



ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μέση σύσταση(ξηρή ουσία, ολικό άζωτο, τέφρα) και κατανομή
λιπαρών οξέων σε 40-50 δείγματα από σφάγια βουβάλων
προερχόμενα από το μήκιστοθωρακοσφυϊκό μυ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: Σκαρλής Χαράλαμπος

ΕΠΙΒΛΕΨΗ: Πετρίδης Δημήτριος

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2015

Μέση σύσταση (ξηρή ουσία, λίπος, ολικό άζωτο, τέφρα) και κατανομή λιπαρών οξέων σε 40-50 δείγματα από σφάγια βουβάλων προερχόμενα από το μήκιστο θωρακοσφυϊκό μυ

Σκαρλής Χαράλαμπος

Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης Τμήμα
Τεχνολογίας Τροφίμων, 57400 Θεσσαλονίκη Τ.Θ. 141

Υποβολή Πτυχιακής διατριβής που αποτελεί μέρος των απαιτήσεων για την απονομή του Πτυχίου του Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων του ΤΕΙ Θεσσαλονίκης.

Ημερομηνία:2015

Μέση σύσταση(ξηρή ουσία, λίπος, ολικό άζωτο, τέφρα) και κατανομή λιπαρών οξέων σε 40-50 δείγματα από σφάγια βουβάλων προερχόμενα από το μήκιστοθωρακοσφυϊκό μυ

Σκαρλής Χαράλαμπος

Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης

Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, 57400 Θεσσαλονίκη Τ.Θ. 141

Περίληψη

Πραγματοποιήθηκε η μελέτη της μέσης σύστασης(υγρασία, λίπος, πρωτεΐνη και τέφρα) και η κατανομή των λιπαρών οξέων 47 βουβαλιών(*bubalus bubalis*) από τα οποία τα 20 είναι θηλυκά και τα 27 αρσενικά.

Η περιεχόμενη υγρασία κυμάνθηκε από 70 έως 76%, οι πρωτεΐνες από 19 έως 24%, το λίπος από 0,36 έως 4,36% και η τέφρα από 0,78 έως 1,18%. Η ανάλυση των κύριων συνιστωσών έδειξε ότι η αύξηση της περιεχόμενης υγρασίας οδηγεί σε μείωση είτε του περιεχόμενου λίπους ή των πρωτεϊνών, ενώ η περιεκτικότητα σε τέφρα έδειξε ότι επηρεάζεται από υγρασία. Από τα λιπαρά οξέα κυριότερα ήταν το ελαϊκό οξύ το οποίο κυμάνθηκε από 30,26 έως 44,12%, το παλμιτικό οξύ με διακύμανση από 21,1 έως 30,73% και το στεατικό από 14,87 έως 27,04%. Διαπιστώνεται έτσι σημαντική διακύμανση στα κύρια λιπαρά οξέα στο κρέας του βουβάλου.

Από τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, το λινελαϊκό οξύ ήταν το κύριο το οποίο κυμάνθηκε από 1,51 έως 10,03%, ενώ τα συζυγή του λινελαϊκού οξέος (Conjugated Linoleic Acids, CLA) (C18:2 9cis 11trans και C18:2 10cis 12trans) από 0,25 έως 1,65%. Το λινολενικό οξύ κυμάνθηκε από 0,08 έως 1,54% και το αραχιδονικό οξύ από 0,27-6,7%. Σύμφωνα με την ανάλυση των κύριων συνιστωσών η αύξηση του περιεχόμενου λίπους ακολουθείται από αύξηση του στεατικού οξέος και μείωση του αραχιδονικού και των CLA. Το ελαϊκό και το λινολενικό οξύ δεν επηρεάζονται από την περιεκτικότητα σε λίπος, ωστόσο φαίνεται να επηρεάζουν το ένα το άλλο καθώς η αύξηση του ελαϊκού οξέος ακολουθείται από αύξηση του λινολενικού οξέος. Είναι επίσης φανερό από την ανάλυση ότι το αραχιδονικό οξύ και τα CLA είναι τα χαρακτηριστικά λιπαρά οξέα των αρσενικών βουβάλων παρουσιάζοντας τις υψηλότερες τιμές.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	2
2.1 ΚΡΕΑΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ	6
2.1.1 Υγρασία	7
2.1.2 Πρωτεΐνες	4
2.1.3 Ανόργανες ουσίες (τέφρα)	9
2.1.4 Λιπαρές ύλες	10
2.1.5 Λιπαρά οξέα	11
2.1.5.1 Διατροφική σημασία του λίπους	7
2.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ	8
2.2.1 Είδος κρέατος	8
2.2.2 Φύλο	9
2.2.3 Βάρος και ηλικία	9
2.2.4 Διατροφή ζώου	9
2.3 ΈΛΕΓΧΟΣ ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΜΕΝΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ	11
2.3.1 Έλεγχος μεταβολών υγρασίας	11
2.3.2 Έλεγχος της τέφρας	12
2.3.3 Έλεγχος πρωτεϊνικών μεταβολών	12
2.3.4 Έλεγχος μεταβολών λιπαρών υλών	14
2.3.5 Έλεγχος κατανομής λιπαρών οξέων	14
3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	16
4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	17
4.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ	17
4.1.1 Κρέας	17
4.1.2 Αντιδραστήρια	17
4.1.3 Όργανα	17
4.2 ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	18
4.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	18
4.3.1 Προσδιορισμός υγρασίας	18
4.3.2 Προσδιορισμός λίπους	19
4.3.3 Προσδιορισμός ολικών πρωτεϊνών	20
4.3.4 Προσδιορισμός τέφρας	21
4.3.5 Προσδιορισμός μεθυλεστέρων λιπαρών οξέων (FAME)	22
4.3.6 Στατιστική ανάλυση	23
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	24
5.1 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΜΕΣΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΡΕΑΤΩΝ	24
5.1.1 Μέση σύσταση βουβάλων	24
5.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ	26
5.2.1 Αλληλεπιδράσεις λίπους και κυριότερων λιπαρών οξέων μέσω της ανάλυσης των κύριων συνιστωσών	29

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 31

Βιβλιογραφία.....31

Error! Bookmark not defined.

1. Εισαγωγή

Το βουβαλίσιο κρέας και τα προϊόντα του αποτελούν σημαντικές πηγές πρωτεϊνών, λίπους, ανόργανων αλάτων και άλλων θρεπτικών ουσιών και τα τελευταία χρόνια έχουν κερδίσει έδαφος τόσο στις εξαγωγές όσο και στις εγχώριες αγορές αυξάνοντας το ενδιαφέρον για εκτροφή του είδους (Zotos&Bampidis, 2013).Οι καταναλωτικές απαιτήσεις για υψηλότερης ποιότητας κρέας, με μειωμένη περιεκτικότητα σε λίπος, χοληστερόλη, χλωριούχο νάτριο καθώς και βελτιωμένη κατανομή λιπαρών οξέων αυξάνονται παγκοσμίως με ταχείς ρυθμούς (Biesalski et al., 2005).

Η ποιότητα η οποία αξιολογείται από την χημική σύσταση είναι από τις σημαντικότερες παραμέτρους ώστε το κρέας να είναι αποδεκτό. Επηρεάζεται από τον τρόπο εκτροφής, το μέγεθος του ζώου καθώς και την ηλικία (Lawrie, 1985).Από τους προαναφερθέντες παράγοντες ο τρόπος εκτροφής των ζώων είναι ιδιαίτερα σημαντικός λόγω της ρυθμιστικής δράσης του στις βιολογικές διεργασίες των μυών, οι οποίες οδηγούν σε διαφοροποιήσεις στην ποιότητα του κρέατος (Andersen et al., 2005).

Τα λιπαρά οξέα είναι το σημαντικότερο κλάσμα των λιπαρών υλών του κρέατος.Το λίπος και τα λιπαρά οξέα, είτε στο λιπώδη ιστό είτε στους μύς, συμβάλλουν σημαντικά στην ποιότητα του κρέατος και έχουν μεγάλη σημασία για τη θρεπτική του αξία (Webb et al., 1994).

Ο σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης του φύλου των βουβάλων, στη μέση σύσταση του κρέατος (υγρασία, τέφρα, λίπος, πρωτεΐνες) και στην κατανομή των λιπαρών του οξέων.

2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1 Κρέας και χημική σύσταση του

Το κρέας συνεχίζει να είναι μια σημαντική ομάδα τροφίμων στην διατροφή πολλών καταναλωτών, ιδιαίτερα στον ανεπτυγμένο κόσμο (Delgado et al., 2003). Οι δίαιτες των αστικοποιημένων πληθυσμών χαρακτηρίζονται από υψηλή ποσότητα κρέατος και άλλων ζωικών προϊόντων, σε σχέση με τις δίαιτες αγροτικών περιοχών (WHO, 2003). Το κρέας περιλαμβάνει κατά προσέγγιση το 10-20% της ενεργειακής πρόσληψης, στις περισσότερες χώρες που καταναλώνουν κρέας (FAO, 2002). Η γεύση του κρέατος είναι αποτέλεσμα μιας σύνθετης αλληλεπίδρασης από πρόδρομες ουσίες που προέρχονται από τα άπαχα και λιπαρά συστατικά. Οι λιπαρές ύλες παρέχουν πτητικές ουσίες οι οποίες συμβάλλουν στο άρωμα του κρέατος. Η θρεπτική αξία του κρέατος επηρεάζεται, αρχικά, από τη χημική του σύσταση, η οποία επηρεάζει με τη σειρά της τα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά. Η χημική του σύσταση αναφέρεται κυρίως στο νερό, στις πρωτεΐνες και στο λίπος και δευτερευόντως στους υδατάνθρακες, στα ιχνοστοιχεία και στις βιταμίνες. Επηρεάζεται από παράγοντες όπως το είδος του ζώου, το φύλο, η ηλικία, η θέση του μύος κ.α. (Mottram, 1991).

Οι εδώδιμοι ζωικοί ιστοί των σφαγίων ορίζονται ως «κρέας» και αποτελούνται από μεταβλητές ποσότητες μύος, λιπώδους ιστού, συνδετικού ιστού, αίματος, αιμοφόρων αγγείων, λεμφικών ιστών, νευρικών ιστών, τενόντων, χόνδρων και οστών (τα τρία τελευταία τυπικά αφαιρούνται πριν την κατανάλωση). Οι ιστοί του κρέατος αποτελούνται από πέντε βασικά χημικά συστατικά: υγρασία, πρωτεΐνες, λίπος, υδατάνθρακες και ανόργανη ύλη (τέφρα). Άλλα συστατικά περιλαμβάνουν μη-πρωτεϊνικές ουσίες αζώτου (π.χ. νουκλεοτίδια, πεπτιδία, κρεατίνη, φωσφορική κρεατίνη, ουρία, ινοσίνη, μονοφωσφορική, νικοτινική, αδενο-δινουκλεοτίδιο) και μη-αζωτούχες ουσίες (π.χ.

βιταμίνες, γλυκολυτικά ενδιάμεσα προϊόντα, οργανικά οξέα). Ο μυϊκός ιστός αποτελείται από περίπου 75% νερό, 19% πρωτεΐνες, 2,5% λιπαρές ύλες, 1,5% μη-πρωτεϊνικές αζωτούχες ενώσεις, 1% υδατάνθρακες και 1% ανόργανη ύλη. Τα κύρια χημικά συστατικά (νερό, πρωτεΐνες και λίπος) διαφέρουν από ιστό σε ιστό και εξαρτώνται από το είδος και την ηλικία του ζώου, την ανατομική θέση του ιστού, την συνύπαρξη του δέρματος και των οστών και των προστιθέμενων μη-συστατικών κρέατος όπως αλάτι, αλκαλικά φωσφορικά, σάκχαρα και καρυκεύματα. Έντεκα (11) κύρια ανόργανα στοιχεία αποτελούν το 99% των συνολικών στοιχείων του σώματος των ζώων, ενώ 25 απαραίτητα και μη απαραίτητα ιχνοστοιχεία είναι επίσης παρόντα στους ιστούς. Τα πιο σημαντικά στοιχεία είναι: οξυγόνο 65%, άνθρακας 18%, υδρογόνο 10%, άζωτο 3%, ασβέστιο 1,5%, φώσφορος 1,0%, κάλιο 0,35%, θείο 0,25%, νάτριο 0,15%, χλώριο 0,15% και μαγνήσιο 0,05%. Βασικά ανόργανα στοιχεία που απαιτούνται για τις φυσιολογικές μεταβολικές λειτουργίες των ζώων είναι το κοβάλτιο, ο χαλκός, το ιώδιο, ο σίδηρος, το μαγγάνιο, το μολυβδαίνιο, το σελήνιο και ο ψευδάργυρος (Keeton & Eddy, 2004).

2.1.1 Υγρασία

Στους ζωντανούς ιστούς των μυών το νερό μπορεί να κυμαίνεται από 65% έως 80% της συνολικής μάζας και χρησιμεύει ως ένα βασικό συστατικό του κυτταρικού και οργανικού μεταβολισμού, ως μέσο μεταφοράς μεταβολιτών, αποβλήτων, ως ρυθμιστής θερμοκρασίας, ως διαλύτης και ως λιπαντικό μέσο. Έτσι το νερό περιλαμβάνει ένα σημαντικό μέρος του σαρκοπλάσματος των μυών και δομικών πρωτεϊνών. Οι μυϊκές ίνες αποτελούν το 75-92% του όγκου της μυϊκής μάζας και είναι σημαντικός ο ρόλος του στην ικανότητα συγκράτησης νερού (WHC) του ιστού. Το ιοντικό περιβάλλον (pH), η διαθεσιμότητα σε κατάλληλα κατιόντα και ανιόντα και ο βαθμός συστολής της δομικών πρωτεϊνών είναι οι πρωταρχικοί παράγοντες που

επηρεάζουν την κατακράτησή της την απώλεια νερού από τους μυϊκούς ιστούς (Keeton & Eddy, 2004).

2.1.2 Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες του κρέατος χρησιμεύουν ως σημαντική πηγή ενέργειας και απαραίτητων αμινοξέων για τον ανθρώπινο οργανισμό. Η διατροφική ποιότητα του κρέατος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την απορρόφηση των πρωτεϊνών, επειδή για να διαπεράσουν το τοίχωμα του λεπτού εντέρου και να εισέλθουν στην κυκλοφορία του αίματος οι πρωτεΐνες πρέπει να υδρολυθούν σε μικρά πεπτίδια και αμινοξέα (Morzeletal., 2006). Οι πρωτεΐνες αποτελούν το 16-22% των σκελετικών μυών και αποτελούνται από 20 αμινοξέα που συνδέονται μέσω πεπτιδικών δεσμών. Οι πρωτεΐνες γενικά κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη λειτουργία τους: δομικές (μυϊκές, συσταλτές, μυοϊνδικές), σαρκοπλασματικές (μεταβολικές) ή στρωματικές (συνδετικού ιστού). Οι μυοϊνδικές πρωτεΐνες περιλαμβάνουν περίπου το 11.5% του συνόλου 19% και εκχυλίζονται σε διάλυμα $KCl \geq 3 \text{ mol L}^{-1}$. Τέτοιες πρωτεΐνες είναι η μυοσίνη (43%), η ακτίνη (22%), η τιπίνη (8%), η τροπομυοσίνη (5%), η τροπονίνη (5%), η νεβουλίνη (3%), η πρωτεΐνη C (2%), η α-ακτινίνη (2%), η πρωτεΐνη M (2%) και η δεσμίνη (<1%) οι οποίες αντιπροσωπεύουν το ~93% των 20 διαφορετικών συστατικών πρωτεϊνών. Η ακτίνη και η μυοσίνη συναντώνται σε ποσοστά της τάξης των 22% και 43%, αντίστοιχα, ή το 65% του συνόλου των συστατικών πρωτεϊνών. Η μυοσίνη και η ακτίνη κατά τη διάρκεια της νεκρικής ακαμψίας σχηματίζουν την ακτομυοσίνη και είναι οι πιο σημαντικές πρωτεΐνες που επηρεάζουν την ικανότητα συγκράτησης νερού του μυϊκού ιστού, το σχηματισμό πηκτής και την ικανότητα σταθερότητας γαλακτωμάτων. Οι σαρκοπλασματικές, ή υδατοδιαλυτές, πρωτεΐνες υπολογίζονται περίπου στο 5,5% της συνολικών πρωτεϊνών (19%). Οι πρωτεΐνες αυτές που βρίσκονται στο σαρκόπλασμα (υγρό που περιβάλλει τις μυϊκές

ίνες)αποτελούνταικυρίως απόοξειδωτικά ένζυμα(κυτοχρώματα,νουκλεοτίδιαφλαβίνης), και νουκλεοπρωτεΐνες (Romansetal., 2001).Η μυσφαιρίνηείναι η κύρια χρωστική πρωτεΐνη του κρέατος δίνοντας το χαρακτηριστικό χρώμα στους ιστούς των μυών. Ως εκ τούτου το χρώμα του κρέατοςξεαρτάταιαπό τησυγκέντρωσητηςμυσφαιρίνης και την έκταση οξειδωσής της. Η στρωματικέςήπρωτεΐνες του συνδετικού ιστούπεριλαμβάνουν περίπου το 2,0% του συνόλου των πρωτεϊνών(19%) και είναιαδιάλυτες. Ο συνδετικόςιστόςαποτελείται από έναπαχύρρευστο στρώμαγλυκοπρωτεΐνης (πρωτεογλυκάνες) μεενσωματωμένεςεξωκυτταρικές ίνεςκολλαγόνουκαι ελαστίνης. Το κολλαγόνοείναι ένα μοναδικό μόριοτριπλής έλικαςκαιείναι η πλέον άφθονηπρωτεΐνη του ζώου αφούαποτελεί το 20-25%του συνόλου των πρωτεϊνών του συνδετικού ιστού.Η ελαστίνη είναιμια ελαστικήπρωτεΐνη μεβ πτυχωτή διάταξη και συναντάται στουςσυνδέσμους,στα αρτηριακάτοιχώματα και στα μέσα στήριξης των οργάνων (Romansetal.,2001)

2.1.3 Ανόργανες ουσίες (τέφρα)

Περίπου το 3,5% του συνολικού βάρους του σώματος των ζώων αποτελείται από ανόργανη ύλη. Τα ανόργανα άλατα συναντώνται με τη μορφή οξειδίων,θειικών, φωσφορικών, νιτρικών, χλωριούχων και άλλων αλογονιδίων. Τα οστά είναι σημαντικότερα συστατικά των σφαγίων και περιέχουν κυρίως ασβέστιο και φώσφορο. Ο μυϊκός ιστός περιέχει ασβέστιο ($3-6 \text{ mg g}^{-1}$), κάλιο ($250-400 \text{ mg g}^{-1}$), φώσφορο ($167-216 \text{ mg g}^{-1}$), νάτριο ($55-94 \text{ mg g}^{-1}$), μαγνήσιο ($22 \text{ έως } 29 \text{ mg g}^{-1}$), ψευδάργυρο ($1-5 \text{ mg g}^{-1}$), σίδηρο ($1-3 \text{ mg g}^{-1}$) και χαλκό ($0,13-0,5 \text{ mg g}^{-1}$). Ο σίδηρος της αίμας του κρέατος είναι σημαντικά αφομοιώσιμος από τον ανθρώπινο οργανισμό και αποτελεί το 40-60% του ολικού σιδήρου. Το ασβέστιο, το μαγνήσιο, το νάτριο και το κάλιο είναι

άμεσα συνδεδεμένα με τη σύσπαση των μυών των ζώων, ενώ το μαγνήσιο και το ασβέστιο συμβάλλουν στην μυϊκή σύσπαση μετά θάνατον. Το θείο ($2,5 \text{ mg g}^{-1}$) ανιχνεύεται σε θειούχα αμινοξέα που συνθέτουν τις πρωτεΐνες, ενώ το χλώριο ($0,65 \text{ mg g}^{-1}$) είναι συναντάται κυρίως στους μαλακούς ιστούς και στα ενδοκυτταρικά υγρά. Ο σίδηρος, ο χαλκός, ο ψευδάργυρος, το ιώδιο, το μαγγάνιο, το μολυβδαίνιο, το κοβάλτιο και το σελήνιο είναι απαραίτητα χημικά στοιχεία της ανθρώπινης διατροφής, ενώ το βάριο, το βρώμιο, το κάδμιο, το χρώμιο και το φθόριο είναι μικροστοιχεία των ιστών του κρέατος με συγκεκριμένες λειτουργίες (Keeton & Eddy, 2004).

2.1.4 Λιπαρές ύλες

Για το σύγχρονο καταναλωτή, η γεύση και η θρεπτική αξία του κρέατος είναι δύο σημαντικά χαρακτηριστικά της ποιότητας του κρέατος. Η τάση είναι να εστιάζει στην παραγωγή του εδωδιμού άπαχου κρέατος με ελάχιστη περιεκτικότητα σε λίπος (Forrest et al., 1975), αλλά το γεγονός παραμένει ότι το λίπος στο κρέας συμβάλλει σημαντικά στην ποιότητα του κρέατος (Webb, 2006; Wood, 1990). Είναι επίσης ευρέως αποδεκτό ότι η ποσότητα και ο τύπος του λίπους στο κρέας επηρεάζουν δύο σημαντικές συνιστώσες της ποιότητας του κρέατος, την τρυφερότητα και τη γεύση (Wood et al., 1999). Το λίπος πιθανώς αυξάνει τον κίνδυνο του ορθοκολικού καρκίνου και για τους περισσότερους καταναλωτές, το λίπος είναι ένα δημοφιλές συστατικό του κρέατος, ωστόσο αποτελεί το συστατικό του κρέατος που μπορεί να χαρακτηριστεί ως ανθυγιεινό (Laaksonen et al., 2007).

Κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα έγινε σημαντική πρόοδος όσον αφορά την κατανόηση της δομής των λιπαρών υλών και της λειτουργίας τους (McNamara et al., 2006). Ο λιπώδης ιστός των ζώων (λίπος) αποτελείται κυρίως από δύο είδη λιπίδια (επίσης γνωστά ως τριγλυκερίδια) και

φωσφολιπίδια που συλλογικά κυμαίνονται από 1,5% έως 13% στο μυϊκό ιστό. Άλλες λιπαρές ύλες που συναντώνται στο κρέας είναι οι στερόλες, οι εστέρες της στερόλης (χοληστερόλη και παράγωγα χοληστερόλης) και οι κερεβροζίτες. Διάφορες μορφές λιπαρών υλών χρησιμοποιούνται ως πηγή ενέργειας από τα κύτταρα, ως δομικά τους συστατικά των κυττάρων και ως λειτουργικά συστατικά των κυτταρικών τοιχωμάτων, επίσης ως μονωτικά και προστατευτικά συστατικά ζωτικών οργάνων και ως διαλυτικά μέσα ορισμένων ορμονών και βιταμινών (A, D, E, K). Τα λίπη μπορούν να μεταβολιστούν για να αποδώσουν 2,25 φορές περισσότερη ενέργεια από τους υδατάνθρακες ή τις πρωτεΐνες και έτσι αποτελούν υψηλής ενεργειακής απόδοσης θρεπτικά συστατικά (Campbell, 1995). Τα τριγλυκερίδια, οποία είναι ουδέτερες λιπαρές ύλες (IUPAC, 1978), σχηματίζονται από τρία λιπαρά οξέα που συνδέονται με ένα μόριο γλυκερόλης (Campbell, 1995). Τα φωσφολιπίδια είναι λιπαρές ύλες που περιέχουν φωσφορικό οξύ ως μονο- ή διεστέρα και αποτελούν κύρια δομική μονάδα των κυτταρικών μεμβρανών. Η περιεκτικότητα των φωσφολιπιδίων στον σκελετικό μυ είναι της τάξης του 0,5-1% των λιπαρών υλών (IUPAC, 1978).

2.1.5 Λιπαρά οξέα

Τα λιπαρά οξέα χαρακτηρίζονται ως κορεσμένα (δεν περιέχουν διπλούς δεσμούς μεταξύ των ατόμων άνθρακα) μονοακόρεστα (που περιέχουν ένα διπλό δεσμό μεταξύ δύο ατόμων άνθρακα) και πολυακόρεστα (που περιέχουν δύο ή περισσότερους διπλούς δεσμούς στην ανθρακική αλυσίδα). Στο κρέας το λίπος περιλαμβάνει κυρίως μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (MUFAs) και κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFAs). Τα πιο συνηθισμένα λιπαρά οξέα είναι το ελαϊκό (C18:1ω-9), το παλμιτικό (C16:0), και το στεατικό (C18:0). Τα πουλερικά και τα χοιρινά κρέατα περιέχουν περισσότερα ακόρεστα λιπαρά οξέα (10-15% του συνόλου των λιπαρών οξέων) από το βοδινό και το αρνίσιο κρέας. Το λιγνελικό οξύ (C18:2ω-6) πρόδρομος της σειράς ω-6 λιπαρών οξέων κυμαίνεται από 0,5

έως 7%, ενώ το α-λινολενικό οξύ πρόδρομος της σειράς ω-3 λιπαρών οξέων προσεγγίζει το 0,5% στο κρέας πουλερικών και τα χοιρινών.

Τα κορεσμένα λιπαρά οξέα οδηγούν σε αύξηση των χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεϊνικών ενώσεων χαμηλής πυκνότητας (LDL). Τα κύρια λιπαρά οξέα που επιδρούν στην αύξηση της LDL είναι το μυριστικό και το παλμιτικό και το στεατικό οξύ (Katan et al., 1994)

Τα συζυγή του λινολεϊκού οξέος (CLA) παρουσιάζουν σημαντική αντικαρκινογόνο δράση. Είναι μια ομάδα των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων που ανιχνεύεται κυρίως στα μηρυκαστικά και πιστεύεται ότι έχει ευεργετική δράση στην υγεία του καταναλωτή (Belury, 2002). Εκτός από τα λιπαρά οξέα, η χοληστερόλη είναι ένα σημαντικό συστατικό των κρεάτων. Η περιεκτικότητα σε χοληστερόλη των κρεάτων κυμαίνεται μεταξύ 30 και 120 mg/100 g βάρους υλής. Η περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα του κρέατος ποικίλει και εξαρτάται κυρίως από το είδος και την εκτροφή. Σε γενικές γραμμές, το ελαϊκό οξύ (C18:1ω-9) είναι το πλέον άφθονο λιπαρό οξύ (20-47%) στη σάρκα των βοοειδών, αρνιών, και χοίρων ενώ το παλμιτικό (C16:0) είναι το πλέον άφθονο (26%) στα πουλερικά.

2.1.5.1 Διατροφική σημασία του λίπους

Η πρόσληψη λίπους μέσω της διατροφής είναι πολύ σημαντική για την υγεία του κοινού καθώς συνδέεται με περιστατικά αθηροσκλήρωσης και στεφανιαίων νόσων λόγω της κατανάλωσης τροφών που περιέχουν κορεσμένα λίπη με αποτέλεσμα την αύξηση της χοληστερίνης στο αίμα (Zotos & Bampidis 2013). Ακόμη και σε βρέφη η πρόσληψη περισσότερων πολυακόρεστων λιπαρών οξέων και λιγότερων κορεσμένων οδηγεί σε μείωση της ολικής χοληστερόλης (Ohlund et al., 2007). Συνιστάται ότι η συνολική πρόσληψη λιπών θα πρέπει να είναι στο 30% της συνολικής ενεργειακής πρόσληψης (Enser et al., 1996). Έχει ανακοινωθεί ότι ο τύπος των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων είναι ιδιαίτερα σημαντικός στην ανθρώπινη διατροφή. Έτσι διαπιστώθηκε ότι ο λόγος ω-6/ω-3 είναι επίσης

σημαντικός παράγοντας κινδύνου στεφανιαίων καρδιακών παθήσεων, θρόμβων αίματος και εμφάνισης μορφών καρκίνων (Wood et al., 2003). Προτάθηκε ότι όσο χαμηλότερος ο λόγος ω-6/ω-3 τόσο χαμηλότερες οι πιθανότητες εμφάνισης των παραπάνω ασθενειών, επιπλέον αύξηση των ω-3 λιπαρών οξέων οδηγεί σε θεραπευτικές ιδιότητες των λιπαρών οξέων (Sirtori & Galli, 2002).

2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την σύσταση του κρέατος

Πολλαπλοί παράγοντες που αλληλεπιδρούν, όπως το είδος, η φυλή, ο γονότυπος, η εκτροφή, η σφαγή και οι συνθήκες αποθήκευσης επηρεάζουν την ποιότητα του κρέατος. Μεταξύ αυτών, η εκτροφή των ζώων είναι ιδιαίτερα σημαντική, λόγω της επίδρασης που έχει στις βιολογικές διεργασίες των μυών οι οποίες συμβάλουν στην ποιότητα του κρέατος. Η ποιότητα του κρέατος και η αποδοχή του προσδιορίζεται από τις φυσικοχημικές του ιδιότητες και ιδιαίτερα από το χρώμα και την σύνθεση του λίπους. Η ενδομυϊκή περιεκτικότητα σε λιπαρές ύλες και η σύνθεση των λιπαρών οξέων επηρεάζουν την θρεπτική αξία και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κρέατος (Renner, 1982).

2.2.1 Είδος κρέατος

Το είδος του κρέατος είναι ένας σημαντικός παράγοντας διαφοροποίησης της ποιότητας του, καθώς το κρέας από κάθε είδος έχει ταδικά του ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι περισσότερο ευδιάκριτα μεταξύ του κόκκινου (βοδινό κρέας, αρνίσιο, χοιρινό κ.λπ.) και του άσπρου κρέατος (μόσχος, κοτόπουλο κ.λπ.). Το βουβαλίσιο κρέας έχει πολύ καλή διατροφική ποιότητα λόγω των πρωτεϊνών, είναι πλούσιο σε βιταμίνες και σίδηρο και περιέχει τα λιπαρά οξέα τα οποία είναι απαραίτητα για τον ανθρώπινο οργανισμό (Pewsey, 1998).

2.2.2 Φύλο

Οι διαφορές μεταξύ των φύλων στην ποιότητα του κρέατος δεν είναι γενικά πολύ σημαντικές. Κατά συνέπεια, δεν φαίνονται να υπάρχουν διαφορές μεταξύ των αρσενικών και των θηλυκών βουβαλιών παρά μόνο στην υγρασία και τις πρωτεΐνες που παρουσιάζουν μια αύξηση (Kandeeperanetal., 2009).

2.2.3 Βάρος και ηλικία

Οι δύο αυτοί παράγοντες συνήθως μελετώνται μαζί επειδή το μεγαλύτερο βάρος σχετίζεται με τη μεγαλύτερη ηλικία. Καθώς η ηλικία αυξάνεται παρατηρείται μείωση της υγρασίας και αύξηση του λίπους χωρίς όμως οι διαφορές να είναι μεγάλες (Lawrie, 1998). Όσον αφορά την ποιότητα του κρέατος, η κατάσταση δεν είναι τόσο σαφής. Γενικά, πιστεύεται ότι η ποιότητα μεταβάλλεται ελάχιστα με την ηλικία (Jaimeetal., 1992), αν και έχει παρατηρηθεί μια τάση για αύξηση του Ηόσο αυξάνεται το βάρος σφαγής, ενδεχομένως λόγω μεγαλύτερης ευαισθησίας των ηλικιωμένων ζώων στην πίεση. Οι ουσίες του χρώματος γενικά επηρεάζονται από το βάρος των σφαγίων, με μια τάση να γίνονται σκοτεινότερες με την αύξηση του βάρους. Ωστόσο, η μεταβολή του χρώματος μπορεί να μην είναι σταθερή και σε ορισμένες ηλικίες το χρώμα μπορεί να μείνει σταθερό ή να μεταβληθεί με μεγαλύτερη ταχύτητα από το αναμενόμενο (Alexandrovaetal., 1996).

2.2.4 Διατροφή ζώου

Η διατροφή είναι ο σημαντικότερος παράγοντας στην εκτροφή των ζώων, καθώς αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του κόστους παραγωγής των κτηνοτροφικών προϊόντων. Γι' αυτό πρέπει να εφαρμόζεται σωστά και

ορθολογικά ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή παραγωγή, να είναι αποδοτική και οικονομική και να μειώνει διάφορα προβλήματα που παρουσιάζονται σε μια εκτροφή ζώων. Τα βουβάλια χρειάζονται υψηλής ποιότητας θρεπτικά στοιχεία λόγω του μεταβολισμού τους για να εκδηλώσουν το παραγωγικό τους δυναμικό (Gandraetal., 2011). Η επίδραση της διατροφής θα μπορούσε να εξεταστεί από διάφορες απόψεις, όπως: το επίπεδο ενέργειας, την ποσότητα, τις πρώτες ύλες του σιτηρεσίου και τη φυσική κατάσταση των ζώων, την διατροφική διαχείριση και την πιθανή χρήση των πρόσθετων ουσιών. Με εξαίρεση τις πρόσθετες ουσίες, οι άλλες πλευρές της διατροφής είναι δύσκολο να εξεταστούν μεμονωμένα (Danielson et al., 1990). Σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στην Τουρκία δείχθηκε ότι η εκτροφή με σανό προσδίδει υψηλότερη περιεκτικότητα σε ω-3 λιπαρά οξέα και χαμηλότερη στα ω-6, σε σύγκριση με εκτροφή που περιέχει εμπορικό συμπύκνωμα (Demirel et al., 2006). Όταν οι δίαιτες ήταν πλούσιες σε πούλπα ή σε ιχθυάλευρα το ποσοστό του C18:1 ήταν σημαντικά αυξημένο και οι συγκεντρώσεις των C18:0, C18:2 και C18:3 μειώθηκαν στις λιπαρές ύλες. Η ένταξη του αραβόσιτου στη διατροφή οδήγησε σε αύξηση στην περιεκτικότητα σε λινελαϊκό οξύ. Η ένταξη του βαμβακόσπορου οδήγησε σε αύξηση του λινελαϊκού και στεατικού οξέος (Bas & Morand-Fehr, 2000). Η ελεύθερη εκτροφή οδηγεί σε υψηλότερη περιεκτικότητα σε ω-3 λιπαρά οξέα, ενώ η αύξηση του βάρους οδηγεί σε αύξηση του συνόλου των λιπαρών οξέων. Με την αύξηση του βάρους το παλμιτικό και παλμιτελαϊκό λιπαρό οξύ παρουσιάζουν αύξηση ενώ τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μειώνονται.

2.3 Έλεγχος παρατηρούμενων μεταβολών

2.3.1 Έλεγχος μεταβολών υγρασίας

Οι μέθοδοι προσδιορισμού της υγρασίας κατατάσσονται σε έμμεσες και άμεσες. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος προσδιορισμού υγρασίας ανήκει στις

άμεσες μεθόδους και λέγεται ξήρανση σε θάλαμο θερμού αέρα (airondrying) και είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος. Η αρχή αυτής της μεθόδου βασίζεται στην απώλεια βάρους, έτσι τα δείγματα πρέπει να εμφανίζουν θερμική σταθερότητα και να μην περιέχουν μεγάλο ποσοστό πτητικών ουσιών.

Τα στάδια της μεθόδου είναι τα εξής: προετοιμασία του δείγματος, ζύγισμα, ξήρανση ψύξη και ζύγισμα μετά την ξήρανση . Σε ότι αφορά τον εξοπλισμό πρέπει να χρησιμοποιούνται αδρανή υλικά για την τοποθέτηση του δείγματος (π.χ. γυάλινα τρυβλίαPetri). Τα μεταλλικά σκεύη δεν συνιστώνται καθώς μπορεί να έχουν διαβρωτική δράση. Η μέθοδος παρουσιάζει μεγάλη ευαισθησία (0,1mg), είναι απλή, ταχεία, ακριβής και ενδείκνυται για μεγάλο αριθμό δειγμάτων (Τανανάκη, 2006).

2.3.2 Έλεγχος της τέφρας

Η διαδικασία της ξηρής αποτέφρωσης γίνεται με τη χρήση ηλεκτρικού κλίβανου αποτέφρωσης που μπορεί να διατηρήσει το δείγμα σε θερμοκρασίες μεταξύ 500 και 600°C. Το νερό και άλλα πτητικά συστατικά εξατμίζονται και οι οργανικές ουσίες καίγονται και παραμένουν τα ανόργανα συστατικά. Το δείγμα των τροφίμων ζυγίζεται πριν και μετά την αποτέφρωση για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε τέφρα. Είναι απλή μέθοδος, είναι ασφαλής και δεν απαιτεί επικίνδυνες χημικές ουσίες. Τα μειονεκτήματα είναι ότι η διαδικασία είναι χρονοβόρα (12-24h), οι κλίβανοι αποτέφρωσης είναι αρκετά δαπανηροί γιατί καταναλώνουν αρκετή ηλεκτρική ενέργεια (Τανανάκη, 2006).

2.3.3 Έλεγχος πρωτεϊνικών μεταβολών

Στην μέθοδο Dumas, που αναπτύχθηκε το 1831, οι αζωτούχες ενώσεις του δείγματος μετατρέπονται σε οξειδία σε υψηλές θερμοκρασίες, στη συνέχεια ανάγονται με την καταλυτική δράση σε αέριο άζωτο, το οποίο προσδιορίζεται ποσοτικά και αποτελεί δείκτη των πρωτεϊνών του δείγματος. Αυτή επιτρέπει σημαντικά σφάλματα όταν αναλύονται ετερογενείς ουσίες, καθώς χρησιμοποιούνται μόνο μικρά μεγέθη δείγματος σε ξηρή μορφή (5-50 mg).

Η μέθοδος Kjeldahl εμφανίστηκε το 1883 και κέρδισε έδαφος έναντι της μεθόδου Dumas, ως πιο αξιόπιστη. Άλλες μέθοδοι για τον προσδιορισμό των πρωτεϊνών είναι οι εξής:

- Χρωματομετρικές μέθοδοι
- Μέθοδος Folin – Ciocalteu η οποία βελτιστοποιήθηκε από τους Lowryetal. (1951)
- Υπέρυθρη φασματοφωτομετρία
- Ηλεκτροφόρηση

✓ Η μέθοδος Kjeldahl είναι μία από τις πιο χρησιμοποιούμενες τεχνικές για τον προσδιορισμό οργανικού αζώτου στα τρόφιμα. Περιλαμβάνει δύο κύρια στάδια: α) χώνευση της οργανικής ύλης με θέρμανση παρουσία πυκνού θειικού οξέος και β) προσδιορισμός αμμωνίας που απελευθερώνεται από την διάσπαση του όξινου θειικού αμμωνίου.

✓ Η μέθοδος Biuret (διουρίας) συνίσταται σε χρωματομετρικό προσδιορισμό της πρωτεΐνης που βασίζεται στο δεσμό των ιόντων του δισθενούς χαλκού (Cu^{2+}) με τους πεπτιδικούς δεσμούς των πρωτεϊνικών μορίων σε αλκαλικές τιμές pH. Έτσι σχηματίζεται ένα σταθερό ιώδες σύμπλοκο το οποίο μπορεί να μετρηθεί ποσοτικά με απορρόφηση στα 540 nm.

✓ Η μέθοδος Lowry βασίζεται στη μείωση του αντιδραστηρίου Folin – Ciocalteu από την οξειδωση της τυροσίνης, τρυπτοφάνης και σε

μικρότερο βαθμό της κυστεΐνης και ιστιδίνης, οι οποίες βρίσκονται στις πολυπεπτιδικές αλυσίδες των πρωτεϊνών. Η αντίδραση αυτή συνοδεύεται με το σχηματισμό χαρακτηριστικού μπλε χρώματος του οποίου η απορρόφηση μετράται στα 600 nm. Η μέθοδος είναι κατάλληλη για τον υπολογισμό μικρών ποσοτήτων πρωτεΐνης σε διαλύματα. Η ανάπτυξη του χρώματος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το pH το οποίο πρέπει να διατηρείται μεταξύ 10 – 10,5. Λόγω της αστάθειας του αντιδραστήριου Folin–Ciocalteu σε αλκαλικό περιβάλλον απαιτείται συγκεκριμένη χρονική διάρκεια σε κάθε στάδιο εκτέλεσης της μεθόδου (Πολυχρονιάδου&Αληχανίδου 1996).

2.3.4 Έλεγχος μεταβολών λιπαρών υλών

Η συνηθέστερη μέθοδος για τον προσδιορισμό του λίπους είναι η μέθοδος Soxhlet. Παραλλαγές αυτής της μεθόδου περιλαμβάνουν τη χρήση διαφορετικών αντιδραστηρίων. Το δείγμα εκχυλίζεται με διχλωρομεθάνιο (Regostetal, 2001) ή με πετρελαϊκό αιθέρα (Gonzalez-Fandosetal., 2004). Μία γρήγορη μέθοδος για την εξαγωγή του λίπους προτάθηκε από τους Bligh και Dyer (1959) και τροποποιήθηκε από τους HansonandOlley (1963) και αφορά στην απομόνωση του ολικού λίπους από τις μυϊκές ίνες χρησιμοποιώντας για τον διαχωρισμό μίγμα μεθανόλης-χλωροφορμίου–νερού. Κατά τη διαδικασία αυτή το δείγμα ομογενοποιείται σε ένα μίγμα χλωροφορμίου, μεθανόλης, νερού. Η χρησιμοποίηση των ανωτέρω διαλυτών οδηγεί σε διαχωρισμό του μίγματος σε δύο φάσεις, αυτή του χλωροφορμίου που περιέχει όλες τις λιπαρές ουσίες και αυτή της μεθανόλης – νερού από την οποία απομακρύνονται οι λιπαρές ύλες (Manirakizaetal., 2001).

2.3.5 Έλεγχος κατανομής λιπαρών οξέων

Για τον έλεγχο της κατανομής των λιπαρών οξέων σε έλαιο ή σε λίπος με τη βοήθεια της αέριας χρωματογραφίας, τα λιπαρά οξέα θα πρέπει να γίνουν περισσότερο πτητικά με την ποσοτική μετατροπή τους σε εστέρες των αλιφατικών αλκοολών. Στις περισσότερες περιπτώσεις παρασκευάζονται οι μεθυλεστέρες των λιπαρών οξέων (FAME). Οι μεθυλεστέρες των λιπαρών οξέων μεσαίας ή μακράς αλυσίδας των διαιτητικών λιπών και ελαίων (πάνω από έξι άτομα άνθρακα) είναι καλύτερο να προετοιμάζονται με τη μέθοδο του τριφθοριούχου βόριου (BF_3). Η μέθοδος είναι κατάλληλη για μεθυλεστεροποίηση ελεύθερων λιπαρών οξέων και όλες τις κατηγορίες των λιπιδίων. Η μέθοδος με BF_3 είναι καλή για γενικούς σκοπούς και αξιόπιστα αποτελέσματα, αλλά χρειάζεται αρκετή προσοχή διότι τα αντιδραστήρια είναι επικίνδυνα (Kirk&Sawyer, 1991). Τα στάδια της μεθόδου περιλαμβάνουν τη σαπωνοποίηση των τριγλυκεριδίων και φωσφολιπιδίων και την απελευθέρωση των λιπαρών οξέων, στη συνέχεια γίνεται η εστεροποίησή τους παρουσία του καταλύτη BF_3 και η ανάλυσή τους σε αέριο χρωματογράφο (Sempore&Berad, 1996).

3. Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης του φύλου των βουβαλιών στη:

- Μέση σύσταση(υγρασία, τέφρα, πρωτεΐνες, ολικό λίπος) του κρέατος.
- Κατανομή των λιπαρών οξέων του λίπους του κρέατος.

4. Πειραματικά δεδομένα

4.1 Υλικά και όργανα

4.1.1 Κρέας

Η προμήθεια των δειγμάτων βουβαλίσσιου κρέατος έγινε από την φάρμα του κ. Α. Ανδρεάδη η οποία βρίσκεται κοντά στη λίμνη Κερκίνη. Τα βουβάλια για περίοδο έξι μηνών τρέφονταν με σανό μηδικής σε ποσότητα 3 κιλά/ημέρα, ενσίρωμα καλαμποκιού σε ποσότητα 18 κιλά/ημέρα, άχυρο σίτου σε ποσότητα 1 κιλό/ημέρα, και συμπύκνωμα καλαμποκιού με σογιάλευρο σε ποσότητα 8κιλά/ημέρα.

4.1.2 Αντιδραστήρια

Όλα τα αντιδραστήρια και οι διαλύτες που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη εργασία ήταν αναλυτικής ή HPLC καθαρότητας.

4.1.3 Όργανα

- Ομογενοποιητής τύπου X620 CAT για την ομογενοποίηση των δειγμάτων για να γίνει ο προσδιορισμός του λίπους.
- Φυγόκεντρος SorvalRC-28SSUPRAspeed με ελεγχόμενη θερμοκρασία για προσδιορισμό του λίπους.
- Περιστροφικός συμπυκνωτής τύπου BychiReIII για την απομάκρυνση του χλωροφορμίου κατά τον προσδιορισμό του λίπους.
- Συσκευή KjeldahlFOSStύπουKjeltec 2200 για τον προσδιορισμό των πρωτεϊνών.

- Αέριος χρωματογράφος συνδεδεμένος με φασματογράφο μάζας/μάζας(GC-MS/MS) της εταιρίαςThermo, modelUltratrace-QPolaris και αυτόματος δειγματολείπτης.
- Συσκευή θέρμανσης σταθερής θερμοκρασίας Multy-Blokτου οίκου LAB-LINE για την μεθυλεστεροποίηση των λιπαρών οξέων.

4. 2 Μεταχείριση δειγμάτων πριν την επεξεργασία

Στον χειρισμό της πρώτης ύλης τηρήθηκαν οι απαραίτητες συνθήκες υγιεινής. Με την άφιξη των κρεάτων στον εργαστηριακό χώρο έγινε ο διαχωρισμός των δειγμάτων και στη συνέχεια ακολούθησε ο τεμαχισμός τους σε μικρά τεμάχια. Για το καθάρισμα και τον τεμαχισμό των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν καθαρά μαχαίρια. Τα δείγματα στη συνέχεια συντηρήθηκαν στην κατάψυξη. Πριν τη χρησιμοποίηση του κάθε δείγματος ομογενοποιήθηκε για απόκτηση αντιπροσωπευτικότερων δειγμάτων. Το ομογενοποιημένο μίγμα χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της μέσης σύστασης (υγρασία, τέφρα, λίπος, πρωτεΐνες) και την κατανομή των λιπαρών οξέων.

4.3 Μέθοδοι ανάλυσης

4.3.1 Προσδιορισμός υγρασίας

Ο προσδιορισμός της υγρασίας έγινε με βάση την προτεινόμενη από την CEC (Commission of European Communities) μέθοδο ISOR 1442 (EEC, 1979). Η περιεχόμενη υγρασία μετρήθηκε τρεις φορές για κάθε δείγμα (3 επαναλήψεις). Περίπου 5 g κρέατος ζυγίστηκαν με ακρίβεια σε τρυβλίο petri, στο οποίο προηγουμένως είχαν ζυγιστεί με ακρίβεια 20 g άμμου και ένα μικρό γυάλινο

ραβδάκι. Το μίγμα άμμου και κρέατος αναμίχθηκαν καλά με το ραβδάκι ώστε η άμμος να απλωθεί σε όλη την επιφάνεια του τρυβλίου. Τα δείγματα στη συνέχεια μεταφέρθηκαν σε φούρνο στους 100 ± 2 °C, μέχρι σταθερού βάρους για τουλάχιστον 24 ώρες. Μετά το πέρας του απαραίτητου χρόνου τα τρυβλία με το περιεχόμενο μίγμα μεταφέρθηκαν σε ξηραντήρα για να κρυώσουν και ακολούθησε η ακριβής ζύγισή τους. Η περιεκτικότητα σε υγρασία υπολογίστηκε ως εξής:

$$\% \text{ Υγρασία} = \frac{\text{Αρχικό Βάρος} - \text{Τελικό Βάρος}}{\text{Βάρος Δείγματος}} \times 100$$

4.3.2 Προσδιορισμός λίπους

Το περιεχόμενο των λιπαρών υλών προσδιορίστηκε με τη μέθοδο των BlighandDyer, (1959) όπως τροποποιήθηκε από τους HansonandOlley, (1963). Ζυγίστηκαν 20g δείγματος, σε φιάλη ομογενοποίησης 250 mL. Στη συνέχεια προστέθηκαν 17 mL νερού, 20 mL χλωροφορμίου με 0.01% BHT, 40 mL μεθανόλης και το μίγμα ομογενοποιήθηκε για 2min. Στη συνέχεια προστέθηκαν στη φιάλη ομογενοποίησης άλλα 20mL χλωροφορμίου με 0.01% BHT και ακολούθησε νέα ομογενοποίηση για 30s. Μια ακόμη ομογενοποίηση για 30s πήρε μέρος μετά την προσθήκη 20mL νερού. Η ομογενοποίηση γινόταν μετά την τοποθέτηση των φιαλών ομογενοποίησης σε πάγο, ώστε να διατηρείται χαμηλή η θερμοκρασία. Το ομογενοποίημα μεταφέρθηκε σε φιάλες φυγοκέντρωσης και αφού ζυγίστηκαν ανά δύο ώστε να μην έχουν διαφορά βάρους μεταξύ τους μεγαλύτερη από 0.1g, φυγοκεντρήθηκαν στα 4000 rpm (κεφαλή F-16/250) για 25 min στους 4°C. Μετά τη φυγοκέντρωση και με τη βοήθεια ενός σιφωνίου πλήρωσεως, ελήφθησαν συνολικά 20 mL από το υποκείμενο υγρό των φιαλών φυγοκέντρωσης (στοιβάδα χλωροφορμίου) και μεταφέρθηκαν σε

αποξηραμένη και προζυγισμένη με ακρίβεια φιάλη του περιστροφικού συμπυκνωτή και ακολούθησε απομάκρυνση του χλωροφορμίου. Μετά την συμπύκνωση η φιάλη με το λίπος τοποθετήθηκε σε φούρνο θερμοκρασίας 102 ± 2 °C για 30 min. Μετά τη θέρμανση η φιάλη με το λίπος τοποθετήθηκε σε ξηραντήρα για να κρυώσει (περίπου 15min) οπότε και ζυγίστηκε ξανά. Η διαφορά βάρους της πρώτης από τη δεύτερη ζύγιση της φιάλης οφείλεται στο περιεχόμενο σε αυτήν λίπος. Ο προσδιορισμός του ολικού λίπους έγινε ως εξής:

$$\% \text{ Ολικό Λίπος} = \frac{\text{Βάρος εκχυλιζόμενου λίπους}}{\text{Βάρος Δείγματος}} \times \alpha \times 100$$

Όπου $\alpha=3$ είναι ο λόγος της ολικής χρησιμοποιηθείσας ποσότητας χλωροφορμίου προς την ποσότητα του χλωροφορμίου που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό του ολικού λίπους.

4.3.3 Προσδιορισμός ολικών πρωτεϊνών

Το ολικό περιεχόμενο πρωτεϊνών (ακατέργαστες πρωτεΐνες N \times 6,25) των δειγμάτων καθορίσθηκε χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Kjeldahl, όπως περιγράφεται από τους Dimitriadouetal., (2008). Περίπου 1g σάρκας δείγματος ζυγίστηκε με ακρίβεια σε αναλυτικό ζυγό μέσα σε άτεφρο ηθμό, το δείγμα τυλίχθηκε προσεκτικά με τον ηθμό και τοποθετήθηκε σε φιάλη Kjeldahl. Στη φιάλη προστέθηκαν δύο ταμπλέτες Kjeltabs (3.5gK₂SO₄ και 0.4gCuSO₄ 5H₂O) και 20mL πυκνό θειικό οξύ- H₂SO₄ 96% w/w. Η φιάλη στη συνέχεια θερμάνθηκε στους 400-800°C σε ειδική συσκευή θέρμανσης μέχρι που το περιεχόμενό της έγινε πράσινο και διαυγές λόγω CuSO₄ για περίπου 2h. Μετά την καύση της οργανικής ύλης που έχει ως αποτέλεσμα τη μετατροπή του περιεχόμενου αζώτου σε αμμωνιακό άλας (NH₄HSO₄) ακολούθησε απόσταξη

σε έντονο αλκαλικό περιβάλλον (προσθήκη NaOH 50%) ενώ η απελευθερωμένη αμμωνία δεσμεύτηκε από 40mL διαλύματος βορικού οξέος 4%. Το βορικό οξύ που είχε προστεθεί σε κωνική φιάλη τοποθετήθηκε στο άκρο της συσκευής απόσταξης, το οποίο παρέμεινε εμβαπτισμένο μέσα στο οξύ, ώστε να μην επιτραπεί διαφυγή της NH₃ στο περιβάλλον αλλά να δεσμευτεί αμέσως από το βορικό οξύ. Η δέσμευση της NH₄OH διαπιστώθηκε με την αλλαγή του χρώματος του δείκτη που είχε προηγουμένα προστεθεί στην κωνική φιάλη μαζί με το βορικό οξύ. Η απόσταξη ολοκληρώθηκε με τη συγκέντρωση 100mL αποστάγματος και ακολούθησε ογκομέτρηση του αποστάγματος με 0.1 N υδροχλωρικό οξύ.

Η συγκέντρωση του ολικού αζώτου υπολογίστηκε από την σχέση:

$$\% \text{ Ολικό Αζωτο} = \frac{0.14 (S-B)}{W} \times 100$$

S= mLHCl 0.1 N που καταναλώθηκαν για την ογκομέτρηση του δείγματος

B= mLHCl 0.1 N που καταναλώθηκαν για το λευκό προσδιορισμό

W=Βάρος δείγματος σε g.

Το άζωτο από τον παραπάνω τύπο πολλαπλασιαζόμενο με τον εμπειρικό συντελεστή Kjeldahl 6.25 δίνει τη συγκέντρωση των πρωτεϊνών.

4.3.4 Προσδιορισμός τέφρας

Ο υπολογισμός της τέφρας πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την πρότυπη μέθοδο AOAC, (2002). Σε αναλυτικό ζυγό ζυγίστηκε το βάρος της κάψας και στη συνέχεια προστέθηκαν 5g δείγματος. Τα δείγματα θερμάνθηκαν σε ηλεκτρικό μάτι για περίπου 2h και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε κλίβανο αποτέφρωσης μέχρι σταθερού βάρους για 24h στους 550°C. Το δείγμα

μεταφέρθηκε σε ξηραντήρα για ψύξη και ακολούθησε η ακριβής ζύγιση του. Τα αποτελέσματα υπολογίσθηκαν από τον παρακάτω τύπο:

$$\% \text{ Περιεχόμενη Τέφρα} = \frac{B1 - B2}{\text{Βάρος Δείγματος}} \times 100$$

B1: βάρος κάψας μετά την αποτέφρωση

B2: βάρος κάψας πριν την αποτέφρωση

4.3.5 Προσδιορισμός μεθυλεστέρων λιπαρών οξέων (FAME)

Ημεθυλεστεροποίηση των λιπαρών οξέων έγινε με μια απλή και γρήγορη μέθοδο όπως ανακοινώθηκε από τους Zotou *et al.*, (1995). Έγινε πρώτα η εκχύλιση του λίπους όπως περιγράφηκε χωρίς το στάδιο της ξήρανσης στον φούρνο. Περίπου 80ml λίπους ζυγίστηκαν με ακρίβεια σε βιδωτό φιαλίδιο των 10mL και προστέθηκαν 1.5mL 0.5M NaOH σε μεθανόλη. Το φιαλίδιο βιδώθηκε ερμητικά, το περιεχόμενο του αναδεύτηκε, και θερμάνθηκε στους 100°C σε ειδική συσκευή θέρμανσης (heating block) για 20min. Μετά την θέρμανση αφέθηκε να κρυώσει και έγινε προσθήκη 2mL 14% τριφθοριούχου βορίου (borontrifluoride) σε μεθανόλη. Το φιαλίδιο βιδώθηκε ερμητικά, το περιεχόμενο του αναδεύτηκε και θερμάνθηκε στους 100°C στην ίδια συσκευή για 5min. Ακολούθησε πτώση της θερμοκρασίας του μίγματος στους 30-40°C και προστέθηκε 1mL εξανίου. Το φιαλίδιο πωματίστηκε ερμητικά και το μίγμα αναδεύτηκε, με την χρησιμοποίηση αναδευτήρα δοκιμαστικών σωλήνων, για 30s. Ακολούθησε η προσθήκη 5mL κορεσμένου διαλύματος χλωριούχου νατρίου και το μίγμα αναδεύτηκε, με την βοήθεια της παραπάνω συσκευής, για άλλα 30s. Το φιαλίδιο αφέθηκε σε ηρεμία ώστε να επιτραπεί ο διαχωρισμός του εξανίου, το οποίο στη συνέχεια σιφωνίστηκε με πιπέτα Pasteur και μεταφέρθηκε σε ένα μικρό, σκοτεινόχρωμο φιαλίδιο ειδικό

για συντήρηση δειγμάτων. Προστέθηκε ακόμα 1mLεξανίου και ακολούθησε δεύτερη εκχύλιση. Τα εκχυλίσματα του εξανίου τοποθετήθηκαν σε μικρά, σκοτεινά φιαλίδια και καταψύχθηκαν στους -30°C μέχρι την ανάλυση τους στον αέριο χρωματογράφο. Πριν τον έκχυση των δειγμάτων στον αέριο χρωματογράφο έγινε αραιώση 1 προς 20 με διαλύτη εξάνιο.

Για την ανάλυση της αέριας χρωματογραφίας χρησιμοποιήθηκε ήλιο ως φέρον αέριο με ροή 1mL/min. Η ποσότητα του ενέσιμου δείγματος ήταν 1μL. Η στήλη που χρησιμοποιήθηκε ήταν τύπου AT-5-MS, μήκους 30m, εσωτερικής διαμέτρου 0.25mm, με πόρους 0.25μm. Η αρχική θερμοκρασία του φούρνου ήταν στους 150°C για 1 λεπτό και ρυθμίστηκε έτσι ώστε να αυξάνει 10°C ανά λεπτό έως τους 170°C , στη συνέχεια με ρυθμό 3°C ανά λεπτό έως τους 280°C και να παραμένει σε αυτή τη θερμοκρασία 5 λεπτά. Οι θερμοκρασίες της στήλης μεταφοράς (transferliner) ήταν 285°C και η θερμοκρασία της πηγής MS 200°C . Τα εισερχόμενα στην πηγή λιπαρά οξέα ανιχνεύονταν με φασματογράφο μάζας (MS). Η ανίχνευση των λιπαρών οξέων και ολοκλήρωση των κορυφών έγινε αυτόματα με το λογισμικό Xcalibur και τις βιβλιοθήκες φασμάτων μάζας. Έγιναν 3 επαναλήψεις για κάθε δείγμα.

4.3.6 Στατιστική ανάλυση

. Η στατιστική ανάλυση των δειγμάτων έγινε με ανάλυση των κύριων συνιστωσών (PrincipalComponentAnalysis- PCA) η οποία αποτελεί μια απλή και διαδεδομένη μέθοδο. Η μέθοδος είναι αποδεκτή όταν οι αρχικές μεταβλητές συσχετίζονται ικανοποιητικά μεταξύ τους. Όσο πιο ισχυρές οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών τόσο αποτελεσματικότερη εμφανίζεται η ανάλυση. Οι αναλύσεις έγιναν με χρήση του στατιστικού πακέτου minitab 16.

5. Αποτελέσματα και Συζήτηση

5.1 Μεταβολές στη μέση σύσταση των κρεάτων

5.1.1 Μέση σύσταση βουβάλων

Όπως αναλύθηκε εκτενέστερα στη βιβλιογραφική ανασκόπηση η θρεπτική αξία του κρέατος επηρεάζεται, αρχικά, από τη χημική του σύσταση, η οποία επηρεάζει με τη σειρά της τα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά. Η χημική του σύσταση αναφέρεται κυρίως στο νερό, στις πρωτεΐνες και στο λίπος. Επηρεάζεται από πλήθος παραγόντων όπως το είδος του ζώου, τη φυλή, το φύλο, την ηλικία, την διατροφή, τη θέση του μύος κ.α. (Motttram, 1991).

Στον πίνακα 1 φαίνεται πως υπάρχει διαφορά στη μέση σύσταση των θηλυκών και αρσενικών δειγμάτων κρέατος βουβάλου δεν ήταν σημαντική. Η μόνη διαφοροποίηση σχετίζεται με την περιεκτικότητα σε λίπος, όπου το κρέας των θηλυκών δειγμάτων είχε υψηλότερη περιεκτικότητα, συνδυαστικά με την ελαφρώς χαμηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία και τέφρα.

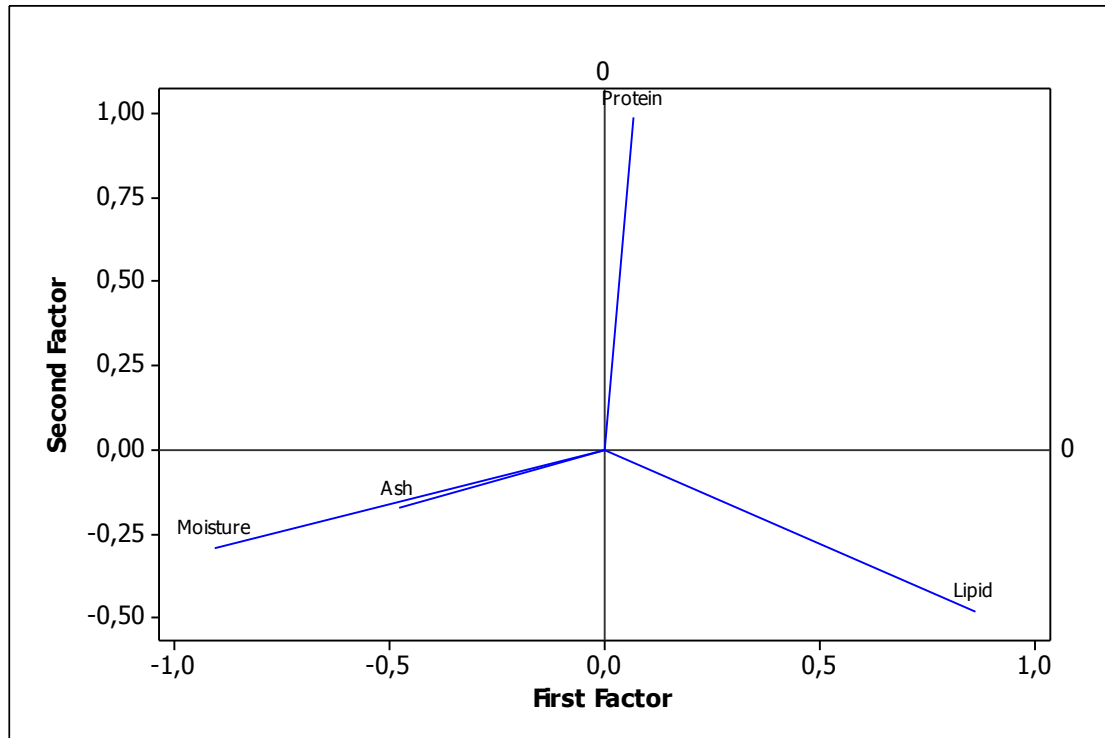
Σύμφωνα με τους (Kandeepanetal., 2004) τα αρσενικά δείγματα παρουσιάζουν υψηλότερη υγρασία και πρωτεΐνες ενώ τα θηλυκά υψηλότερο λίπος. Επίσης ένας παράγοντας μείωσης της υγρασίας σύμφωνα με τον Lawrie(1998) είναι η αύξηση της ηλικίας με πιθανή αύξηση του περιεχόμενου λίπους.

Στο σχήμα 1 τα μακρύτερα βέλη υποδεικνύουν χαρακτηριστικά με μεγαλύτερες επιδράσεις, σχηματισμός οξείας και αμβλείας γωνίας από τα βέλη υποδηλώνει θετική και αρνητική συσχέτιση αντίστοιχα. Όσο μικρότερο ή μεγαλύτερο το άνοιγμα ανάμεσα σε δύο γραμμές τόσο μεγαλύτερη η συσχέτιση. Οι κάθετες γραμμές δηλώνουν γωνία με μηδενική συσχέτιση.

Η ανάλυση των κυρίων συνιστωσών κατέδειξε ως υπεύθυνες σχηματισμού της πρώτης συνιστώσας την υγρασία και το λίπος λόγω της υψηλής συσχέτισης που εμφανίζουν (-0,904 και 0,961) (Πίνακας 2). Οι πρωτεΐνες ως υπεύθυνες σχηματισμού της δεύτερης συνιστώσας για τον ίδιο λόγο (0,987). Οι συσχετίσεις αυτές αποτυπώνονται εύγλωττα και στο σχήμα 1 των κυρίων συνιστωσών όπου επιπρόσθετα η υγρασία και το λίπος συσχετίζονται αρνητικά μεταξύ τους (αμβλεία γωνία) και καθόλου με τις πρωτεΐνες (ορθή γωνία περίπου) δηλαδή, αύξηση της υγρασίας έχει σαν αποτέλεσμα μείωση του λίπους ή της πρωτεΐνης και αντίστροφα, ενώ η τέφρα μεταβάλλεται ανάλογα με την υγρασία.

Πίνακας 1. Μέση σύσταση 20 θηλυκών και 27 αρσενικών δειγμάτων κρέατος βουβάλου

	Υγρασία %	Πρωτεΐνες %	Λίπος %	Τέφρα %
Θηλυκά (20)	73,70 ± 1,12	21,97 ± 0,85	2,77 ± 1,11	1,01 ± 0,10
Αρσενικά (27)	74,01 ± 1,12	22,54 ± 0,92	1,93 ± 0,99	1,02 ± 0,09



Σχήμα 1. Γράφημα των κύριων συνιστωσών της μέσης σύστασης των 47 δειγμάτων βουβάλου.

Πίνακας 2. Συσχετίσεις των χημικών μεταβλητών με τις δυο κύριες συνιστώσες. Αμφότερες επεξηγούν το 77,8% της ολικής μεταβλητότητας.

Μεταβλητή	Συνιστώσα 1	Συνιστώσα 2
Υγρασία	-0,904	-0,291
Πρωτεΐνες	0,068	0,987
Λίπος	0,861	-0,481
Τέφρα	-0,476	-0,175
% Διακύμανση	44,8	33,0

5.2 Κατανομή λιπαρών οξέων

Μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα 3τα κυριότερα λιπαρά οξέα, σε αμφότερα θηλυκά και αρσενικά δείγματα κρέατος, ήταν τοελαϊκό (C18:1ω-9), το παλμιτικό (C16:0), το στεατικό (C18:0)και το λινελαϊκό(C18:2ω-6). Το λινελαϊκό(C18:2ω-6) μάλιστα λιπαρό οξύ ανιχνεύθηκε σε σχεδόν διπλάσια ποσότητα στο κρέας των αρσενικών ζώων διαφοροποιώντας σημαντικά το λόγο ω-6/ω-3, ο οποίος ήταν σχεδόν επίσης διπλάσιος από αυτόν του κρέατος των θηλυκών ζώων. Το κρέας των αρσενικών ζώων έδειξαν ελαφρώς υψηλότερα ποσοστά στα συζυγή του λινελαϊκού οξέος (CLA) και στοαραχιδονικό οξύ (C20:4ω-6). Θα πρέπει να τονιστεί ότι η διακύμανση των CLA ήταν ιδιαίτερα σημαντική τόσο για τα θηλυκά όσο και για τα αρσενικά δείγματα. Έτσι στα κρέατα που προήλθαν από θηλυκά ζώα τα CLA κυμάνθηκαν από 0,35 έως 1,43%, ενώ στα κρέατα των αρσενικών ζώων από 0,25 έως 1,65%. Ανάλογες διακυμάνσεις, αλλά σε μικρότερη έκταση, παρατηρήθηκαν και για το λινολενικό οξύ (C18:3ω-3). Οι ανωτέρω διαπιστώσεις δείχνουν ότι η περιεκτικότητα των CLA και λινολενικού οξέος εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες.

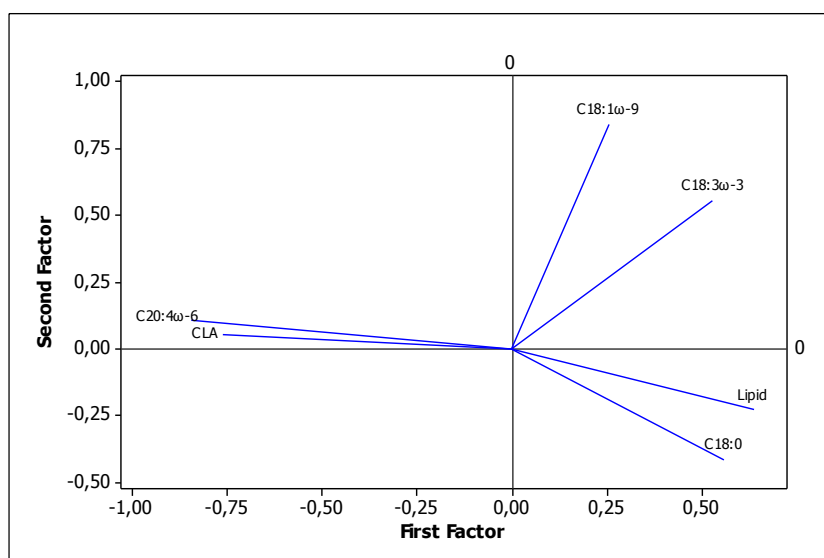
Πίνακας 3. Κατανομή των λιπαρών οξέων στα 20 και 27 δείγματα κρέατος θηλυκών και αρσενικών ζώων, αντίστοιχα

Λιπαρά οξέα	Θηλυκά (20)	Αρσενικά (27)
C14:0	1,88 ± 0,54	1,72 ± 0,54
C15:0	0,43 ± 0,10	0,44 ± 0,19
C16:0	26,32 ± 2,06	25,14 ± 2,10
C16:1ω-7	1,76 ± 0,64	1,75 ± 0,56
C16:1ω-5	0,29 ± 0,12	0,30 ± 0,12
C16:2ω-7	0,55 ± 0,14	0,60 ± 0,19
C16:2ω-5	1,11 ± 0,45	0,96 ± 0,43
C17:0	0,95 ± 0,48	0,97 ± 0,49
C18:0	22,92 ± 3,26	22,14 ± 3,02
C18:1ω-9	38,83 ± 3,41	38,66 ± 3,47
C18:2ω-6	2,58 ± 0,72	4,29 ± 1,42
C18:3ω-6	0,14 ± 0,04	0,15 ± 0,03
C18:3ω-3	0,41 ± 0,25	0,26 ± 0,14
C18:2ω-6 (9c,11t)	0,35 ± 0,28	0,37 ± 0,38
C18:2ω-6 (10t,12c)	0,25 ± 0,19	0,34 ± 0,30
C20:1ω-9	0,16 ± 0,11	0,20 ± 0,07
C20:2ω-6	0,15 ± 0,08	0,12 ± 0,07
C20:3ω-6	0,16 ± 0,09	0,32 ± 0,16
C20:4ω-6	0,64 ± 0,28	1,24 ± 0,58
C20:5ω-6	0,20 ± 0,28	0,14 ± 0,13
C22:1ω-11	0,25 ± 0,25	0,66 ± 0,71
Κορεσμένα	52,50	50,42
Μονοακόρεστα	41,29	41,57
Πολυακόρεστα	6,48	8,53
ω-6	3,68	6,28
ω-3	0,41	0,37
ω-6/ω-3	8,97	16,97

5.2.1 Αλληλεπιδράσεις λίπους και κυριότερων λιπαρών οξέων μέσω ανάλυσης των συνιστωσών.

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από το Σχήμα 2 και τον Πίνακα 4 CLA και C20:4ω-6 αποτελούν τα ισχυρότερα οξέα για τον σχηματισμό της πρώτης συνιστώσας (Πίν. 4) και C18:1ω-9 για το σχηματισμό της δεύτερης, όπως προδίδουν οι υψηλές τιμές των συσχετίσεων με τις δυο συνιστώσες.

Στο γράφημα των κυρίων συνιστωσών με τα λιπαρά οξέα (Σχ. 2) CLA και C20:4ω-6 συσχετίζονται ισχυρά θετικά και αντίστροφα (αρνητικά) με το λίπος και C18:0 και τα οποία επίσης συσχετίζονται θετικά μεταξύ τους η αυξημένη περιεκτικότητα σε λίπος καθώς και του C18:0 οδηγεί σε μείωση των συζυγών του λινελαϊκού οξέος (CLA) και του αραχιδονικού οξέος (C20:4ω-6). Ενώ η περιεκτικότητα σε ελαϊκό (C18:1ω-9) και λινολενικό οξύ (C18:3ω-3) μεταβάλλεται ανεξάρτητα της περιεκτικότητας σε λίπος και λοιπών λιπαρών οξέων, δείχνουν όμως την ίδια τάση, αύξηση δηλαδή της περιεκτικότητας σε C18:1ω-9 οδηγεί σε ανάλογη αύξηση και του C18:3ω-3.

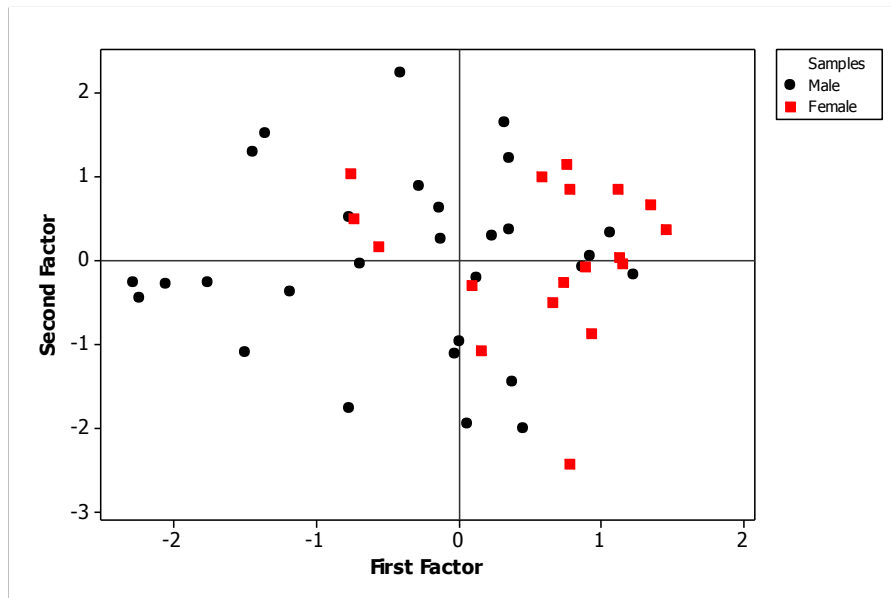


Σχήμα 2. Συσχέτιση λίπους, C18:0, C18:1ω-9, C18:3ω-3, CLA και C20:4ω-6 με τους δύο πρώτους παράγοντες. Μακρύτερες γραμμές δείχνουν ισχυρότερη συσχέτιση. Οι γραμμές που σχηματίζουν λοξή γωνία δείχνουν ισχυρή θετική συσχέτιση και αμβλεία γωνία ισχυρή αρνητική επίδραση.

Πίνακας 4. Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των δύο πρώτων παραγόντων και του λίπους και λιπαρών οξέων. Οι δύο άξονες αποδίδουν το 60,1% της ολικής μεταβολής. Οι συντελεστές με έντονα γράμματα δείχνουν υψηλότερη συσχέτιση ($r > |0.550|$)

Μεταβλητή	Συνιστώσα 1	Συνιστώσα 2
Λίπος	0,636	-0,227
C18:0	0,559	-0,415
C18:1ω-9	0,254	0,843
C18:3ω-3	0,530	0,554
CLA	-0,762	0,053
C20:4ω-6	-0,844	0,108
% διακύμανση	39,2	20,9

Στο σχήμα 3 απεικονίζονται τα δείγματα βουβάλων σύμφωνα με την ανάλυση των κυρίων συνιστωσών στα οποία αντίστοιχα τεταρτημόρια ή και ημισφαίρια δείχνουν αντίστοιχες μεταβολών λιπαρών οξέων και δειγμάτων. Εύκολα συνάγεται ότι στο αριστερό ημισφαίριο όπου επικρατούν οι αρσενικοί βούβαλοι εμφανίζονται και υψηλές τιμές των CLA και C20:4ω-6.



Σχήμα 3.

Κατανομή των δειγμάτων βουβάλου όπως προκύπτει από την ανάλυση των κυρίων συνιστωσών. Οι μαύρες κουκίδες αναφέρονται στα αρσενικά άτομα και οι κόκκινες στα θηλυκά.

6. Συμπεράσματα

- Τα κυριότερα λιπαρά οξέα στο σύνολο των λιπαρών που ανιχνεύθηκαν στα κρέατα που εξετάστηκαν, ήταν το παλμιτικό C:16:0, το ελαιικό C18:1ω-9, το στεατικό C18:0 και το λινελαϊκό (C18:2ω-6), με χαρακτηριστικό των αρσενικών το αραχιδονικό οξύ (C20:4ω-6) και τα CLA.
- Παρατηρήθηκε αύξηση του λίπους στα θηλυκά δείγματα.
- Η τέφρα δεν επηρεάζεται από το φύλο.

Βιβλιογραφία

- Gale M., Woodford M. & Casped N (1970). Comparative studies on fatty acid composition of wild and domestic meats. *Journal of biochemist*, 295-305.
- Syed Ziauddin K., Mahendrakar N., Rao D., Ramesh B. & Amla B. (1994). Observations on some Chemical and Physical Characteristics of Buffalo Meat. *Meat science*, **37**, 103-113.
- Das Gracas Padre R., Aparecida Aricetti J., Barros Moreira F., Yurika Mizubuti I., Nunes do Prado I., Vergilio Visentainer J., Evelazio de Souza N., Matsushita M. (2006). Fatty acid profile and chemical composition of *Longissimus* muscle of bovine steers and bulls finished in pasture system. *Meat science*, **74**, 242-248.
- Kandeepan G., Anjaneyulu A., Kondaiah N., Mendiratta S., Lakshmanan V. (2009). Effect of age and gender on the processing characteristics of buffalo meat. *Meat science*, **83**, 10-14.
- Andersen, H. J., Oksbjerg, N., Young, J. F., & Therkildsen, M. (2005). Feeding and meat quality a future approach. *Meat Science*, **70**, 543–554.
- Belury, M. A. (2002). Dietary conjugated linoleic acid in health: physiological effects and mechanisms of action. *Annual Review of Nutrition*, **22**, 505–531
- Biesalski, H.K. (2005). Meat as a component of a healthy diet. Are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat Science*, **70**, 509–524
- Campbell, M.K. (1995). *Biochemistry* (2nd ed.). Mount Holyoko College. Saunders College Publishing. Harcourt Brace College Publishers
- Delgado, C.L. (2003). Rising consumption of meat and milk in developing countries has created a new food revolution. *Journal of Nutrition*, **133**, 3907–3910.
- Dimitriadou D., Zotos A., Petridis D. and Taylor A.K.D. (2008). Improvement in the production of smoked trout fillets (*Salmo Gairdnerii*) steamed with liquid smoke. *Food Science and Technology International*, **14**, 67–77.
- EEC. (1979). Commission of European Communities. Method-ISQ 1442-1973.
- Enser, M., Hallett, K., Hewitt, B., Fursey, G.A. J., & Wood, J.D. (1996). Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. *Meat Science*, **42**, 443–456
- Forrest, J.C., Aberle, E.D., Hedrick, H.B., Judge, M.D., & Merkel, R.A. (1975). *Principles of Meat Science*. (Eds Freeman W.H.), San Francisco.
- Keeton J.T. & Eddy S. (2004). Chemical and physical characteristics of meat. *Texas A & M University, College Station*

- Mottram, D.S. (1991). Meat. In Volatile compounds in foods and beverages (Eds Maarse H.), pp. 107–178. Marcel Dekker, New York.
- Τανανάκη Χ. (2006). Εργαστηριακές σημειώσεις ανάλυσης τροφίμων Ι. *Σημειώσεις για το Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων*, ΑΤΕΙ, Θεσσαλονίκης
- Webb, E.C. (2006). Manipulating beef quality through feeding. *South African Animal Science*, **7**, 5–15.
- Wood J.D., Enser M., Fisher A.V., Nute G.R., Sheard P.R., Richardson R.I., Hughes S.I. & Whittington F.M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality. *Meat Science*, **78**, 343–358
- Wood, J.D. (1990). Consequences for meat quality of reducing carcass fatness. In Reducing fat in meat animals (Eds Wood J.D. & Fisher A.V.), pp. 344–397.
- Bligh E.G. & Dyer W.J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, **37**, 911-917.
- Sirtori, C.R., & Galli, C. (2002). Dossier: Polyunsaturated fatty acids in biology and diseases N₃ fatty acids and diabetes. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, **56**, 397–406.
- WHO. (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series 916, Geneva.
- Laaksonen, D.E., Nyssonen, K., Niskanen, L., Rissanen & Salonen, J.T. (2005). Prediction of cardiovascular mortality in middle-aged men by dietary and serum linoleic and polyunsaturated fatty acids. *Archives of Internal Medicine*, **165**, 193–199.