μείωση της ικανότητας τους να συγκρατούν νερό κατά την θέρμανση των μπιφτεκιών. Η απώλεια αυτή των υγρών μπορεί να οδήγησε σε πιο σκουρόχρωμα μπιφτέκια και στις δύο πειραματικές ομάδες. Παρομοίως, η σταδιακή αύξηση των τιμών a και β (αύξηση του κόκκινου και του κίτρινου χρώματος) κατά την συντήρηση μπορεί να οφείλεται στην συμπύκνωση συστατικών μέσα στην ύλη των μπιφτεκιών, και επομένως και του υγρού καπνού, λόγω αυξημένης απώλειας υγρών με την πάροδο του χρόνου συντήρησης.

Ανάλυση των πειραματικών δεδομένων των με GLM έδειξε ότι η επίδραση του χρόνου συντήρησης και του υγρού καπνού στην σκληρότητα και τρυφερότητα των μπιφτεκιών ήταν στατιστικά σημαντική ($P < 0.0001$ Διαγράμματα 10&11, 12&13), όχι, όμως και η αλληλεπίδραση «υγρός καπνός x χρόνος συντήρησης » ($P >= 0.130$ Διαγράμματα 5&6).

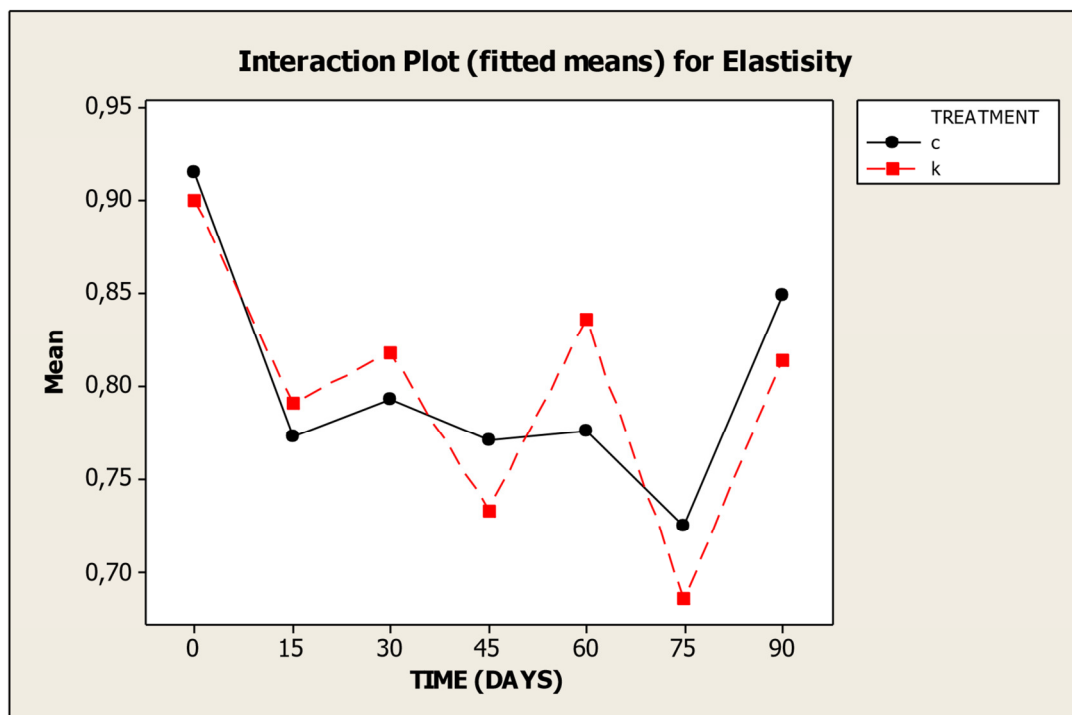
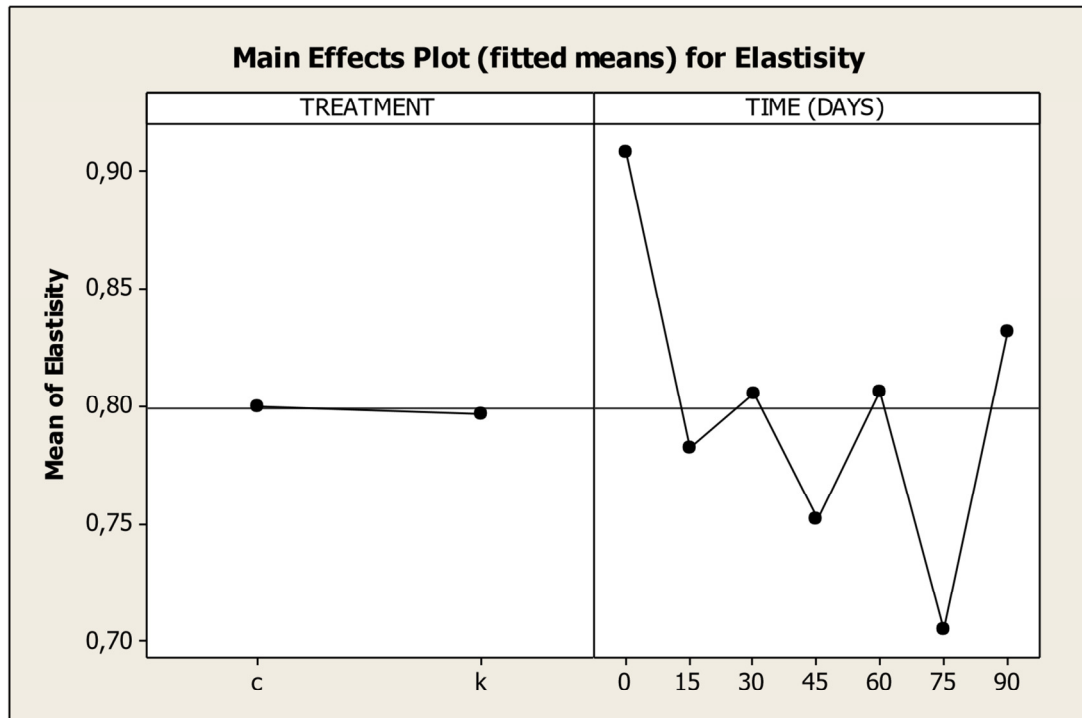


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10&11: Επίδραση χρόνου συντήρησης-υγρού καπνού στην σκληρότητα των μπιφτεκιών.



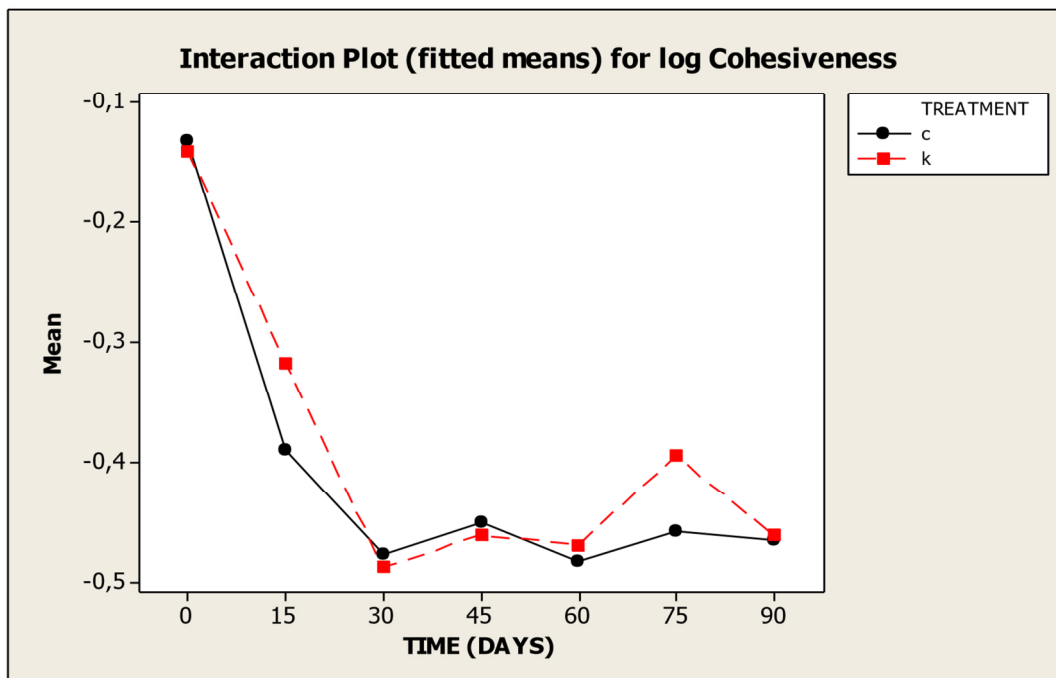
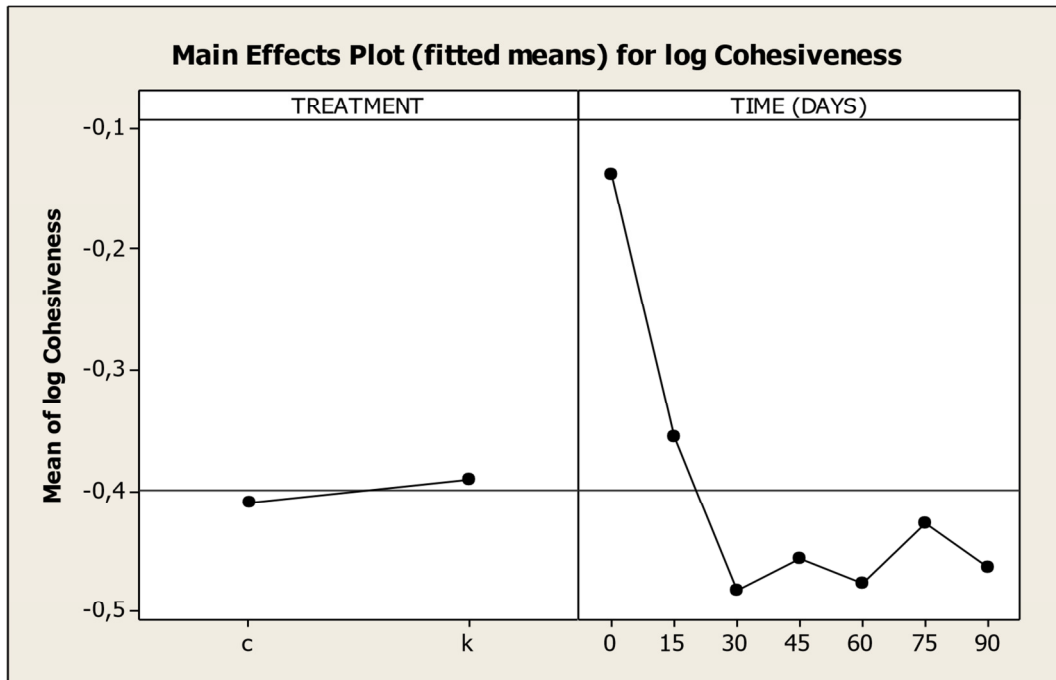
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12 & 13: Επίδραση χρόνου συντήρησης-υγρού καπνού στην ελαστικότητα των μπιφτεκιών.

Ανάλυση των πειραματικών δεδομένων των με GLM έδειξε ότι η επίδραση του χρόνου συντήρησης στην ελαστικότητα των μπιφτεκιών ήταν στατιστικά σημαντική ($P < 0.0001$; Διαγράμματα 14&15). Αντίθετα, η επίδραση του υγρού καπνού και η αλληλεπίδραση «χρόνος x υγρός καπνός» στην ελαστικότητα των μπιφτεκιών δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($P > 0,524$ Διαγράμματα 14&15).



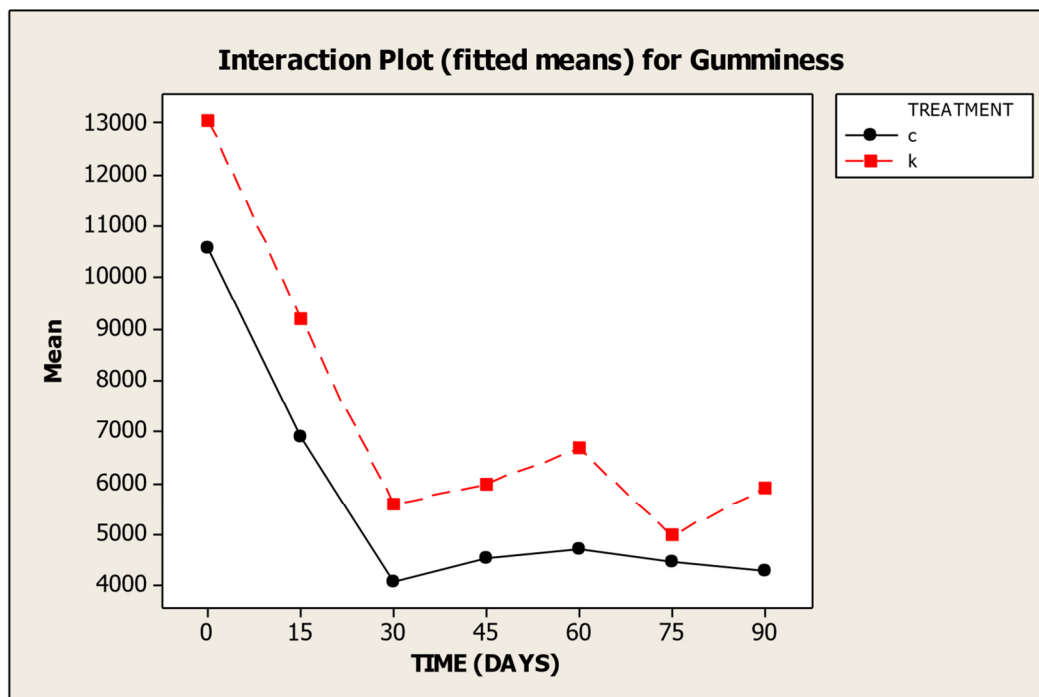
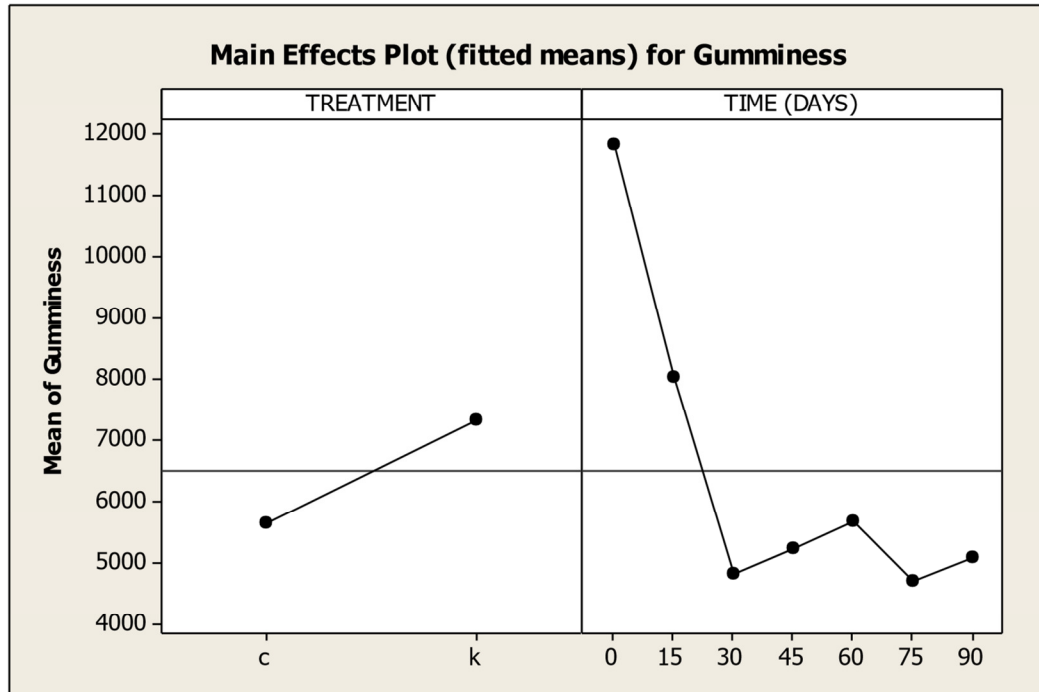
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14 & 15: Επίδραση χρόνου συντήρησης-υγρού καπνού στην ελαστικότητα των μπιφτεκιών

Ανάλυση των πειραματικών δεδομένων των με GLM έδειξε ότι η επίδραση του χρόνου συντήρησης, του υγρού καπνού και η αλληλεπίδραση «χρόνος x υγρός καπνός» στην συνεκτικότητα των μπιφτεκιών ήταν στατιστικά σημαντική ($P < 0.430$ Διαγράμματα 16&17).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16 & 17: Επίδραση χρόνου συντήρησης-υγρού καπνού στην συνεκτικότητα των μπιφτεκιών

Ανάλυση των πειραματικών δεδομένων των με GLM έδειξε ότι η επίδραση του χρόνου συντήρησης και του υγρού καπνού στην gumminess των μπιφτεκιών ήταν στατιστικά σημαντική ($P < 0.0001$; Διαγράμματα 18&19), όχι, όμως και η αλληλεπίδραση «χρόνος x υγρός καπνός» ($P = 0,490$; Διαγράμματα 18&19).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 18 & 19: Επίδραση χρόνου συντήρησης-υγρού καπνού στο πόσο κολλώδες έγιναν τα μπιφτεκία

Τα προαναφερόμενα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο υγρός καπνος επηρέασε ορισμένες από τις παραμέτρους υφής των μπιφτεκιών πέστροφας. Οι Gomez-Guillen, Montero, Hurtado και Borderias (2000) έδειξαν ότι το κρύο κάπνισμα προκαλεί σημαντική αύξηση στην δύναμη διάτμησης σολομού, ενώ οι Sigurgisladottir, Torrissen, Vallet και Hafsteinsson(2000) αναφέρουν ότι η απαιτούμενη δύναμη διάτμησης για τα καπνιστά φιλέτα σολομού είναι σημαντικά μεγαλύτερη από εκείνη που απαιτείται για τη διάτμηση μη επεξεργασμένων φιλέτων. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί από τους Birkeland, Rora, Skara και Bjerkeng (2004), που έδειξαν ότι η μέση σκληρότητα των καπνιστών φιλέτων σολομού είναι περίπου 2-3 φορές μεγαλύτερη από αυτή της πρώτης ύλης. Οι (Martinez, Salmerón, Guillén & Casas, 2007) χρησιμοποίησαν δυο διαφορετικά εκχύλισμα καπνού για την παραγωγή καπνιστού σολομού. Το πρώτο εκχύλισμα περιείχε μόνο φαινόλες και έδωσε υφή παρόμοια με αυτή των μαρτύρων. Το δεύτερο εκχύλισμα είχε όλες τις χημικές ουσίες του υγρού καπνού. Οι ερευνητές αυτοί έδειξαν ότι στα φιλέτα σολομού που είχαν καπνισθεί με το δεύτερο εκχύλισμα υγρού καπνού, η σκληρότητα, η συνοχή και η ευκαμψία ήταν υψηλότερες από ό, τι στους μάρτυρες και στα ψάρια που είχαν καπνισθεί με το πρώτο εκχύλισμα καπνού. Οι παράμετροι της υφής των προϊόντων κρέατος επηρεάζονται και από αλλαγές της επιφάνειάς τους, π.χ. από την αλληλεπίδραση συστατικών καπνού με πρωτεΐνες ή από απώλεια υγρασίας. Έτσι, οι αντιδράσεις μεταξύ καρβονύλιων και πρωτεϊνών προσδίδουν μεγαλύτερη σκληρότητα στα προϊόντα κρέατος που έχουν υποστεί επεξεργασία με καπνό (Toth, & Potthast, 1984). Επομένως, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης είναι σε αρμονία με τις προαναφερόμενες μελέτες και οι διαφορές μεταξύ των μαρτύρων και μπιφτεκιών, που περιείχαν υγρών καπνό, όσον αφορά παραμέτρους της υφής μπορεί να αποδοθούν στις αλληλεπιδράσεις χημικών ουσιών του καπνού και του μυός της πέστροφας.

4.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής δείχνουν ότι υγρός καπνός στα μπιφτεκία πέστροφας επηρέασε μόνο την υφή και το χρώμα τους και όχι την οξειδωση των λιπαρών ουσιών όπως μετρήθηκε από το TBA.Ο χρόνος συντήρησης στους -22° είναι ο βασικός παράγοντας ποιοτικής υποβάθμισης των μπιφτεκιών πέστροφας

BIBLIOGRAFIA

- Alçiçek, Z., Zencir, Ö., Çelik Çakiroğullari, G., & Atar, H. H. (2010). The Effect of Liquid Smoking of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) Fillets on Sensory, Meat Yield, Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) Content, and Chemical Changes. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 19(3-4), 264-273.
- Almenderes-Martinez, J.J., 1993. Procedure to Produce a Food Product Based on Fatty and Semi-Fatty Hamburger Type Fish Flesh. European Patent Application, (EPOS6848, 4A1).
- AOAC. (1997). AOAC Official Method 981.10 Crude Protein in Meat. In A. International (Ed.), *Official Methods of Analysis*, vol. Chapter 39 (pp. 7-8): AOAC International.
- Aubourg, S. P. (1999). Lipid damage detection during the frozen storage of an underutilized fish species. *Food Research International*, 32, 497-502.
- Aubourg, S. P., Pineiro, C., & Gonzalez, M. J. (2004). Quality loss related to acidity development during frozen storage of horse mackerel (*Trachurus trachurus*). *JAOCS*, 81(7), 671-678.
- Aubourg, S. P., Rey-Mansilla, M., & Sotelo, C. G. (1999). Differential lipid damage in various muscle zones of frozen hake (*Merluccius merluccius*). *Z Lebensm Unters Forsch A*, 208, 189-193.
- Aziz A. Fallah,^{1,2*} S. Siavash Saei-Dehkordi^{1,2} & Amin Nematollahi³ Comparative assessment of proximate composition, physicochemical parameters, fatty acid profile and mineral content in farmed and wild rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) *International Journal of Food Science and Technology* 2011, 46, 767–773
- Ben-girery, B., Sousa, J. M. V. B. D., Villa, T. G., & Velazquez, J. B.-. (1999). Chemical changes and visual appearance of albacore tuna as related to frozen storage. *Journal of Food Science*, 64(1).
- Birkeland, S., Rora, A. M., Skara, T., & Bjerkeng, B. (2004). Effects of cold smoking procedures and raw material characteristics on product yield and quality parameters of cold smoked Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fillets. *Food Research International*, 27, 273–286.

- Botta, J. R. (1995). *Evaluation of seafood freshness quality*. Cutten: VCH.
- Chatzikiyriakidou, K., & Katsanidis, E. (2012). Effect of Liquid Smoke Dipping and Packaging Method on the Keeping Quality of Raw and Cooked Chub Mackerel (*Scomber japonicus*) Fillets. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 21(5), 445-454.
- Dolan, L. C., Matulka, R. A., & Burdock, G. A. (2010). Naturally occurring food toxins. *Toxins*, 2, 2289–2332
- EPA (2008). Environmental Protection Agency. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. [http:// www.epa.gov/osw/hazard/wastemin/minimize/factshts/pahs.pdf](http://www.epa.gov/osw/hazard/wastemin/minimize/factshts/pahs.pdf)
- Gomez-Guillen, M. C., Montero, P., Hurtado, O., & Borderias, A. J.(2000).Biological characteristics affect the quality of farmed Atlantic salmon and smoked muscle. *Journal of Food Science*, 65, 53–60.
- Guillén, M. D., Sopelana, P., & Partearroyo, M. A. (2000). Polycyclic aromatic hydrocarbons in liquid smoke flavorings obtained from different types of wood. Effect of storage in polyethylene flasks on their concentrations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 5083–5087.
- Hoogenkamp, H.W., 1992. Hamburgers With Reduced Fat Content. Innovative Market. Friendly Application of Soy Protein Isolates in Meat Products. *Fleishwirtschaft*, 72 (UCM252416.pdf), 461-464,483.
- Kilinc, B., Cakli, S., & Tolasa, S. (2008). Quality changes of sardine (*sardina pilchardus*) patties during refrigerated storage. *Journal of Food Quality*, 31(3), 366-381.
- Kim, S. P., Kang, M. Y., Park, J. C., Nam, S. H., & Friedman, M. (2012). Rice hull smoke extract inactivates *Salmonella Typhimurium* in laboratory media and protects infected mice against mortality. *Journal of Food Science*, 71, M80–M85.
- Kim, S. P., Yang, J. Y., Kang, M. Y., Park, J. C., Nam, S. H., & Friedman, M. (2011). Composition of liquid rice hull smoke and anti-inflammatory effects in mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 4570–4581.
- Lâtif, T., Duygu, K. Ş. Ç., & Berna, K. (2003). Quality changes of fish burger from rainbow trout during refrigerated storage. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 20(12), 147 - 154.

- 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. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11(18), 33273333.
- Makri, M., & Douvi, X. (2014). Quality Evaluation of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) Patties Formulated with Corn Flour. *British Journal of Applied Science & Technology*, 4(19).
- Martinez, O., Salmerón, J., Guillén, M. D., & Casas, C. (2007). Textural and physicochemical changes in salmon (*Salmo salar*) treated with commercial liquid smoke flavourings. *Food Chemistry*, 100(2), 498-503.
- Namulema, A., Muyonga, J. H., & Kaaya, A. N. (1999). Quality deterioration in frozen Nile perch (*Lates niloticus*) stored at - 13 and -27°C. *Food Research International*, 32, 151-156.
- Ramakrishnan, S., & Moeller, P. (2002). Liquid smoke: Product of hardwood pyrolysis. *Fuel Chemistry Division Preprints*, 47, 366–367.
- Sigurgisladottir, S., Sigurdardottir, M. S., Torrissen, O., Vallet, J. L., & Hafsteinsson, H. (2000). Effects of different salting and smoking processes on the microstructure, the texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. *Food Research International*, 33, 847–885.
- Simeonidou, S., Govaris, A., & Vareltsis, K. (1997). Effect of frozen storage on the quality of whole fish and fillets of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) and mediterranean hake (*Merluccius mediterraneus*). *Z Lebensm Unters Forsch A*, 204, 405-410.
- Simko, P. (2005). Factors affecting elimination of polycyclic aromatic hydrocarbons from smoked meat foods and liquid smoke flavorings. *Molecular Nutrition & Food Research*, 49, 637-647
- Siskos, I., Zotos, A., & Taylor, K. D. A. (2005). The effect of drying, pressure and processing time on the quality of liquid-smoked trout (*Salmo gairdnerii*) fillets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(12), 2054-2060.
- Stodolnik, L., Stawicka, A., Szczepanik, G., & Aubourg, S. (2005). Racidity inhibition study in frozen whole mackerel (*Scomber scombrous*) following flaxseed (*Linum usitatissimum*) extract treatment. *Grasas y Aceites*, 56(3), 198- 204.

- Yu, D., Regenstein, J. M., & Xia, W. (2018). Bio-based edible coatings for the preservation of fishery products: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-46.
- Van Loo, E. J., Babu, D., Crandall, P. G., & Ricke, S. C. (2012). Screening of commercial and pecan shell-extracted liquid smoke agents as natural antimicrobials against foodborne pathogens. *Journal of Food Protection*, 75, 1148–1152.
- Toth, L., & Potthast, K. (1984). Chemical aspects of the smoking of meat and meat products. *Advances in Food Research*, 29, 87–158.
- Zuraida, I., Sukarno, & Budijanto, S. (2011). Antibacterial activity of coconut shell liquid smoke (CS-LS) and its application on fish ball preservation. *International Food Research Journal*, 18, 405–410.