



ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επίδραση του σιτηρέσιου στη μέση σύσταση, κατανομή λιπαρών οξέων, περιεκτικότητα σε ολικές φαινόλες και αντιοξειδωτική ικανότητα κρέατος αρνιών.

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:

Ράνδου Έλλη

Τάνης Αθανάσιος

ΕΠΙΒΛΕΨΗ:

Ζώτος Αναστάσιος

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2013

**Επίδραση του σιτηρέσιου στη μέση σύσταση, κατανομή των
λιπαρών οξέων, περιεκτικότητα σε ολικές φαινόλες και
αντιοξειδωτική ικανότητα κρέατος αρνιών**

Ράνδου Έλλη & Τάνης Αθανάσιος

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:2013

Εισηγητής:Ζώτος Αναστάσιος

Επίδραση του σιτηρέσιου στη μέση σύσταση, κατανομή των λιπαρών οξέων, περιεκτικότητα σε ολικές φαινόλες και αντιοξειδωτική ικανότητα κρέατος αρνιών

Επιμέλεια: Ράνδου Έλλη & Τάνης Αθανάσιος

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

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση της εκτροφής αρνιών με ενσίρωμα στο οποίο προστέθηκε ντομάτα και ρόδι. Αναλυτικά, μελετήθηκαν οι μεταβολές στη μέση σύσταση (λίπος, πρωτεΐνες, υγρασία και τέφρα), η κατανομή των λιπαρών οξέων, η περιεκτικότητα σε ολικές φαινόλες και η αντιοξειδωτική ικανότητα με την μέθοδο DPPH σε δείγματα κρέατος αρνιών. Πέντε παρτίδες αρνιών, εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας σε ποσοστά: N1=0%, N2=10%, N3=20% και N4=30% και ενσιρώματα ροδιού σε ποσοστά P1=0%, P2=12% και P3=24%. Από τα αποτελέσματα της μέσης σύστασης η υγρασία παρουσίασε μικρή μείωση με την αύξηση της περιεκτικότητας των ενσιρωμάτων σε ντομάτα και ρόδι. Σε αντίθεση με την υγρασία η περιεκτικότητα σε λίπος παρουσίασε αύξηση με την αύξηση της περιεκτικότητας των ενσιρωμάτων σε ντομάτα και ρόδι. Τα ποσοστά τόσο της πρωτεΐνης όσο και της τέφρας όλων των δειγμάτων κυμάνθηκαν σε παραπλήσια επίπεδα. Τα κυριότερα λιπαρά οξέα που ανιχνεύθηκαν στα εξεταζόμενα δείγματα ήταν το παλμιτικό C:16, το ελαϊκό C18:1ω-9 και το στεατικό C18:0. Η αύξηση των ενσιρωμάτων σε ντομάτα και ρόδι οδήγησε σε αύξηση των ω-3 λιπαρών οξέων. Η κατανομή των λιπαρών οξέων παρουσίασαν ακανόνιστες μεταβολές οι οποίες δεν μπορούν να οδηγήσουν σε διαπίστωση συμβολής της εκτροφής με διαφορετικά ενσιρώματα στη διαμόρφωσή τους στο κρέας των αρνιών. Αντίθετα οι ολικές φαινολικές ουσίες στο κρέας των αρνιών, επηρεάστηκαν από την εκτροφή τους με τα διαφορετικά ενσιρώματα, παρουσιάζοντας αύξηση με την αύξηση της περιεκτικότητας ροδιού και ντομάτας στα ενσιρώματα. Ανάλογη με την περιεκτικότητα σε φαινολικές ουσίες ήταν και αντιοξειδωτική δράση των δειγμάτων κρέατος. Τα δείγματα κρέατος που προήλθαν από ζώα που εκτράφηκαν με ενσιρώματα υψηλής περιεκτικότητας σε ρόδι και ντομάτα εμφάνισαν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση. Διαπιστώνεται έτσι ότι η εκτροφή συνέβαλε σημαντικά στην αύξηση των αντιοξειδωτικών ουσιών των δειγμάτων κρέατος, βελτιώνοντας την ποιότητά του.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	2
2.1 ΚΡΕΑΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ	2
2.1.1 Υγρασία	3
2.1.2 Πρωτεΐνες	3
2.1.3 Ανόργανες ουσίες (τέφρα)	5
2.1.4 Λιπαρές ύλες	6
2.1.4.1 Οξείδωση λιπαρών υλών	7
2.1.5 Λιπαρά οξέα	7
2.1.5.1 Διατροφική σημασία του λίπους	8
2.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ	9
2.2.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τα λιπαρά οξέα του κρέατος	9
2.2.2 Είδος κρέατος	10
2.2.3 Φυλή	10
2.2.4 Φύλο	11
2.2.5 Βάρος και ηλικία	11
2.2.6 Διατροφή ζώου	12
2.2.6.1 Προσθήκη ντομάτας στο σιτηρέσιο	13
2.2.6.2 Προσθήκη ροδιού στο σιτηρέσιο	14
2.3 ΈΛΕΓΧΟΣ ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΜΕΝΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ	15
2.3.1 Έλεγχος μεταβολών υγρασίας	15
2.3.2 Έλεγχος της τέφρας	16
2.3.3 Έλεγχος πρωτεϊνικών μεταβολών	16
2.3.4 Έλεγχος μεταβολών λιπαρών υλών	17
2.3.5 Έλεγχος κατανομής λιπαρών οξέων	18
3. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	19
4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	20
4.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ	20
4.1.1 Κρέας	20
4.1.2 Αντιδραστήρια	21
4.1.3 Όργανα	21
4.2 ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΠΞ ΕΡΓΑΣΙΑ	22
4.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	22
4.3.1 Προσδιορισμός υγρασίας	22
4.3.2 Προσδιορισμός λίπους	23
4.3.3 Προσδιορισμός ολικών πρωτεϊνών	24
4.3.4 Προσδιορισμός τέφρας	25
4.3.5 Προσδιορισμός μεθυλεστέρων λιπαρών οξέων (FAME)	25
4.3.6. Προσδιορισμός ολικών φαινολικών ουσιών	27
4.3.7. Προσδιορισμός Αντιοξειδωτικής Ικανότητας	28
4.3.8 Στατιστική ανάλυση	28
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	29
5.1 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΜΕΣ Η ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΡΕΑΤΩΝ	29

5.1.1 Μεταβολές στη μέση σύσταση των κρεάτων αρνιών της 1 ^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού	29
5.1.2 Μεταβολές στη μέση σύσταση των κρεάτων αρνιών της 2 ^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού	32
5.1.3 Μεταβολές στη μέση σύσταση των κρεάτων αρνιών της 3 ^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού	35
5.1.4 Μεταβολές στη μέση σύσταση των κρεάτων αρνιών της 4 ^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού	38
5.1.5 Μεταβολές στη μέση σύσταση των κρεάτων αρνιών της 5 ^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού	41
5.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΣΤΑ ΚΡΕΑΤΑ.....	44
5.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΣΤΑ ΚΡΕΑΤΑ.....	44
5.2.1 Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο λίπος κρέατος της 1 ^{ης} παρτίδας αρνιών που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού.....	44
5.2.2 Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο λίπος κρέατος της 2 ^{ης} παρτίδας αρνιών που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού.....	47
5.2.3 Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο λίπος κρέατος της 3 ^{ης} παρτίδας αρνιών που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού.....	50
5.2.4 Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο λίπος κρέατος της 4 ^{ης} παρτίδας αρνιών που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού.....	52
5.2.5 Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο λίπος κρέατος της 5 ^{ης} παρτίδας αρνιών που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού.....	54
5.3 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ	56
5.3.1 Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε ολικές φαινολικές ουσίες στα δείγματα κρέατος (εκτροφή αρνιών με ενσιρώματα ντομάτας)	56
5.3.2 Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε ολικές φαινολικές ουσίες στα δείγματα κρέατος (εκτροφή αρνιών με τα ενσιρώματα ροδιού)	57
5.4 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΚΡΕΑΤΩΝ.....	59
5.4.1 Μεταβολές στην αντιοξειδωτική ικανότητα στα δείγματα του	59
κρέατος (εκτροφή αρνιών με ενσιρώματα ντομάτας)	59
5.4.2 Μεταβολές στην αντιοξειδωτική ικανότητα στα δείγματα του	60
κρέατος (εκτροφή αρνιών με τα ενσιρώματα ροδιού)	60
5.4.3 Συσχέτιση περιεκτικότητας σε ολικές φαινολικές ουσίες με την αντιοξειδωτική δράση των δειγμάτων.	61
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	67
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	68

1. Εισαγωγή

Το κρέας και τα προϊόντα κρέατος αποτελούν σημαντικές πηγές πρωτεϊνών, λίπους, ανόργανων αλάτων και άλλων θρεπτικών ουσιών. 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 του κρέατος επηρεάζεται από ποικίλους παράγοντες όπως η φυλή του ζώου, ο γενότυπος, το σιτηρέσιο και οι συνθήκες αποθήκευσης καθώς και από αλληλεπιδράσεις των ανωτέρω. Από τους προαναφερθέντες παράγοντες το σιτηρέσιο των ζώων είναι ιδιαίτερα σημαντικό 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 μυς, 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 της εκτροφής αρνιών, με ενσιρώματα τα οποία αναμίχτηκαν με φλούδες ντομάτας και ροδιού, στην μέση σύσταση του κρέατος (υγρασία, τέφρα, λίπος, πρωτεΐνες), στην κατανομή των λιπαρών του οξέων, στην περιεκτικότητα του σε ολικές φαινολικές ουσίες και στην αντιοξειδωτική του δράση.

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 χαρακτηρίζεται 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 που μπορούν να 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 πλήθος παραγόντων όπως το είδος του ζώου, τη φυλή, το φύλο, την ηλικία, την διατροφή, τη 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, πεπτίδια, κρεατίνη, φωσφορική κρεατίνη, ουρία, ινοσίνη μονοφωσφορική, νικοτιναμιδο-αδενινο-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 λόγω 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%, άνθρακα 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).

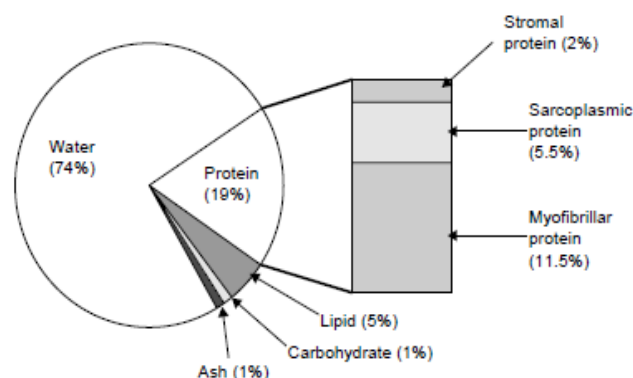
2.1.1 Υγρασία

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 τους 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 κατακράτηση ή 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 πεπτιδία και αμινοξέα (Morzel et al., 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% (Σχήμα 1) 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 -ακπνίνη (2%), η πρωτεΐνη M (2%) και η δεσμίνη (<1%) οι οποίες αντιπροσωπεύουν το ~ 93% των 20 διαφορετικών συσταλτών πρωτεϊνών. Η ακτίνη και μυοσίνη συναντώνται σε ποσοστά της τάξης των 22% και 43%, αντίστοιχα, ή το 65% του συνόλου των συσταλτών 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) αποτελούνται κυρίως από οξειδωτικά ένζυμα (κυτοχρώματα, νουκλεοτίδια φλαβίνης), και νουκλεοπρωτεΐνες (Romans et al., 2001).



Σχήμα 1. Σύνθεση του σκελετικού μυϊκού ιστού (Romans et al., 2001)

Η μυοσφαιρίνη είναι η κύρια χρωστική πρωτεΐνη του κρέατος δίνοντας το χαρακτηριστικό χρώμα στους ιστούς των μυών. Ως εκ τούτου το χρώμα του κρέατος εξαρτάται από τη συγκέντρωση της μυοσφαιρίνης και την έκταση οξειδωσής της. Η στρωματικές ή πρωτεΐνες του συνδετικού ιστού περιλαμβάνουν περίπου το 2,0% του συνόλου των πρωτεϊνών (19%) και είναι αδιάλυτες. Ο συνδετικός ιστός αποτελείται από ένα παχύρρευστο στρώμα γλυκοπρωτεΐνης (πρωτεογλυκάνες) με ενσωματωμένες εξωκυτταρικές ίνες κολλαγόνου και ελαστίνης. Το κολλαγόνο είναι ένα μοναδικό μόριο τριπλής έλικας και είναι η πλέον άφθονη πρωτεΐνη του ζώου αφού αποτελεί το 20-25% του συνόλου των πρωτεϊνών του συνδετικού ιστού. Η ελαστίνη είναι μια ελαστική πρωτεΐνη με β πτυχωτή διάταξη και συναντάται στους συνδέσμους, στα αρτηριακά τοιχώματα και στα μέσα στήριξης των οργάνων (Romans et al., 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, θεικών, φωσφορικών, νιτρικών, χλωριούχων και άλλων αλογονιδίων. Τα οστά είναι σημαντικό συστατικό 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 αίμης 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 ιχνοστοιχεία 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 εσπάζει στην παραγωγή του εδώδιμου άπαχου κρέατος με ελάχιστη περίσσεια ορατού 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 αν και για τους περισσότερους καταναλωτές, το λίπος είναι ένα δημοφιλές συστατικό του κρέατος, ωστόσο αποτελεί το συστατικό του κρέατος που μπορεί να που χαρακτηριστεί ως ανθυγιεινό (Laaksonen et al., 2007).

Κατά τη διάρκεια του 20ου 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 ουδέτερα 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 κερεβροζίνες. 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 τα 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).

2.1.4.1 Οξειδωση λιπαρών υλών

Η οξειδωση των λιπαρών υλών μπορεί να επηρεάσει την οργανοληπτική ποιότητα του κρέατος. Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα οξειδώνονται εύκολα και οδηγούν σε υποβάθμιση της ποιότητας του κρέατος. Η οξειδωτική διεργασία επηρεάζει επίσης το χρώμα του κρέατος. Ωστόσο, φυσικά αντιοξειδωτικά ανιχνεύονται σε επαρκείς ποσότητες ώστε να περιορίσουν την οξειδωση των λιπαρών υλών στο φρέσκο κρέας. Έχει αναφερθεί ότι η εκτροφή σε βοσκοτόπους αυξάνει τη συγκέντρωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων στο κρέας (Yang et al., 2002). Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι τα προϊόντα οξειδωσης των λιπαρών υλών μπορεί να επιταχύνουν την οξειδωση των χρωστικών και ανπιστρόφως. Αντιοξειδωτικά και ειδικότερα η α -τοκοφερόλη (βιταμίνη E) έχουν χρησιμοποιηθεί για να καθυστερήσουν την οξειδωση των λιπαρών υλών, ώστε να βελτιωθεί η σταθερότητα του χρώματος και να παραταθεί ο χρόνος συντήρησης του κρέατος (Wood et al., 2008).

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 συνήθη λιπαρά οξέα είναι το ελαϊκό (C18:1 ω -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, και επίσης μια αξιοσημείωτη ποσότητα πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA). Το λινελαϊκό οξύ (C18:2 ω -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 λιπο-πρωτεϊνικών ενώσεων (LDL) χοληστερόλη. Τα κύρια λιπαρά οξέα που επιδρούν στην αύξηση της χοληστερόλης είναι το μυριστικό και το παλμιτικό οξύ. Το στεατικό οξύ μετατρέπεται μερικώς σε ελαϊκό οξύ και δεν έχει δειχθεί ότι συμβάλει στην αύξηση της χοληστερόλης στο αίμα. Το μυριστικό και παλμιτικό οξύ είναι κοινά λιπαρά οξέα σε γαλακτοκομικά προϊόντα και κρέας, αποτελώντας περίπου το 30-40% των λιπαρών οξέων (Belury, 2002).

Το συζευγμένο λινελαϊκό οξύ (CLA) είναι μια ομάδα των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων που ανιχνεύεται σε γαλακτοκομικά προϊόντα και πιστεύεται ότι έχει ευεργετική δράση στην υγεία του καταναλωτή. CLA έχει επίσης ανιχνευθεί σε χαμηλά επίπεδα σε κρέατα, ιδιαίτερα σε βοδινό και αρνιού (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 εδωδιμης ύλης. Η περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα του κρέατος ποικίλη 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 μείωση της συνολικής πρόσληψης λίπους οδηγεί σε περιορισμό της παχυσαρκίας, μείωση της πιθανότητας εμφάνισης της στεφανιαίας νόσου και άλλων παθήσεων. Ωστόσο, διαπιστώθηκε ότι τα μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα συμβάλουν στη μείωση του κινδύνου της καρδιαγγειακής νόσου σε άνδρες μέσης ηλικίας (Laaksonen et al., 2005). Ανακοινώθηκε επίσης ότι, ακόμη και σε βρέφη, η πρόσληψη περισσότερων πολυακόρεστων λιπαρών οξέων και λιγότερων κορεσμένων οδηγεί σε μείωση την ολικής χοληστερόλης και ιδιαίτερα στη μείωση των χαμηλής

πυκνότητας λιπο-πρωτεϊνικών ενώσεων χοληστερόλης (LDL-C) (Öhlund et al., 2007). Τα κορεσμένα λιπαρά οξέα γενικά χαρακτηρίζονται ως υπεύθυνα για καρκίνους και στεφανιαίες νόσους. Συνιστάται ότι η συνολική πρόσληψη λιπαρών υλών 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 χαμηλότερος ο λόγος ω -6/ ω -3 χαμηλότερες οι πιθανότητες εμφάνισης των ανωτέρω ασθενειών, επιπλέον αύξηση των ω -3 λιπαρών οξέων οδηγεί σε θεραπευτικές ιδιότητες των λιπαρών υλών (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 (Rennerre, 1982).

2.2.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τα λιπαρά οξέα του κρέατος

Η σύνθεση λιπαρών οξέων στα αρνιά ποικίλλει ανάλογα με τη διάρκεια του θηλασμού και της τροφής που καταναλώνεται. Έτσι, η σύνθεση του λίπους των θηλαζόντων ζώων σχετίζεται με εκείνη του μητρικού γάλακτος, αλλά μπορεί να τροποποιηθεί με την κατανάλωση συμπληρωματικών τροφών. Σε απογαλακτισμένα αρνιά, το συμπύκνωμα τροποποιεί τις

αναλογίες των λιπαρών οξέων στο λιπώδη ιστό και παρατηρείται αύξηση σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (Velasco et al, 2001).

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την σύσταση των λιπαρών οξέων είναι η εκτροφή των αρνιών (Velasco et al, 2001).

2.2.2 Είδος κρέατος

Το είδος του κρέατος είναι ένας σημαντικός παράγοντας διαφοροποίησης της ποιότητας του, καθώς το κρέας από κάθε είδος έχει τα δικά 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 πρόβειο κρέας είναι πιο τρυφερό από το αντίστοιχο μοσχαρίσιο ή χοιρινό κρέας (5.37, 8.46 και 8.00 διατμητική δύναμη, αντίστοιχα), αλλά υπάρχει μεγάλη μεταβλητότητα μεταξύ των ζώων, περίπου 50% (Bickerstaffe et al., 1997). Επίσης, το αρνίσιο κρέας μπορεί να θεωρηθεί ως πιο επιθυμητό, εύχυμο, τρυφερό, και εύγεστο από το κατσικίσιο κρέας. Μολονότι το αρνίσιο κρέας έχει χαμηλότερη ικανότητα κατακράτησης νερού και λιγότερες σαρκοπλασματικές πρωτεΐνες και χρωστικές ουσίες (Babiker et al., 1990).

2.2.3 Φυλή

Οι McClelland et al. (1976) μελέτησαν τέσσερις φυλές ζώων που διέφεραν σημαντικά στην ηλικία τους. Διαπίστωσαν ότι ούτε η φυλή αλλά ούτε το φύλο ήταν σημαντικά στην ποιότητα του κρέατος, έτσι δεν παρατήρησαν διαφορές στο pH, στο ποσοστό χρωστικών ουσιών, στη ικανότητα κατακράτησης νερού, και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (Oberbauer et al., 1994). Ο Alfonso (2000) και οι Notter et al., (1991) πρότειναν ότι η ποιότητα του κρέατος δεν επηρεάζεται τόσο από τη φυλή όσο από την εκτροφή των ζώων.

2.2.4 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 ευνουχισμένων κριαριών στο pH, στο WHC ή στο χρώμα (Dransfield et al., 1990; Field et al., 1990; Koohmaraie et al., 1996). Διαφορές διαπιστώθηκαν στη σκληρότητα των κρεάτων, έτσι ανακοίνωσαν ότι το κρέας των αρσενικών ζώων ήταν σκληρότερο από αυτό των ευνουχισμένων κριαριών (Dransfield et al., 1990) (Beermann et al., 1995).

2.2.5 Βάρος και ηλικία

Οι δύο αυτοί παράγοντες συνήθως μελετώνται μαζί επειδή το μεγαλύτερο βάρος σχετίζεται με τη μεγαλύτερη ηλικία. Οι μεγαλύτερες ηλικίες και τα μεγαλύτερα βάρη συνδέονται συνήθως με υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος αν και μερικές φορές οι διαφορές δεν είναι σημαντικές. Όσον αφορά την ποιότητα του κρέατος, η κατάσταση δεν είναι τόσο σαφής. Γενικά, πιστεύεται ότι η ποιότητα μεταβάλλεται ελάχιστα με την ηλικία (Jaime et al., 1992), αν και έχει παρατηρηθεί μια τάση για αύξηση του pH όσο αυξάνεται το βάρος σφαγής, ενδεχομένως λόγω μεγαλύτερης ευαισθησίας των ηλικιωμένων ζώων στην πίεση (Alexandrova et al., 1996). 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 (Alexandrova et al., 1996).

Οι Devine et al. (1993) έδειξαν ότι η επίδραση της ηλικίας στη διατηρητική δύναμη και στην τρυφερότητα του αρνιού είναι σχετικά μικρή, αλλά, τα νεαρά ζώα, σε γενικές γραμμές, είναι περισσότερο τρυφερά καθώς κατέχουν ένα πιο διαλυτό κολλαγόνο (Young & Braggins, 1993). Οι διαφορές στην τρυφερότητα ποικίλλουν ανάλογα με την ηλικία, έτσι το μαλάκωμα είναι εντονότερο σε ζώα μεγαλύτερης ηλικίας λόγω της αυξανόμενης δράσης πρωτεολυτικών ενζύμων. Αφ' ετέρου, οι Safiudo et al.,

(1996) και οι Hernando et al., (1996) πρότειναν ότι η διατμηπική δύναμη και η τρυφερότητα επηρεάζονται σημαντικά από το σφάγιο βάρος.

2.2.6 Διατροφή ζώου

Η διατροφή είναι ο σημαντικότερος παράγοντας στην εκτροφή των ζώων, ιδιαίτερα των μηρυκαστικών, καθότι 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 μηρυκαστικά χρειάζονται υψηλής ποιότητας και ένα άριστο ισοζύγιο των διαφόρων θρεπτικών στοιχείων για να εκδηλώσουν στον μεγαλύτερο βαθμό το παραγωγικό τους δυναμικό (Οικονόμου, 2009). 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 λιπαρά οξέα παρουσιάζουν αύξηση ενώ τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μειώνονται. Το ποσοστό των CLA αυξάνει με το

αυξημένο βάρος σφαγής, αλλά μόνο για τα αρνιά που εκτρέφονται σε βοσκότοπους (Santos-Silva et al., 2002).

2.2.6.1 Προσθήκη ντομάτας στο σιτηρέσιο

Η ντομάτα (*Lycopersicon esculentum* L.) είναι ένα από τα σημαντικότερα λαχανικά του κόσμου με μια παγκόσμια παραγωγή 126 εκατομμυρίων τόνων το 2005 (FAO, 2007). Οι ντομάτες καταναλώνονται είτε ωμές ή μετά από επεξεργασία και μπορούν να παράσχουν ένα σημαντικό μέρος αντιοξειδωτικών στη διατροφή (Elbadrawy & Sello, 2011). Η ντομάτα έχει λάβει αναμφισβήτητα το όνομα ενός λειτουργικού τροφίμου λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία που αποδεικνύουν τη μείωση του κινδύνου διαφόρων τύπων καρκίνου και καρδιάς (Nguyen & Schwartz, 1999), καθώς αποτελεί μια «δεξαμενή» διαφόρων αντιοξειδωτικών ουσιών, όπως το ασκορβικό οξύ, η βιταμίνη E, τα καροτενοειδή, τα φλαβονοειδή και τα φαινολικά οξέα (George et al., 2004). Είναι μια εξαιρετική πηγή πολλών θρεπτικών συστατικών και δευτερευόντων μεταβολιτών που είναι σημαντικοί για την υγεία του ανθρώπου όπως, μέταλλα, βιταμίνες C και E, Β-καροτίνη, λυκοπένιο, τα φλαβονοειδή, οργανικά οξέα, φαινόλες και χλωροφύλλη (Giovanelli & Paradise, 2002). Τα κύρια φαινολικά οξέα που περιέχονται στον φλοιό της ντομάτας παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Φαινολικά οξέα του φλοιού ντομάτας

Φαινολικά οξέα	mg/100g
Καφεϊκό	0,50
Προκατεχικό	5,52
Βαλινικό	3,31
Κατεχίνη	2,98
Γαλλικό	3,85

(Elbadrawy & Sello, 2011)

Επίσης, διαπιστώθηκε ότι η φλούδα τομάτας περιέχει διάφορα φλαβονοειδή όπως η ρουτίνη, η ναριγκενίνη και η κουαρκετίνη, με ευεργετικά αποτελέσματα για την υγεία του ανθρώπου (Fernandez et al., 2010).

2.2.6.2 Προσθήκη ροδιού στο σιτηρέσιο

Το ρόδι (*Punica granatum L.*) ανήκει στην οικογένεια Punicaceae. Το βρώσιμο (εδώδιμο μέρος) μέρος του ροδιού (50%) αποτελείται από 40% περικάρπιο και 10% σπόρους. Το περικάρπιο περιέχει 85% νερό, 10% σακχάρων, κυρίως φρουκτόζη και γλυκόζη και 1,5% πηκτίνη, οργανικά οξέα όπως ασκορβικό οξύ, κιτρικό οξύ και μηλικό οξύ, και βιοδραστικές ουσίες όπως φαινολικά και ανθοκυανίνες (Viuda-Martos et al., 2011).

Η φλούδα του ροδιού είναι μια πλούσια πηγή σε αντιοξειδωτικά και συνεπώς μπορεί να χρησιμεύσει στην πρόληψη ασθενειών των ζώων και στη βελτίωση των προϊόντων κρέατος, καθιστώντας τα πιο ελκυστικά για την διατροφή των ανθρώπων. Εκτός από πολυφαινόλες και συστατικά όπως α- και γ-τοκοφερόλες, στη συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα συμβάλλουν και διάφορα ιχνοστοιχεία που βρίσκονται στο φλοιό και προσθέτουν επιπλέον θρεπτική αξία (Shabtay et al., 2008). Στον πίνακα 2 αναφέρονται αναλυτικά οι φαινολικές ουσίες από χυμό ροδιού, που προέρχεται από όλο το φρούτο (φλοιός και περικάρπιο), και η αντιοξειδωτική δράση που παρέχουν όπως έχει μετρηθεί με την μέθοδο DPPH.

Πίνακας 2. Οι φαινολικές ουσίες και η αντιοξειδωτική δράση από χυμό ροδιού

Φαινολικές ομάδες	Φαινόλες (mg/L)	Αντιοξειδωτική δράση	
		TEAC	AEAC
Ανθοκυανίνες	387,4	1,4	1,4
Πουνικαλαγίνες	1561,7	9,8	10,5
Ελλαγικά οξέα	121,1	0,5	0,6
Υδρολυμένες ταννίνες	417,3	6,2	6,6
Ολικές φαινόλες	2487,5		
Υπολογιστική δράση		17,9	19,0
Μετρίσιμη δράση		20,5	22,1

TEAC: αντιοξειδωτική ικανότητα εκφρασμένη σε Trolox (υδατοδιαλυτό παράγωγο της βιταμίνης E)

AEAC: αντιοξειδωτική ικανότητα εκφρασμένη σε ασκορβικό οξύ
(Gil et al., 2000)

Το ρόδι επίσης, χρησιμοποιείται και ως βιο-συντηρητικό κατά την αποθήκευση νωπού κρέατος λόγω της μεγάλης αναγωγικής ισχύος των ελεύθερων ομάδων υδροξυλίου (αντιοξειδωτική ιδιότητα) και της ικανότητας για πρωτεϊνική δέσμευση (αίτια αναστολής της μικροβιακής ανάπτυξης). Η αντιοξειδωτική δράση του ροδιού στο φρέσκο καθώς και στο επεξεργασμένο κρέας, οφείλεται στις φαινολικές ουσίες που περιέχει και συντελούν στην μειωμένη οξειδωση του λίπους και των πρωτεϊνών (Vaithiyanathan et al., 2011).

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 (air oven drying) και χρησιμοποιείται από τα περισσότερα διαπιστευμένα εργαστήρια. 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 εκ νέου. Σε ότι αφορά τον εξοπλισμό πρέπει να χρησιμοποιούνται αδρανή υλικά για την τοποθέτηση του δείγματος (π.χ. γυάλινα τρυβλία Petri ή πορσελάνη). 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. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι μπορούν να αναλύονται ταυτόχρονα πολλά δείγματα, είναι απλή μέθοδος, είναι ασφαλείς 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 Lowry et al. (1951)
 - Υπέρυθρη φασματοφωτομετρία
 - Ηλεκτροφόρηση
- ✓ Η μέθοδος Kjeldahl είναι μία από τις πλέον χρησιμοποιούμενες τεχνικές για τον προσδιορισμό οργανικού αζώτου στα τρόφιμα.

Συνοψίζεται σε 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 αντιδραστηρίου 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 (Regost et al, 2001) ή με πετρελαϊκό αιθέρα (Gonzalez-Fandos et al., 2004). Μία γρήγορη μέθοδος για την εξαγωγή του λίπους προτάθηκε από τους Bligh και Dyer (1959) και τροποποιήθηκε από τους Hanson and Olley (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 (Manirakiza et al., 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 ποσοπική 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 συγκεκριμένης εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης της εκτροφής αρνιών με ενσίρωμα στο οποίο προστέθηκε ντομάτα και ρόδι στην:

- μέση σύσταση (ολικό λίπος, πρωτεΐνες, τέφρα και υγρασία) του κρέατος αρνιών
- κατανομή των λιπαρών οξέων στο λίπος του κρέατος
- περιεκτικότητα των δειγμάτων σε ολικές φαινολικές ουσίες
- αντιοξειδωτική ικανότητα των δειγμάτων κρέατος με τη μέθοδο DPPH

4. Πειραματικά δεδομένα

4.1 Υλικά και όργανα

4.1.1 Κρέας

Η προμήθεια των 35 δειγμάτων κρέατος αρνιών έγινε από τον Ελληνικό Γεωργικό Οργανισμό (ΕΛ.Γ.Ο.) "Δήμητρα" που εδρεύει στα Γιαννιτσά. Η διατροφή την οποία ακολουθήθηκε για τα αρνιά ήταν ενσιρώματα που περιείχαν υπολείμματα από ντομάτες και ρόδια, δηλαδή είχε αφαιρεθεί ο χυμός, και στη συνέχεια υποβλήθηκαν σε μία μέθοδο που λέγεται ενσίρωση, η οποία βοηθάει στην συντήρηση του προϊόντος. Κατά την ενσίρωση, το προϊόν στοιβάζεται σε σωρούς μετά από την σύνθλιψη του και καλύπτεται από νάιλον επί 8 εβδομάδες. Κατά τη διάρκεια αυτή, το προϊόν υφίσταται ζύμωση, η οποία το βοηθάει να συντηρείται σε ικανοποιητική κατάσταση για 1-2 έτη. Επομένως, τα αρνιά κατανάλωσαν ενσιρωμένη ντομάτα και ενσιρωμένο ρόδι.

5 παρτίδες αρνιών, εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας σε 4 διαφορετικές αναλογίες:

N1: 30% Ξηρή Ουσία (ΞΟ) από σανό μηδικής και 0% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας (Μάρτυρας)

N2: 20% ΞΟ από σανό μηδικής και 10% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N3: 10% ΞΟ από σανό μηδικής και 20% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N4: 0% ΞΟ από σανό μηδικής και 30% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

Οι υπόλοιπες ζωοτροφές του σιτηρεσίου των 4 μεταχειρίσεων αποτελούνταν από σπέρματα (καρπό) κριθαριού, σογιάλευρου, μίγματος βιταμινών και ιχνοστοιχείων, μαρμαρόσκονης, φωσφορικού μονοασβεστίου και αλατιού σε διάφορες αναλογίες επί % ΞΟ.

5 παρτίδες αρνιών, εκτράφηκαν με ενσιρώματα ροδιού σε 3 διαφορετικές αναλογίες:

P1: 20% ΞΟ από σανό μηδικής και 0% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 0% ΞΟ από άχυρο σιταριού (Μάρτυρας)

P2: 10% ΞΟ από σανό μηδικής και 12% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 5% ΞΟ από άχυρο σιταριού

P3: 0% ΞΟ από σανό μηδικής και 24% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 10% ΞΟ από άχυρο σιταριού

Οι υπόλοιπες ζωοτροφές του σιτηρεσίου των 3 μεταχειρίσεων αποτελούνταν από σπέρματα (καρπό) κριθαριού, σογιάλευρου, πίτυρο σιταριού, φυτικού λίπους, μίγμα βιταμινών και ιχνοστοιχείων, μαρμαρόσκονης, φωσφορικού μονοασβεστίου και αλατιού σε διάφορες αναλογίες επί % ΞΟ.

4.1.2 Αντιδραστήρια

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

4.1.3 Όργανα

- Συσκευή Kjeldahl FOSS τύπου Kjelttec 2200 για τον προσδιορισμό των πρωτεϊνών
- Φυγόκεντρος Sorval RC-28S SUPRAspeed με ελεγχόμενη θερμοκρασία, για τον προσδιορισμό του λίπους
- Περιστροφικός συμπυκνωτής τύπου Bychi Re III για την απομάκρυνση του διαλύτη (χλωροφόρμιο) κατά τον προσδιορισμό του λίπους
- Ομογενοποιητής τύπου X620 CAT για την ομογενοποίηση των δειγμάτων για τον προσδιορισμό του λίπους
- Αέριος χρωματογράφος συνδεδεμένος με φασματογράφο μάζας/μάζας (GC-MS/MS), της εταιρείας Thermo, model Ultra trace-Q Polaris και αυτόματος δειγματολήπτης
- Φασματογράφος ατομικής απορρόφησης, μοντέλο Perkin-Elmer 2100, εξοπλισμένος με φούρνο γραφίτη HGA-700 και αυτόματο δειγματολήπτη AS-70

- Φούρνος μικροκυμάτων χώνευσης Qwave 2000 του οίκου Questron Technologies Corp. για την προετοιμασία των δειγμάτων για την ατομική απορρόφηση
- Συσσκευή θέρμανσης σταθερής θερμοκρασίας Multy-Blok του οίκου LAB-LINE, για την μεθυλεστεροποίηση των λιπαρών οξέων και τον προσδιορισμό χοληστερόλης.

4. 2 Μεταχείριση δειγμάτων πριν την επεξεργασία

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

4.3 Μέθοδοι ανάλυσης

4.3.1 Προσδιορισμός υγρασίας

Ο προσδιορισμός της υγρασία 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 κρυσώσουν 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 Bligh and Dyer, (1959) όπως τροποποιήθηκε από τους Hanson and Olley, (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 φυγοκέντρησης 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 φυγοκέντρηση και με τη βοήθεια ενός σιφωνίου πλήρωσεως, ελήφθησαν συνολικά 20 mL από το υποκείμενο υγρό των φιαλών φυγοκέντρησης (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 κρυσώσει (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 Dimitriadou et al., (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 (3.5g K_2SO_4 και 0.4g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$) και 20mL πυκνό θειικό οξύ- H_2SO_4 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 $CuSO_4$ για περίπου 2h. Μετά την καύση της οργανικής ύλης που έχει ως αποτέλεσμα τη μετατροπή του περιεχόμενου αζώτου σε αμμωνιακό άλας (NH_4HSO_4) 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 NH_3 στο περιβάλλον αλλά να δεσμευτεί αμέσως από το βορικό οξύ. Η δέσμευση της NH_4OH 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= mL HCl 0.1 N που καταναλώθηκαν για την ογκομέτρηση του δείγματος

B= mL HCl 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 υπολογίστηκαν 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)

Η μεθυλεστεροποίηση 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 παραπάνω (παράγραφος 4.3.2), χωρίς το στάδιο της ξήρανσης στον φούρνο. Περίπου 80μl 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

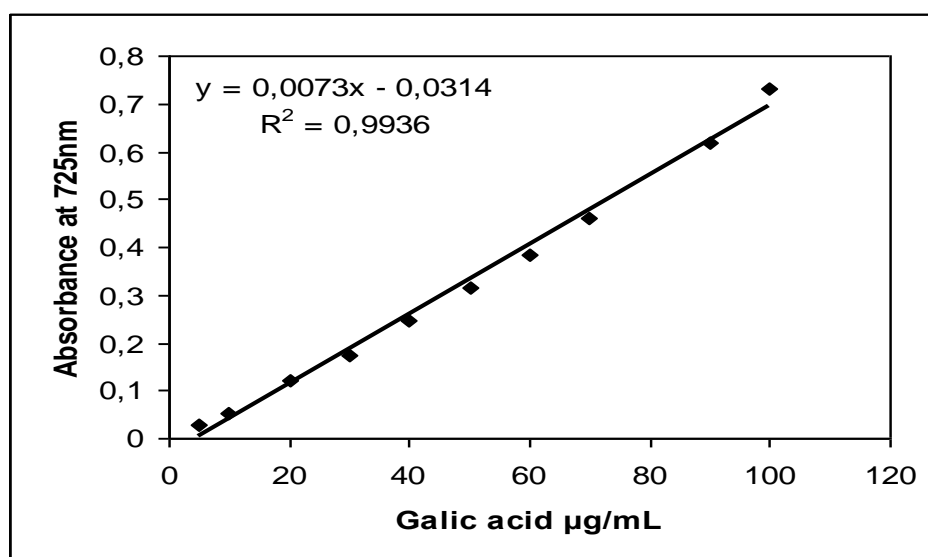
να κρυώσει και έγινε προσθήκη 2mL 14% τριφθοριούχου βορίου (boron trifluoride) σε μεθανόλη. Το φιαλίδιο βιδώθηκε ερμητικά, το περιεχόμενο του αναδεύτηκε και θερμάνθηκε στους 100°C στην ίδια συσκευή για 5min. Ακολούθησε πτώση της θερμοκρασίας του μίγματος στους 30-40°C και προστέθηκε 1mL εξανίου. Το φιαλίδιο 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 1mL εξανίου και ακολούθησε δεύτερη εκχύλιση. Τα εκχυλίσματα του εξανίου τοποθετήθηκαν σε μικρά, σκοτεινά φιαλίδια και καταψύχθηκαν στους -30°C μέχρι την ανάλυσή τους στον αέριο χρωματογράφο. Πριν τον έκχυση των δειγμάτων στον αέριο χρωματογράφο έγινε αραίωση 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 (transfer liner) 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. Προσδιορισμός ολικών φαινολικών ουσιών

Ο Προσδιορισμός ολικών φαινολικών ουσιών πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο Folin-Ciocalteu. Σε φιάλη φυγοκέντρησης ζυγίστηκαν 20g δείγματος, προστέθηκαν 20 mL αποσταγμένου νερού και έγινε ομογενοποίηση των δειγμάτων. Ακολούθησε φυγοκέντρηση των δειγμάτων σε 12.000 rpm για 20 λεπτά και στη συνέχεια διήθηση και το διήθημα χρησιμοποιήθηκε ως δείγμα. Τα δείγματα αραιώθηκαν 10 φορές (1:10). Σε 200 μ L των αραιωμένων δειγμάτων προστέθηκαν 5 mL νερό, 0,5 mL αντιδραστήριου Folin-Ciocalteu και μετά την αναμονή 10 λεπτών, προστέθηκαν 5 mL Na_2CO_3 . Η μέτρηση της απορρόφησης στα 725 nm έγινε μετά την παραμονή των δειγμάτων σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για 1 ώρα. (Shetty et al., 1995).

Η εξαγωγή αποτελεσμάτων έγινε με βάση καμπύλη αναφοράς του Σχήματος 1.



Σχήμα 1. Καμπύλη αναφοράς για τον προσδιορισμό των φαινολικών ουσιών

4.3.7. Προσδιορισμός Αντιοξειδωτικής Ικανότητας

Η μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο DPPH. Από κάθε δείγμα κρέατος παραλήφθηκαν 20 g και τοποθετήθηκαν σε φιάλη φυγοκέντρησης. Προστέθηκαν 20 mL αποσταγμένου νερού και ομογενοποιήθηκαν. Ακολούθησε φυγοκέντρηση των δειγμάτων σε 12.000 rpm για 20 λεπτά και στη συνέχεια διήθηση και το διήθημα χρησιμοποιήθηκε ως δείγμα. Τα δείγματα αραιώθηκαν 10 φορές (1:10). 0,25 mL δείγματος, 2 ml DPPH και 2 ml απεσταγμένου νερού αναμίχθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα. Ανάλογο μίγμα με απουσία δείγματος χρησιμοποιήθηκε ως λευκός προσδιορισμός. (Apostolidis et al., 2007). Ακολούθησε η μέτρηση της απορρόφησης για 45 λεπτά, μέχρι σταθεροποίηση της τιμής, στα 517nm. Τα αποτελέσματα υπολογίσθηκαν από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Αντιοξειδωτική ικανότητα} = \left(\frac{A_{\text{Λευκό}} - A_{\text{Δείγματος}}}{A_{\text{Λευκό}}} \right) * 100$$

4.3.8 Στατιστική ανάλυση

Εφαρμόστηκε η ανάλυση της διακύμανσης ενός παράγοντα (one way ANOVA) στις μεταβλητές για να διαπιστωθούν ενδεχόμενες στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η διαπίστωση σημαντικών μεταβολών ($p < 0,05$) μεταξύ των επιπέδων του παράγοντα οδήγησε στην εφαρμογή του ελέγχου πολλαπλών συγκρίσεων των μέσων όρων, μέσω του ελέγχου Tukey. Επίσης εξετάστηκε και η συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις διεξήχθησαν χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο Minitab 15.

5. Αποτελέσματα και Συζήτηση

5.1 Μεταβολές στη μέση σύσταση των κρεάτων

Όπως αναλύθηκε εκτενέστερα στη βιβλιογραφική ανασκόπηση της παρούσας εργασίας 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 πλήθος παραγόντων όπως το είδος του ζώου, τη φυλή, το φύλο, την ηλικία, την διατροφή, τη θέση του μύος κ.α. (Motttram, 1991)

5.1.1 Μεταβολές στη μέση σύσταση των κρεάτων αρνιών της 1^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 4, η περιεκτικότητα σε λίπος επηρεάστηκε από την εκτροφή των αρνιών με τα διαφορετικά ενσιρώματα ντομάτας. Ωστόσο μόνο το δείγμα κρέατος N4 που προήλθε από ζώα που εκτράφηκαν με υψηλότερη περιεκτικότητα ενσιρώματος ντομάτας (30%) είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος, η οποία παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά από τα υπόλοιπα δείγματα ($p < 0,05$). Η σταδιακή αύξηση της περιεκτικότητας σε λίπος ακολουθήθηκε από σταδιακή μείωση της υγρασίας των αντίστοιχων δειγμάτων (στατιστικά μη σημαντική) (Σχήμα 2). Μπορεί να παρατηρηθεί από το σχήμα 2 αντίθετη συσχέτιση μεταξύ των συστατικών λίπους και υγρασίας. Η μείωση δηλαδή της περιεκτικότητας σε υγρασία οδήγησε σε αύξηση της περιεκτικότητας σε λίπος. Η αύξηση δηλαδή του ενσιρώματος σε ντομάτα οδηγεί σε κρέατα με υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος και χαμηλότερη περιεχόμενη υγρασία.

Ενώ η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και τέφρα του κρέατος των αρνιών δεν επηρεάστηκαν από τις διαφορετικές εκτροφές των ζώων ($p > 0,05$).

Ανάλογα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στα κρέατα αρνιών που προήλθαν από διαφορετικές εκτροφές με ενσιρώματα ροδιού. Η περιεκτικότητα σε λίπος του κρέατος αρνιών που προήλθε από διαφορετικές εκτροφές ενσιρώματος ροδιού παρουσίασε στατιστικά σημαντική σταδιακή αύξηση, η οποία ακολουθήθηκε από αντίστοιχη μείωση της υγρασίας ($p < 0,05$). Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος διαπιστώθηκε στο δείγμα P3 (4,55%) ενώ η υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία παρατηρήθηκε στο δείγμα P1 (77,65%). Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και τέφρα δεν επηρεάστηκαν σημαντικά ($p > 0,05$) (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Μεταβολές στη μέση σύσταση των δειγμάτων της 1^{ης} παρτίδας (εκτροφή αρνιών με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού)

	ΝΤΟΜΑΤΑ				ΡΟΔΙ		
1 ^η παρτίδα	N1	N2	N3	N4	P1	P2	P3
Υγρασία	77,56 ± 0,46 ^α	77,10 ± 0,74 ^α	76,86 ± 0,61 ^α	76,11 ± 0,35 ^α	77,65 ± 0,36 ^α	77,66 ± 0,38 ^α	76,38 ± 0,14 ^β
Πρωτεΐνες	17,47 ± 0,54 ^α	17,78 ± 0,76 ^α	17,99 ± 0,64 ^α	17,35 ± 0,43 ^α	17,76 ± 0,31 ^α	17,42 ± 0,25 ^α	17,85 ± 0,40 ^α
Λίπος	3,46 ± 0,28 ^α	3,68 ± 0,49 ^α	3,80 ± 0,24 ^α	5,18 ± 0,24 ^β	3,31 ± 0,29 ^α	3,83 ± 0,22 ^β	4,55 ± 0,27 ^γ
Τέφρα	1,01 ± 0,07 ^α	0,98 ± 0,11 ^α	1,03 ± 0,06 ^α	1,00 ± 0,12 ^α	1,05 ± 0,07 ^α	1,00 ± 0,05 ^α	1,02 ± 0,04 ^α

Οι τιμές είναι ο μέσος όρος ± τυπική απόκλιση από 3 επαναλήψεις σε κάθε δείγμα. Οι τιμές στην ίδια σειρά που φέρουν διαφορετικό εκθέτη έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$).

N1: 30% ΞΟ από σανό μηδικής και 0% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας (Μάρτυρας)

N2: 20% ΞΟ από σανό μηδικής και 10% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

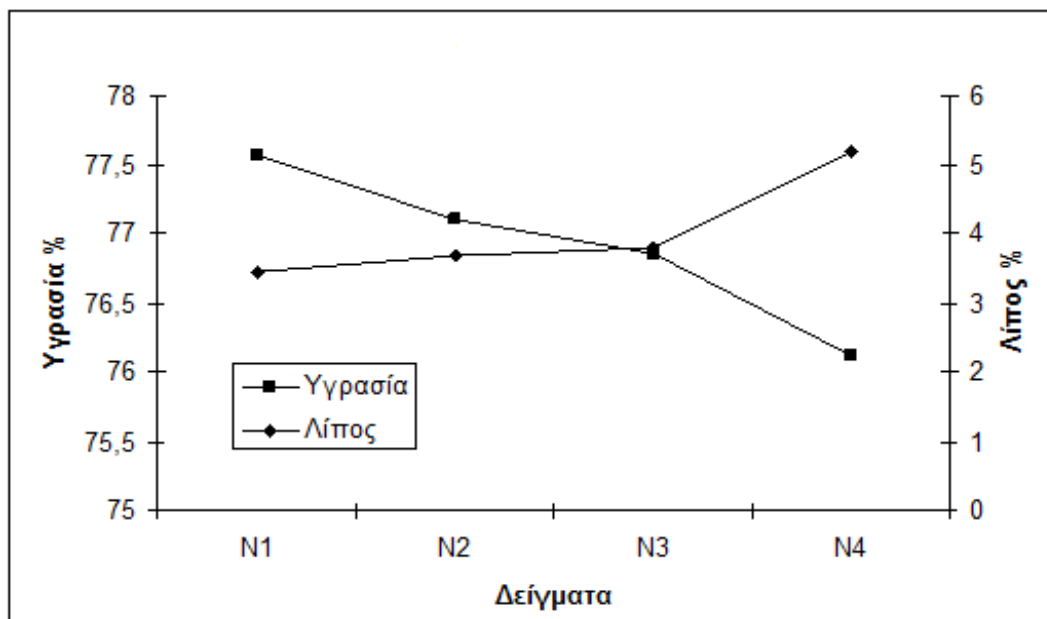
N3: 10% ΞΟ από σανό μηδικής και 20% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N4: 0% ΞΟ από σανό μηδικής και 30% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

P1: 20% ΞΟ από σανό μηδικής, 0% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 0% ΞΟ από άχυρο σιταριού (Μάρτυρας)

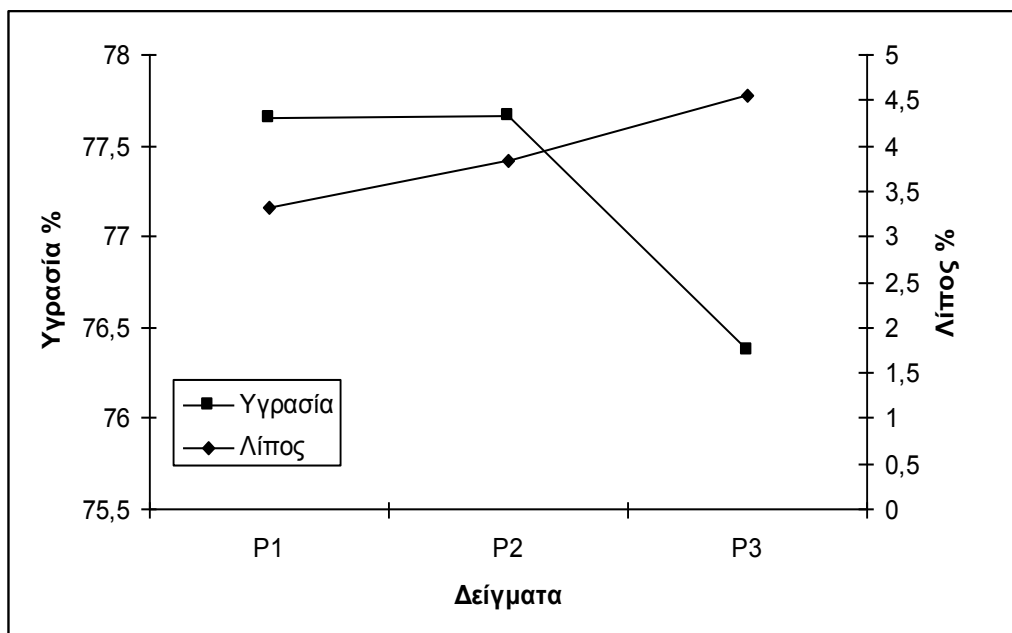
P2: 10% ΞΟ από σανό μηδικής, 12% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 5% ΞΟ από άχυρο σιταριού

P3: 0% ΞΟ από σανό μηδικής, 24% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 10% ΞΟ από άχυρο σιταριού



Σχήμα 2. Συσχέτιση μεταβολών υγρασίας – λίπους στις διαφορετικές εκτροφές με ενσιρώματα ντομάτας για την πρώτη παρτίδα κρέατων

Στο σχήμα 3 δίνεται η συσχέτιση της περιεκτικότητας σε λίπος με την περιεκτικότητα σε υγρασία του κρέατος της 1^{ης} παρτίδας κρέατος αρνιών που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ροδιού. Αξιοσημείωτη είναι η γραμμική μεταβολή που παρατηρήθηκε στη μεταβολή της περιεκτικότητας του κρέατος σε λίπος ($R^2=0,9914$).



Σχήμα 3. Συσχέτιση μεταβολών υγρασίας – λίπους στις διαφορετικές εκτροφές με ενσιρώματα ροδιού για την πρώτη παρτίδα κρεάτων

5.1.2 Μεταβολές στη μέση σύσταση των κρεάτων αρνιών της 2^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα 5, η περιεκτικότητα τόσο σε λίπος όσο και υγρασία επηρεάστηκε σημαντικά από την εκτροφή των αρνιών με τα διαφορετικά ενσιρώματα ντομάτας, ενώ η περιεκτικότητα σε τέφρα και πρωτεΐνες δεν παρουσίασαν σημαντική μεταβολή ($p > 0,05$). Έτσι η υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος διαπιστώθηκε στο δείγμα N4 (5,50%) ενώ η υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία μετρήθηκε στο δείγμα N1 (76,67%). Στο σχήμα 4 δίνεται η συσχέτιση της περιεκτικότητας σε λίπος με την περιεκτικότητα σε υγρασία του κρέατος αρνιών που προήλθε μετά από εκτροφή με ενσιρώματα ντομάτας. Μπορεί να παρατηρηθεί από το Σχήμα 4 ότι η αύξηση του λίπους έχει γραμμική τάση με $R^2 = 0,9968$. Διαπιστώνεται έτσι ανάλογη τάση με αυτήν που παρατηρήθηκε και για τα δείγματα της 1^{ης} παρτίδας.

Η περιεκτικότητα σε λίπος του κρέατος αρνιών που προήλθε από διαφορετικές εκτροφές ενσιρώματος ροδιού παρουσίασε σταδιακή αύξηση ($p < 0,05$), η οποία ακολουθήθηκε από αντίστοιχη μείωση της υγρασίας

(Πίνακας 5, Σχήμα 5), χωρίς όμως να διαπιστωθούν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Ενώ η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και τέφρα δεν επηρεάστηκαν σημαντικά ($p>0,05$).

Πίνακας 5. Μεταβολές στη μέση σύσταση των δειγμάτων της 2^{ης} παρτίδας (εκτροφή αρνιών με ενσίρωμα ντομάτας και ρόδιου)

	ΝΤΟΜΑΤΑ				ΡΟΔΙ		
2 ^η παρτίδα	N1	N2	N3	N4	P1	P2	P3
Υγρασία	76,67 ± 0,49 ^α	76,66 ± 0,40 ^α	75,59 ± 0,45 ^β	75,18 ± 0,30 ^β	77,19 ± 0,33 ^α	76,34 ± 0,15 ^α	76,03 ± 0,51 ^α
Πρωτεΐνες	18,22 ± 0,58 ^α	17,60 ± 0,56 ^α	18,16 ± 0,59 ^α	17,93 ± 0,39 ^α	17,95 ± 0,45 ^α	18,86 ± 0,46 ^α	17,81 ± 0,35 ^α
Λίπος	3,72 ± 0,36 ^α	4,32 ± 0,52 ^β	4,82 ± 0,43 ^β	5,50 ± 0,43 ^γ	3,59 ± 0,29 ^α	3,70 ± 0,19 ^α	4,91 ± 0,39 ^β
Τέφρα	1,01 ± 0,06 ^α	1,06 ± 0,06 ^α	1,02 ± 0,06 ^α	1,04 ± 0,05 ^α	1,04 ± 0,06 ^α	0,99 ± 0,05 ^α	1,03 ± 0,06 ^α

Οι τιμές είναι ο μέσος όρος ± τυπική απόκλιση από 3 επαναλήψεις σε κάθε δείγμα. Οι τιμές στην ίδια σειρά που φέρουν διαφορετικό εκθέτη έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p<0,05$).

N1: 30% ΞΟ από σανό μηδικής και 0% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας (Μάρτυρας)

N2: 20% ΞΟ από σανό μηδικής και 10% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

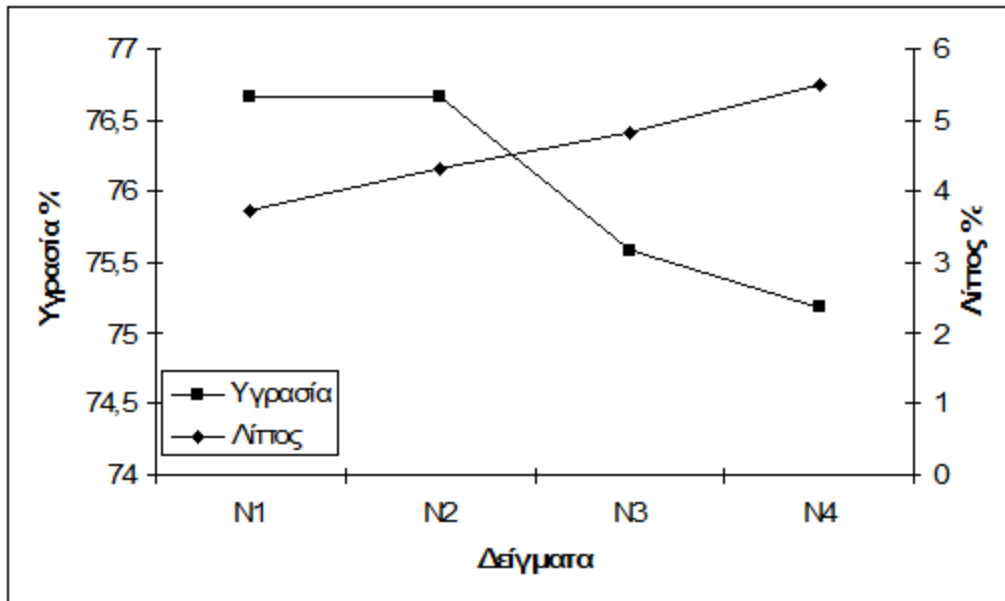
N3: 10% ΞΟ από σανό μηδικής και 20% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N4: 0% ΞΟ από σανό μηδικής και 30% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

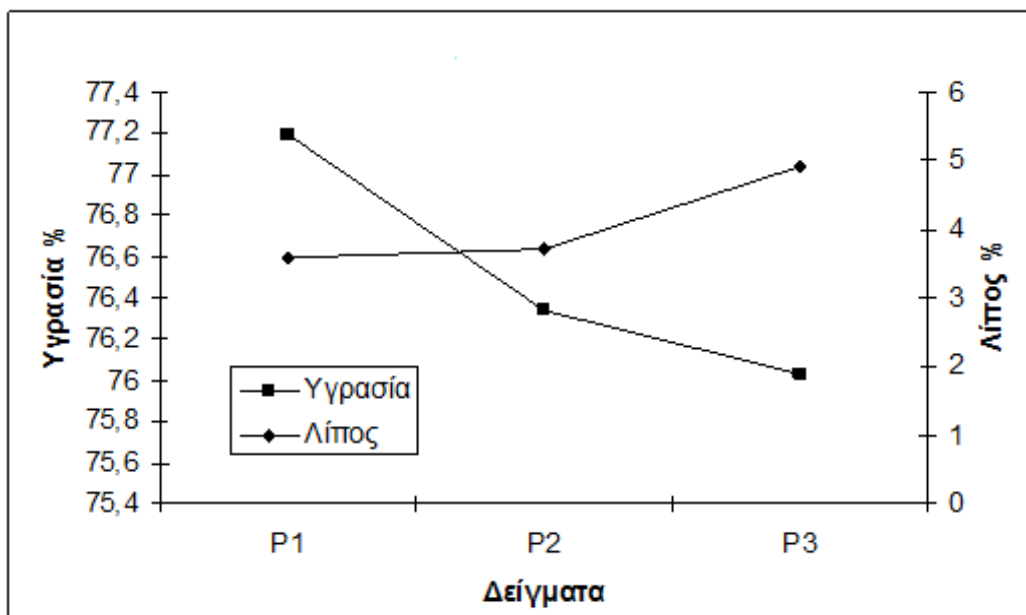
P1: 20% ΞΟ από σανό μηδικής, 0% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 0% ΞΟ από άχυρο σιταριού (Μάρτυρας)

P2: 10% ΞΟ από σανό μηδικής, 12% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 5% ΞΟ από άχυρο σιταριού

P3: 0% ΞΟ από σανό μηδικής, 24% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 10% ΞΟ από άχυρο σιταριού



Σχήμα 4. Συσχέτιση μεταβολών υγρασίας – λίπους στις διαφορετικές εκτροφές με ενσιρώματα ντομάτας για τη 2^η παρτίδα κρεάτων



Σχήμα 5. Συσχέτιση μεταβολών υγρασίας – λίπους στις διαφορετικές εκτροφές με ενσιρώματα ροδιού για τη 2^η παρτίδα κρεάτων

5.1.3 Μεταβολές στη μέση σύσταση των κρεάτων αρνιών της 3^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού

Όπως παρατηρείται από τον πίνακα 6 η περιεκτικότητα σε λίπος επηρεάστηκε από την εκτροφή των αρνιών με τα διαφορετικά ενσιρώματα ντομάτας. Ωστόσο μόνο το δείγμα κρέατος N4 που προήλθε από ζώα που εκτράφηκαν με υψηλότερη περιεκτικότητα ενσιρώματος ντομάτας (30%) είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος, η οποία παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά από τα υπόλοιπα δείγματα ($p < 0,05$). Η σταδιακή αύξηση της περιεκτικότητας σε λίπος ακολουθήθηκε από μια σταδιακή μείωση και στη συνέχεια αύξηση της υγρασίας των αντίστοιχων δειγμάτων (στατιστικά μη σημαντική) (Σχήμα 6). Στο σχήμα 6 δίνεται η συσχέτιση της περιεκτικότητας σε λίπος με την περιεκτικότητα σε υγρασία του κρέατος αρνιών που προήλθε μετά από εκτροφή με ενσιρώματα ντομάτας. Μπορεί να παρατηρηθεί από το Σχήμα 6 ότι η υγρασία αρχικά μειώνεται και στη συνέχεια με την αύξηση του ενσιρώματος ντομάτας αυξάνει στο δείγμα N4 (77,32%). Αντίθετα η περιεκτικότητα του λίπους αυξάνει σταδιακά με το μεγαλύτερο ποσοστό στο δείγμα N4 (3,97%). Ενώ η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και τέφρα του κρέατος αρνιών δεν επηρεάστηκαν από τις διαφορετικές εκτροφές των ζώων ($p > 0,05$).

Η περιεκτικότητα σε λίπος του κρέατος αρνιών που προήλθε από διαφορετικές εκτροφές ενσιρώματος ροδιού παρουσίασε στατιστικά σημαντική σταδιακή αύξηση ($p < 0,05$), η οποία ακολουθήθηκε από αντίστοιχη μείωση της υγρασίας (Πίνακας 6, Σχήμα 7), χωρίς όμως να διαπιστωθούν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Ενώ η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και τέφρα δεν επηρεάστηκαν σημαντικά ($p > 0,05$). Στο σχήμα 7 δίνεται η συσχέτιση της περιεκτικότητας σε λίπος με την περιεκτικότητα σε υγρασία του κρέατος αρνιών που προήλθε μετά από εκτροφή με ενσιρώματα ροδιού. Μπορεί να παρατηρηθεί από το Σχήμα 7 ότι η αύξηση του λίπους έχει γραμμική τάση με ($R^2 = 0,9985$). Διαπιστώνεται έτσι ανάλογη τάση με αυτήν που παρατηρήθηκε για της 1^{ης} παρτίδας με τα ενσιρώματα ροδιού και για τις 2^{ης} με τα ενσιρώματα ντομάτας.

Πίνακας 6. Μεταβολές στη μέση σύσταση των δειγμάτων της 3^{ης} παρτίδας (εκτροφή αρνιών με ενσίρωμα ντομάτας και ροδιού)

3 ^η παρτίδα	ΝΤΟΜΑΤΑ				ΡΟΔΙ		
	N1	N2	N3	N4	P1	P2	P3
Υγρασία	77,38 ± 0,40 ^α	77,21 ± 0,33 ^α	77,04 ± 0,36 ^α	77,32 ± 0,34 ^α	76,53 ± 0,45 ^α	76,52 ± 0,52 ^α	76,37 ± 0,24 ^α
Πρωτεΐνες	18,12 ± 0,47 ^α	18,33 ± 0,30 ^α	18,38 ± 0,59 ^α	18,50 ± 0,46 ^α	18,81 ± 0,46 ^α	18,45 ± 0,50 ^α	18,33 ± 0,44 ^α
Λίπος	3,10 ± 0,35 ^α	3,16 ± 0,23 ^α	3,24 ± 0,34 ^α	3,97 ± 0,27 ^β	3,11 ± 0,34 ^α	3,58 ± 0,30 ^α	3,99 ± 0,29 ^β
Τέφρα	1,02 ± 0,06 ^α	1,08 ± 0,07 ^α	1,09 ± 0,07 ^α	1,05 ± 0,06 ^α	1,03 ± 0,04 ^α	1,07 ± 0,05 ^α	1,04 ± 0,05 ^α

Οι τιμές είναι ο μέσος όρος ± τυπική απόκλιση από 3 επαναλήψεις σε κάθε δείγμα. Οι τιμές στην ίδια σειρά που φέρουν διαφορετικό εκθέτη έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$).

N1: 30% ΞΟ από σανό μηδικής και 0% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας (Μάρτυρας)

N2: 20% ΞΟ από σανό μηδικής και 10% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

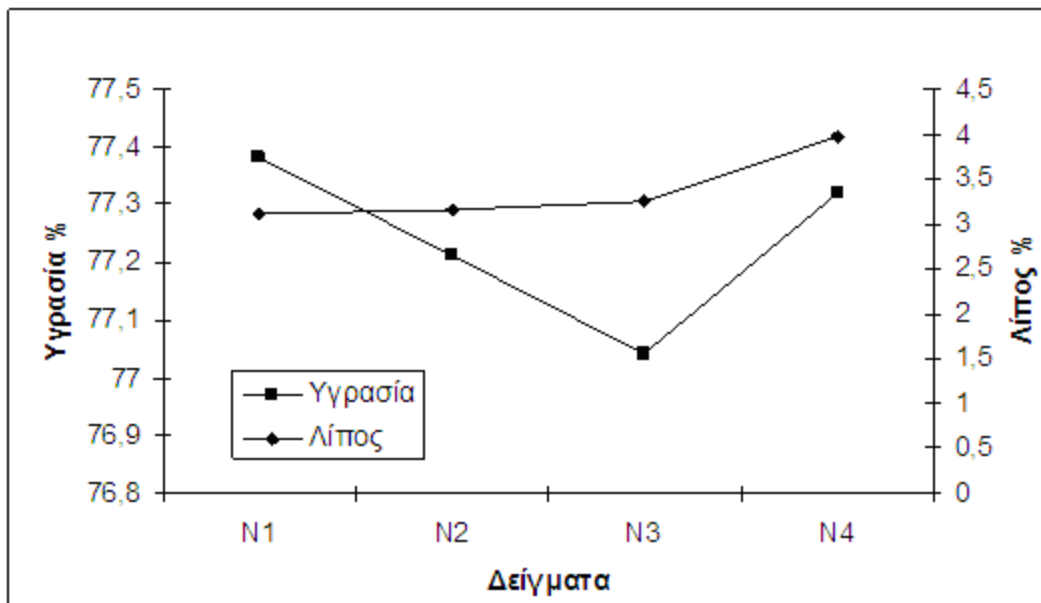
N3: 10% ΞΟ από σανό μηδικής και 20% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N4: 0% ΞΟ από σανό μηδικής και 30% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

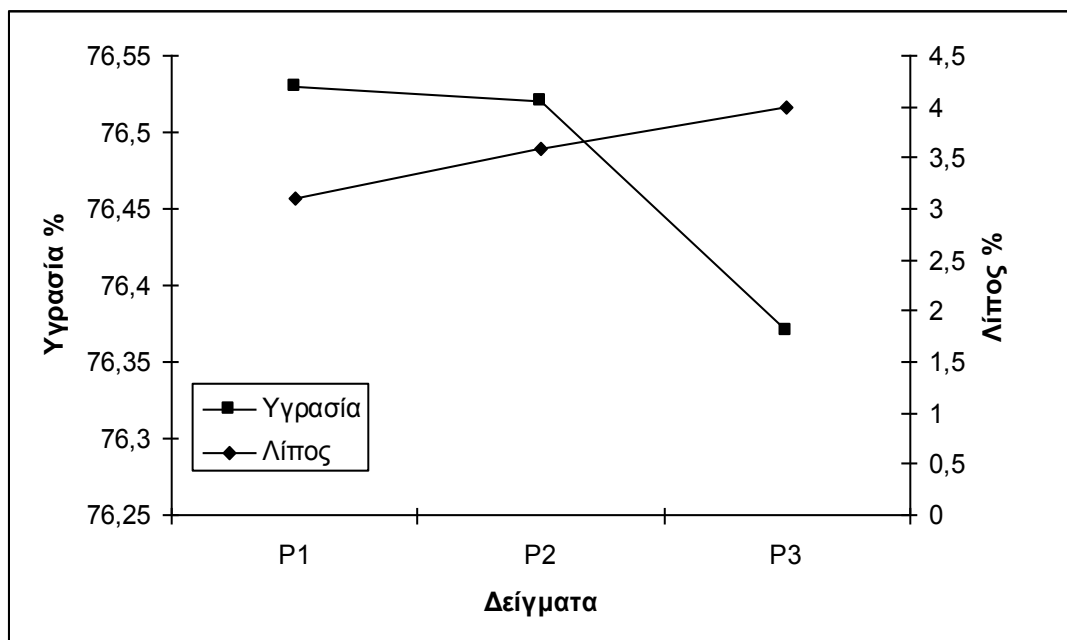
P1: 20% ΞΟ από σανό μηδικής, 0% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 0% ΞΟ από άχυρο σιταριού (Μάρτυρας)

P2: 10% ΞΟ από σανό μηδικής, 12% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 5% ΞΟ από άχυρο σιταριού

P3: 0% ΞΟ από σανό μηδικής, 24% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 10% ΞΟ από άχυρο σιταριού



Σχήμα 6. Συσχέτιση μεταβολών υγρασίας – λίπους στις διαφορετικές εκτροφές με ενσιρώματα ντομάτας για τη 3^η παρτίδα κρεάτων



Σχήμα 7. Συσχέτιση μεταβολών υγρασίας – λίπους στις διαφορετικές εκτροφές με ενσιρώματα ροδιού για τη 3^η παρτίδα κρεάτων

5.1.4 Μεταβολές στη μέση σύσταση των κρέατων αρνιών της 4^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 7 η περιεκτικότητα σε λίπος επηρεάστηκε από την εκτροφή των αρνιών με τα διαφορετικά ενσιρώματα ντομάτας. Ωστόσο μόνο τα δείγματα κρέατος N3 και N4 που προήλθαν από ζώα που εκτράφκαν με υψηλότερη περιεκτικότητα ενσιρώματος ντομάτας (20% και 30%) είχαν την υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος, τα οποία παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά από τα υπόλοιπα δείγματα ($p < 0,05$). Η σταδιακή αύξηση της περιεκτικότητας σε λίπος ακολουθήθηκε από αρχική μείωση της υγρασίας των αντίστοιχων δειγμάτων (στατιστικά μη σημαντική) η οποία στη συνέχεια παρουσίασε αύξηση (Σχήμα 8). Στο σχήμα 8 δίνεται η συσχέτιση της περιεκτικότητας σε λίπος με την περιεκτικότητα σε υγρασία του κρέατος αρνιών που προήλθε μετά από εκτροφή με ενσιρώματα ντομάτας. Μπορεί να παρατηρηθεί από το Σχήμα 8 ότι η υγρασία αρχικά μειώνεται και στη συνέχεια με την αύξηση του ενσιρώματος ντομάτας αυξάνει σταθερά στα δείγματα N3, N4 (76,38%). Αντίθετα η περιεκτικότητα του λίπους αυξάνει σταδιακά με το μεγαλύτερο ποσοστό στο δείγμα N4 (4,42%). Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες επίσης στα δείγματα της 4^{ης} παρτίδας παρουσίασε μη στατιστικά σημαντική μείωση, ενώ η τέφρα του κρέατος αρνιών δεν επηρεάστηκε από τις διαφορετικές εκτροφές των ζώων ($p > 0,05$).

Η περιεκτικότητα σε λίπος και υγρασία του κρέατος αρνιών που προήλθε από διαφορετικές εκτροφές ενσιρώματος ροδιού δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$). Ωστόσο σταδιακή αύξηση της περιεκτικότητας λίπος ακολουθήθηκε από σταδιακή μείωση της υγρασίας των αντίστοιχων δειγμάτων (Σχήμα 9). Μπορεί να παρατηρηθεί από το σχήμα 9 αντίθετη συσχέτιση μεταξύ των συστατικών λίπους και υγρασίας. Η μείωση δηλαδή της περιεκτικότητας σε υγρασία οδήγησε σε αύξηση της περιεκτικότητας σε λίπος. Η αύξηση δηλαδή του ενσιρώματος σε ρόδι οδηγεί σε κρέατα με υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος και χαμηλότερη περιεχόμενη υγρασία. Διαπιστώνεται έτσι ανάλογη συσχέτιση με αυτήν που παρατηρήθηκε για τα δείγματα της 1^{ης} παρτίδας (με τα ενσιρώματα ντομάτας). Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και τέφρα του κρέατος αρνιών

φαίνεται πως δεν επηρεάστηκε από τις διαφορετικές εκτροφές των ζώων ($p>0,05$).

Πίνακας 7. Μεταβολές στη μέση σύσταση των δειγμάτων της 4^{ης} παρτίδας (εκτροφή αρνιών με ενσίρωμα ντομάτας και ρόδιου)

4 ^η παρτίδα	ΝΤΟΜΑΤΑ				ΡΟΔΙ		
	N1	N2	N3	N4	P1	P2	P3
Υγρασία	76,47 ± 0,33 ^α	75,94 ± 0,50 ^α	76,38 ± 0,24 ^α	76,38 ± 0,22 ^α	76,96 ± 0,40 ^α	76,83 ± 0,46 ^α	76,78 ± 0,53 ^α
Πρωτεΐνες	18,81 ± 0,47 ^α	18,13 ± 0,28 ^α	17,75 ± 0,31 ^α	17,93 ± 0,48 ^α	18,36 ± 0,42 ^α	18,32 ± 0,37 ^α	17,95 ± 0,35 ^α
Λίπος	3,42 ± 0,34 ^α	3,73 ± 0,29 ^α	4,34 ± 0,40 ^β	4,42 ± 0,35 ^β	3,23 ± 0,31 ^α	3,42 ± 0,26 ^α	3,87 ± 0,34 ^α
Τέφρα	1,04 ± 0,06 ^α	1,03 ± 0,05 ^α	1,07 ± 0,06 ^α	1,03 ± 0,05 ^α	1,03 ± 0,04 ^α	0,98 ± 0,06 ^α	1,05 ± 0,05 ^α

Οι τιμές είναι ο μέσος όρος ± τυπική απόκλιση από 3 επαναλήψεις σε κάθε δείγμα. Οι τιμές στην ίδια σειρά που φέρουν διαφορετικό εκθέτη έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p<0,05$).

N1: 30% ΞΟ από σανό μηδικής και 0% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας (Μάρτυρας)

N2: 20% ΞΟ από σανό μηδικής και 10% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

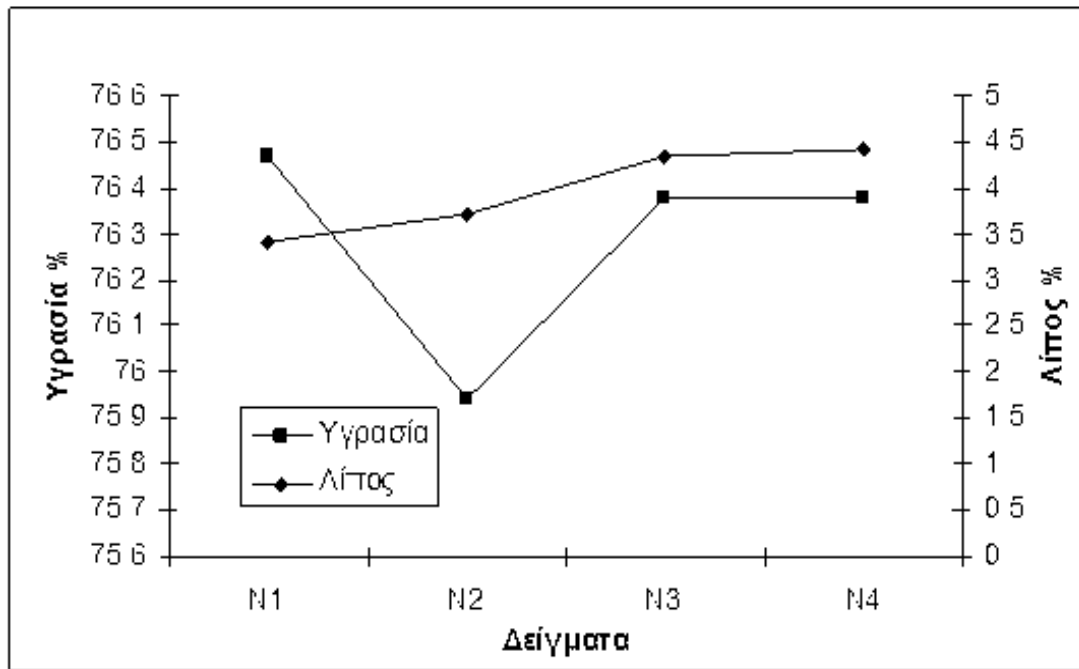
N3: 10% ΞΟ από σανό μηδικής και 20% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N4: 0% ΞΟ από σανό μηδικής και 30% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

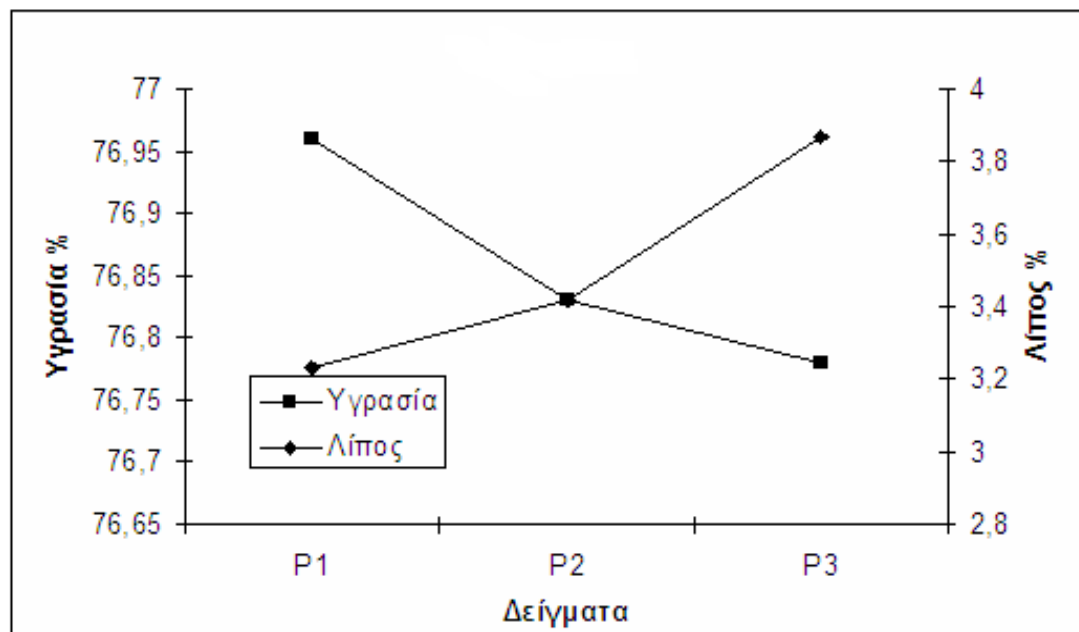
P1: 20% ΞΟ από σανό μηδικής, 0% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 0% ΞΟ από άχυρο σιταριού (Μάρτυρας)

P2: 10% ΞΟ από σανό μηδικής, 12% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 5% ΞΟ από άχυρο σιταριού

P3: 0% ΞΟ από σανό μηδικής, 24% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 10% ΞΟ από άχυρο σιταριού



Σχήμα 8. Συσχέτιση μεταβολών υγρασίας – λίπους στις διαφορετικές εκτροφές με ενσιρώματα ντομάτας για τη 4^η παρτίδα κρεάτων



Σχήμα 9. Συσχέτιση μεταβολών υγρασίας – λίπους στις διαφορετικές εκτροφές με ενσιρώματα ροδιού για τη 4^η παρτίδα κρεάτων

5.1.5 Μεταβολές στη μέση σύσταση των κρέατων αρνιών της 5^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού

Όπως παρατηρείται από τον πίνακα 8 η μέση σύσταση του κρέατος με τα ενσιρώματα ντομάτας δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά ($p>0,05$). Η σταδιακή αύξηση της περιεκτικότητας σε λίπος ακολουθήθηκε από σταδιακή μείωση της υγρασίας (στατιστικά μη σημαντική). Στο σχήμα 10 δίνεται η συσχέτιση της περιεκτικότητας σε λίπος με την περιεκτικότητα σε υγρασία του κρέατος αρνιών που προήλθε μετά από εκτροφή με ενσιρώματα ντομάτας και μπορεί να παρατηρηθεί ότι η υγρασία αρχικά μειώνεται και στη συνέχεια με την αύξηση του ενσιρώματος ντομάτας αυξάνει στο δείγμα N3 (75,89%) και τελικά μειώνεται στο δείγμα N4 (76,38%), που περιέχει και το μεγαλύτερο ενσίρωμα ντομάτας (30%). Αντίθετα η περιεκτικότητα του λίπους αυξάνεται σταδιακά με το μεγαλύτερο ποσοστό στο N4 (4,50%).

Ανάλογα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στα κρέατα αρνιών που προήλθαν από διαφορετικές εκτροφές με ενσιρώματα ροδιού. Η μέση σύσταση του κρέατος με τα ενσιρώματα ροδιού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά ($p>0,05$). Η σταδιακή αύξηση της περιεκτικότητας λίπος ακολουθήθηκε από σταδιακή μείωση της υγρασίας των αντίστοιχων δειγμάτων (Σχήμα 11). Μπορεί να παρατηρηθεί από το σχήμα 11 αντίθετη συσχέτιση μεταξύ των συστατικών λίπους και υγρασίας. Η μείωση δηλαδή της περιεκτικότητας σε υγρασία οδήγησε σε αύξηση της περιεκτικότητας σε λίπος. Η αύξηση δηλαδή του ενσιρώματος σε ρόδι οδηγεί σε κρέατα με υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος και χαμηλότερη περιεχόμενη υγρασία.

Πίνακας 8. Μεταβολές στη μέση σύσταση των δειγμάτων της 5^{ης} παρτίδας (εκτροφή αρνιών με ενσίρωμα ντομάτας και ρόδιου)

5 ^η παρτίδα	ΝΤΟΜΑΤΑ				ΡΟΔΙ		
	N1	N2	N3	N4	P1	P2	P3
Υγρασία	75,79 ± 0,34 ^α	75,61 ± 0,24 ^α	75,89 ± 0,45 ^α	75,70 ± 0,36 ^α	76,69 ± 0,44 ^α	76,56 ± 0,39 ^α	76,36 ± 0,23 ^α
Πρωτεΐνες	18,70 ± 0,48 ^α	18,92 ± 0,37 ^α	18,77 ± 0,49 ^α	18,63 ± 0,45 ^α	18,41 ± 0,39 ^α	18,43 ± 0,38 ^α	18,14 ± 0,27 ^α
Λίπος	3,87 ± 0,21 ^α	3,91 ± 0,25 ^{αβ}	4,30 ± 0,31 ^{αβ}	4,50 ± 0,30 ^β	3,52 ± 0,28 ^α	3,65 ± 0,25 ^α	4,01 ± 0,29 ^α
Τέφρα	1,01 ± 0,04 ^α	1,06 ± 0,05 ^α	1,04 ± 0,06 ^α	1,01 ± 0,06 ^α	1,06 ± 0,05 ^α	1,07 ± 0,06 ^α	1,03 ± 0,04 ^α

Οι τιμές είναι ο μέσος όρος ± τυπική απόκλιση από 3 επαναλήψεις σε κάθε δείγμα. Οι τιμές στην ίδια σειρά που φέρουν διαφορετικό εκθέτη έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$).

N1: 30% ΞΟ από σανό μηδικής και 0% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας (Μάρτυρας)

N2: 20% ΞΟ από σανό μηδικής και 10% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

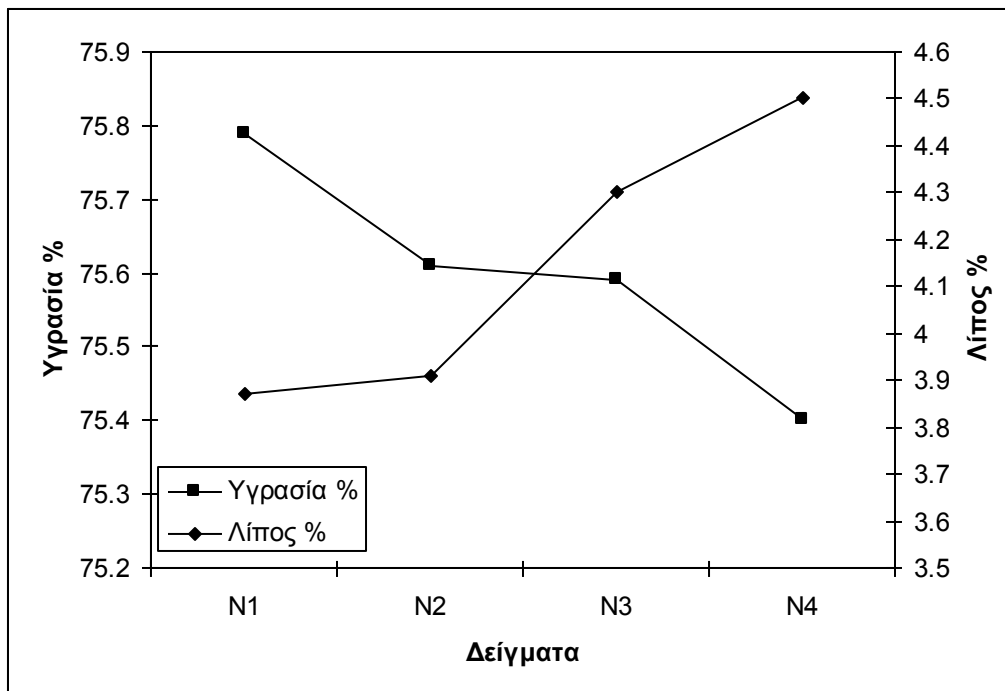
N3: 10% ΞΟ από σανό μηδικής και 20% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N4: 0% ΞΟ από σανό μηδικής και 30% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

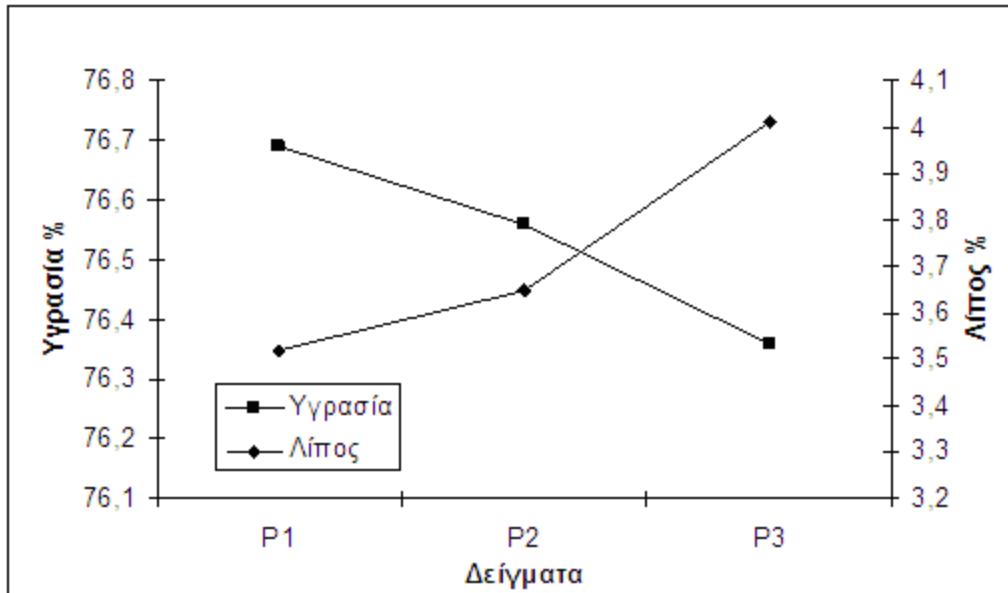
P1: 20% ΞΟ από σανό μηδικής, 0% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 0% ΞΟ από άχυρο σιταριού (Μάρτυρας)

P2: 10% ΞΟ από σανό μηδικής, 12% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 5% ΞΟ από άχυρο σιταριού

P3: 0% ΞΟ από σανό μηδικής, 24% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 10% ΞΟ από άχυρο σιταριού



Σχήμα 10. Συσχέτιση μεταβολών υγρασίας – λίπους στις διαφορετικές εκτροφές με ενσίρωμα ντομάτας για τη 5^η παρτίδα κρεάτων



Σχήμα 11. Συσχέτιση μεταβολών υγρασίας – λίπους στις διαφορετικές εκτροφές με ενσίρωμα ροδιού για τη 5^η παρτίδα κρεάτων

Όλες οι ανωτέρω μεταβολές δείχνουν ότι η μέση σύσταση του κρέατος των αρνιών, κυρίως η περιεκτικότητα σε λίπος, επηρεάστηκε κύρια από την εκτροφή με 30% ενσίρωμα τομάτας και 24% ενσίρωμα ροδιού.

5.2 Κατανομή των λιπαρών οξέων στα κρέατα

Είναι προφανές ότι η θρεπτική αξία είναι ένα σημαντικός παράγοντας της ποιότητας του κρέατος και αυτό αντικατοπτρίζεται στις προσπάθειες που γίνονται για να βελτιωθεί η σύνθεση λιπαρών οξέων στο κρέας. Η αύξηση της περιεκτικότητας των ω -3, PUFA και CLA και η μείωση των κορεσμένων λιπαρών οξέων και του λόγου ω 6: ω 3 αποτελούν σημαντικές προτεραιότητες. Η διατροφή είναι πολύ σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την σύσταση των λιπαρών οξέων του κρέατος λαμβάνοντας υπόψη ότι τόσο η γενετική όσο και η διατροφή επηρεάζουν τα επίπεδα του λίπους (Scollan et al., 2006).

Σε μελέτη σε αρνιά της Βρετανίας που τράφηκαν με χόρτο και αρνιά της Ισπανίας που τράφηκαν με γάλα και συμπυκνώματα, διαπιστώθηκε ότι η σύνθεση των λιπαρών οξέων διαφοροποιήθηκε. Έτσι, τα ζώα που τράφηκαν με χόρτο είχαν υψηλότερες συγκεντρώσεις σε ω -3 PUFA, ενώ τα ζώα που τράφηκαν με διάφορα συμπύκνωματα είχαν υψηλότερες συγκεντρώσεις σε ω -6 PUFA (Sanudo et al., 2000). Έχει αναφερθεί ότι η εκτροφή σε βοσκοτόπους αυξάνει τη συγκέντρωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων στο κρέας (Yang et al., 2002).

5.2.1 Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο λίπος κρέατος της 1^{ης} παρτίδας αρνιών που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού

Το σύνολο των κορεσμένων λιπαρών οξέων (Σ SFA) τόσο στο λίπος των κρεάτων με τα ενσιρώματα ντομάτας όσο και με τα ενσιρώματα ροδιού παρουσίασε το μεγαλύτερο ποσοστό στους μάρτυρες (N1,P1) που περιέχουν (0% ενσιρώματος ντομάτας και ροδιού) με ποσοστά που κυμαίνονται από 40,18% (N4) έως 47,57% (N1) και 53,44% (P3) έως 65,05% (P1) (Πίνακας 13). Μπορεί να παρατηρηθεί επίσης ότι όσο αυξάνονται τα ποσοστά ενσιρώματος ντομάτας και ροδιού προκαλούν μείωση των κορεσμένων λιπαρών οξέων. Στην ομάδα των κορεσμένων λιπαρών οξέων το κυριότερο λιπαρό οξύ ήταν το παλμιτικό (C16:0) με ποσοστό που κυμάνθηκε από 31,8% (N3) έως 36,2% (N2) και 35,79% (P1)

έως 37,97 (P2). Το δεύτερο σε ποσοστό κορεσμένο λιπαρό οξύ για την ντομάτα ήταν το στεατικό (C18:0), όπου το ποσοστό κυμάνθηκε από 4,62% (N4) έως 6,05% N1 (μάρτυρας). Αντίθετα το δεύτερο σε ποσοστά κορεσμένα λιπαρά οξέα για το ρόδι ήταν το C14:0 από 5,85% (P3) έως 17,6% (P1), με το μεγαλύτερο ποσοστό στον μάρτυρα και ακολουθήθηκε από το στεατικό C18:0 από 8,88% (P3) έως 13,26% (P2) (Πίνακας 13).

Το σύνολο των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων (Σ MUFA) στα δείγματα με τα ενσιρώματα ντομάτας κυμάνθηκε από 40,76 % (N1) έως 47,73% (N4) σε αντίθεση με τα ενσιρώματα ροδιού που κυμάνθηκε σε μικρότερα ποσοστά από 23,83% (P2) έως 29,69% (P3). Σε αυτήν την ομάδα το κυριότερο λιπαρό οξύ και για τις δύο εκτροφές ήταν το ελαϊκό (C18:1 ω -9), με ποσοστό που κυμάνθηκε από 35,68% (N1) έως 42,77% (N4) στο οποίο παρατηρήθηκε και ανοδική τάση με την αύξηση των ενσιρωμάτων ντομάτας και ροδιού.

Το σύνολο των πολυακόρεστων (Σ PUFA) κυμάνθηκε από 9,79% (N2) έως 15,9% (N3) και 10,55% (P1) έως 17,49% (P2). Τα ποσοστά των ω -6 κυμάνθηκαν από 6,47 % (N2) έως 12,17% (N3) και από 8,13% (P1) έως 14,17% (P2) σε σχέση με τα ω -3 που ανιχνεύθηκαν σε μικρότερα ποσοστά όπου η αύξηση των ενσιρωμάτων σε ντομάτα και ρόδι οδήγησε σε αύξηση των ω -3 λιπαρών οξέων. Όσον αφορά το άθροισμα των CLA το μεγαλύτερο ποσοστό παρατηρήθηκε στο N3 (1,18%) και στο P2 (1,35%) (Πίνακας 13).

Πίνακας 9. Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο σύνολο των λιπαρών οξέων του λίπους κρέατος της 1^{ης} παρτίδας αρνιών που εκτράφηκαν με ενσίρωμα ντομάτας και ροδιού

1 ^η παρτίδα	N1	N2	N3	N4	P1	P2	P3
C14:0	5,56	4,69	4,01	3,95	17,6	6,61	5,85
C15:0	0,73	0,49	0,42	0,35	2,15	0,63	0,55
C16:0	35,23	36,2	31,8	31,26	35,79	37,97	37,89
C16:1ω-7	3,19	3,33	3,39	3,61	2,02	3,83	3,97
C16:1ω-6	0,5	0,56	0,46	0,35	0,95	0,54	0,46
C16:1ω-5	0,93	0,91	0,9	0,73	0,99	0,78	0,62
C16:2ω-7	2,05	1,47	1,69	1,23	1,37	1,22	1,17
C16:2ω-5	1,31	1,02	1,17	1,03	0,44	0,99	0,99
C18:0	6,05	5,33	4,64	4,62	9,4	13,26	8,88
C18:1ω-9	35,68	38,27	38,35	42,77	20,3	18,62	24,39
C18:1ω-7	0,26	0,28	0,13	0,27	0,14	0,06	0,25
C18:2ω-6	5,8	4,55	9,21	6,53	5,85	10,22	10,38
CLA C18 9cis 11trans	0,48	0,58	0,65	0,37	0,71	0,69	0,65
CLA C18 9cis 11cis	0,49	0,59	0,53	0,6	0,49	0,59	0,52
CLA C18 10trans 12cis	0,07	-	-	-	0,03	0,07	0,09
C18:3ω-3	0,06	0,11	0,07	0,22	0,2	0,09	0,5
C20:0	-	-	-	-	0,11	0,31	0,09
C20:2ω-9	0,15	0,11	0,08	-	0,13	0,21	0,14
C20:4ω-6	1,46	1,36	2,5	2,11	1,33	3,41	2,43
C22:0	-	0,15	-	-	-	-	0,18
ΣSFA	47,57	46,86	40,87	40,18	65,05	58,78	53,44
Σ MUFA	40,56	43,35	43,23	47,73	24,4	23,83	29,69
Σ PUFA	11,87	9,79	15,9	12,09	10,55	17,49	16,87
Σ ω-3	0,06	0,11	0,07	0,22	0,2	0,09	0,5
Σ ω-6	7,76	6,47	12,17	8,99	8,13	14,17	13,27

Οι τιμές είναι ο μέσος όρος ± τυπική απόκλιση από 3 επαναλήψεις σε κάθε δείγμα

N1: 30% ΞΟ από σανό μηδικής και 0% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας (Μάρτυρας)

N2: 20% ΞΟ από σανό μηδικής και 10% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N3: 10% ΞΟ από σανό μηδικής και 20% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N4: 0% ΞΟ από σανό μηδικής και 30% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

P1: 20% ΞΟ από σανό μηδικής, 0% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 0% ΞΟ από άχυρο σιταριού (Μάρτυρας)

P2: 10% ΞΟ από σανό μηδικής, 12% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 5% ΞΟ από άχυρο σιταριού

P3: 0% ΞΟ από σανό μηδικής, 24% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 10% ΞΟ από άχυρο σιταριού

5.2.2 Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο λίπος κρέατος της 2^{ης} παρτίδας αρνιών που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 14 το σύνολο των κορεσμένων λιπαρών οξέων (Σ SFA) τόσο στο λίπος των κρεάτων που προήλθε από εκτροφή με ενσιρώματα ντομάτας όσο και στο λίπος των κρεάτων που προήλθε από εκτροφή με ενσιρώματα ροδιού παρουσίασε το μεγαλύτερο ποσοστό στα (N4) και (P3), με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα ενσιρώματος ντομάτας και ροδιού αντίστοιχα, σε ποσοστά που κυμαίνονται από 40,27% (N2) έως 45,70% (N4) και από 42,65% (P1) έως 54,89% (P3). Το κυριότερο κορεσμένο λιπαρό οξύ ήταν το παλμιτικό C16:0 και στις δύο εκτροφές το οποίο εμφάνισε το υψηλότερο ποσοστό στο N4 (34,92%) που περιέχει 30% ενσίρωμα ντομάτας και χαμηλότερο ποσοστό στο N2 (29,41%) το οποίο περιέχει 10% ενσίρωμα ντομάτας και αντίστοιχα υψηλότερο ποσοστό στο P3 (39,38%) με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε ενσίρωμα ροδιού και χαμηλότερο στο P2 (28,75%).

Το σύνολο των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων (Σ MUFA) κυμάνθηκε από 39,51% (N2) έως 43,56%(N4) και 28,8% (P3) έως 44,51% (P2). Το λιπαρό οξύ με την υψηλότερη περιεκτικότητα ήταν το ελαιικό C18:1 ω -9 που κυμάνθηκε από 35,68% (N3) έως 38,69 (N4), παρουσίασε αύξηση δηλαδή με την αύξηση της περιεκτικότητας σε ενσίρωμα ντομάτας, ενώ στα δείγματα κρέατος που προήλθαν από εκτροφή με ενσίρωμα ροδιού τα αποτελέσματα είχαν αντίθετη τάση [24,41% (P3), 41,26% (P2)].

Το σύνολο των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (Σ PUFA) μειώθηκε με την αύξηση της περιεκτικότητας σε ενσίρωμα ντομάτας, με το μεγαλύτερο ποσοστό στο δείγμα N2 (20,22%). Αντίθετα στα δείγματα κρέατος που προήλθαν από εκτροφή με ενσίρωμα ροδιού τα αποτελέσματα είχαν αντίθετη τάση [10,47% (P2), 16,31% (P3)]. Στο άθροισμα των CLA το υψηλότερο ποσοστό παρατηρήθηκε στο δείγμα N3 (1,47%) και στο P3 (1,33%). Τα ποσοστά των ω -6 κυμάνθηκαν από 7% (N1) έως 16,03% (N2) και παρατηρήθηκε μείωση με την αύξηση της περιεκτικότητας σε ενσίρωμα ντομάτας. Σε αντίθεση με τα ποσοστά των ω -3 που αυξήθηκαν με την αύξηση σε ενσίρωμα ντομάτας, με το υψηλότερο ποσοστό στο δείγμα N4 (0,14 %). Τα ποσοστά των ω -6 και ω -3 στα δείγματα κρέατος που

προήλθαν από εκτροφή με ενσίρωμα ροδιού παρουσίασαν ανοδική τάση με την αύξηση της περιεκτικότητας σε ενσίρωμα. Έτσι τα ω-6 λιπαρά οξέα κυμάνθηκαν από 8,2% (P2) έως 12,86% (P3) και τα ω-3 λιπαρά οξέα από 0,06% έως 0,24%.

Πίνακας 10. Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο σύνολο των λιπαρών οξέων στο λίπος κρέατος της 2^{ης} παρτίδας αρνιών που εκτράφηκαν με ενσίρωμα ντομάτας και ροδιού.

2 ^η παρτίδα	N1	N2	N3	N4	P1	P2	P3
C14:0	4,91	3,98	5,38	3,85	4,17	3,38	3,95
C15:0	0,74	0,49	0,37	0,29	0,5	0,28	0,43
C16:0	34,35	29,41	34,35	34,92	31,27	28,75	39,38
C16:1ω-7	4,11	2,6	3,7	3,63	3,58	2,63	3,11
C16:1ω-6	0,5	0,37	0,55	0,44	0,43	0,46	0,39
C16:1ω-5	0,96	0,74	0,8	0,8	0,84	0,08	0,68
C16:2ω-7	1,94	1,73	1,14	1,33	2,17	0,95	1,24
C16:2ω-5	1,64	1,16	0,85	1,08	1,64	0,8	0,86
C18:0	4,89	6,39	5,41	6,64	6,56	12,61	10,96
C18:1ω-9	37,07	35,66	35,68	38,69	36,65	41,26	24,41
C18:1ω-7	0,25	0,14	0,43	0,27	0,17	0,08	0,21
C18:2ω-6	5,18	12,81	7,45	4,17	7,65	5,96	9,89
CLA C18 9cis 11trans	0,63	0,8	0,42	0,43	0,7	0,37	0,59
CLA C18 9cis 11cis	0,51	0,54	0,85	0,08	0,42	0,42	0,65
CLA C18 10trans 12cis	-	-	-	0,46	0,06	-	0,09
C18:3ω-3	0,1	0,2	0,11	0,14	0,14	0,06	0,24
C20:0	-	-	-	-	-	-	0,08
C20:2ω-9	0,9	0,13	0,15	0,19	0,18	0,13	0,17
C20:4ω-6	1,32	2,85	2,36	2,59	2,72	1,78	2,58
C22:0	-	-	-	-	0,15	-	0,09
Σ SFA	44,89	40,27	45,51	45,70	42,65	45,02	54,89
Σ MUFA	42,89	39,51	41,16	43,56	41,67	44,51	28,8
Σ PUFA	12,22	20,22	13,33	10,47	15,68	10,47	16,31
Σ ω-3	0,1	0,2	0,11	0,14	0,14	0,06	0,24
Σ ω-6	7	16,03	10,36	7,2	10,8	8,2	12,86

Οι τιμές είναι ο μέσος όρος ± τυπική απόκλιση από 3 επαναλήψεις σε κάθε δείγμα

N1: 30% ΞΟ από σανό μηδικής και 0% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας (Μάρτυρας)

N2: 20% ΞΟ από σανό μηδικής και 10% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N3: 10% ΞΟ από σανό μηδικής και 20% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N4: 0% ΞΟ από σανό μηδικής και 30% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

P1: 20% ΞΟ από σανό μηδικής, 0% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 0% ΞΟ από άχυρο σιταριού (Μάρτυρας)

P2: 10% ΞΟ από σανό μηδικής, 12% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 5% ΞΟ από άχυρο σιταριού

P3: 0% ΞΟ από σανό μηδικής, 24% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 10% ΞΟ από άχυρο σιταριού

5.2.3 Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο λίπος κρέατος της 3^{ης} παρτίδας αρνιών που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα 15 το σύνολο των κορεσμένων λιπαρών οξέων (SFA) τόσο στο λίπος του κρέατος που προήλθε από εκτροφή με ενσιρώματα ντομάτας όσο και στο λίπος του κρέατος που προήλθε από εκτροφή με ενσιρώματα ροδιού παρουσίασε το υψηλότερο ποσοστό στο δείγμα N1 (56,82%) (μάρτυρας) και στο δείγμα P3 (57,02%) που προήλθε από την εκτροφή με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ενσίρωμα ροδιού. Το κυριότερο κορεσμένο λιπαρό οξύ που ανιχνεύτηκε ήταν το παλμιτικό C16:0 το οποίο εμφάνισε το υψηλότερο ποσοστό στο N3 (38,37%) και χαμηλότερο στο N4 (29,34%) και αντίστοιχα για το ρόδι το υψηλότερο ποσοστό στο P3 (39,77%) με την υψηλότερη περιεκτικότητα ενσιρώματος ροδιού και το χαμηλότερο στο P1 (34,03%) (μάρτυρας). Διαπιστώνεται έτσι ότι τα αποτελέσματα είχαν αντίθετη τάση.

Το σύνολο των μονοακόρστων λιπαρών οξέων (Σ MUFA) εμφάνισε υψηλότερο ποσοστό στο δείγμα N2 (42,72%) και το χαμηλότερο στο δείγμα N1 (31,73%) και στα δείγματα κρέατος που προήλθαν από εκτροφή ενσιρώματος ροδιού το υψηλότερο ποσοστό στο δείγμα P1 (39,89%) και το χαμηλότερο στο δείγμα P3 (26,6%). Το λιπαρό οξύ με την υψηλότερη περιεκτικότητα ήταν το ελαιικό C18:1 ω -9 που κυμάνθηκε από 27,38% (N1) έως 38,25% (N2), δεν παρουσίασε σημαντική μεταβολή, ενώ στα δείγματα κρέατος που προήλθαν από εκτροφή ενσιρώματος ροδιού παρουσίασε σημαντική μείωση με την αύξηση της περιεκτικότητας σε ενσίρωμα (P1 34,53%, P3 21,94%).

Το σύνολο των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (Σ PUFA) εμφάνισε το υψηλότερο ποσοστό στο δείγμα N4 (18,78%), με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ενσίρωμα ντομάτας. Σημαντική φαίνεται να ήταν η αύξηση της περιεκτικότητας του ενσιρώματος στην περιεκτικότητα στο λινελαϊκό C18:2 ω -6 (N1 5,16%, N4 11,87%; P1 6,26%, P3 10,13%). Η αύξηση των ενσιρωμάτων σε ρόδι οδήγησε σε αύξηση των ω -3 λιπαρών οξέων σε σχέση με τα ενσιρώματα ντομάτας που παρέμεινε σταθερή.

Στο άθροισμα των CLA ήταν ανάλογο με αυτό των υπόλοιπων παρτίδων.

Πίνακας 11. Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο σύνολο των λιπαρών οξέων στο λίπος κρέατος της 3^{ης} παρτίδας αρνιών που εκτράφηκαν με ενσίρωμα ντομάτας και ροδιού.

3 ^η παρτίδα	N1	N2	N3	N4	P1	P2	P3
C14:0	9,9	3,74	9,47	3,87	8,25	4,25	6,46
C15:0	1,11	0,3	0,57	0,33	0,86	0,22	0,65
C16:0	37,88	32,24	38,37	29,34	34,03	35,08	39,77
C16:1ω-7	2,45	3,18	2,48	2,89	3,72	2,51	3,28
C16:1ω-6	0,71	0,32	0,63	0,43	0,53	0,61	0,49
C16:1ω-5	0,89	0,73	0,84	0,9	0,77	0,62	0,62
C16:2ω-7	1,82	1,66	1,21	1,72	1,4	1,16	1,2
C16:2ω-5	1,14	1,28	0,74	1,24	1,18	0,78	0,72
C18:0	7,93	6,57	6,84	5,88	4,63	10,78	10,04
C18:1ω-9	27,38	38,25	29,46	37,3	34,53	32,06	21,94
C18:1ω-7	0,3	0,24	0,58	0,28	0,34	0,25	0,27
C18:2ω-6	5,16	7,22	5,6	11,87	6,26	7,45	10,13
CLA C18 9cis 11trans	0,53	0,52	0,3	0,52	0,53	0,51	0,49
CLA C18 9cis 11cis	0,3	0,58	0,3	0,07	0,16	0,55	0,99
CLA C18 10trans 12cis	0,26	-	-	0,2	0,29	0,07	0,15
C18:3ω-3	0,2	0,13	0,12	0,12	0,14	0,07	0,35
C20:0	-	-	-	-	0,44	-	0,1
C20:2ω-9	0,21	0,29	0,16	0,12	0,2	0,21	-
C20:4ω-6	1,92	2,75	2,33	2,92	1,63	2,82	2,35
C22:0	-	-	-	-	0,11	-	-
Σ SFA	56,82	42,85	55,25	39,42	48,32	50,33	57,02
Σ MUFA	31,73	42,72	33,99	41,8	39,89	36,05	26,6
Σ PUFA	11,54	14,43	10,76	18,78	11,79	13,62	16,38
Σ ω-3	0,2	0,13	0,12	0,12	0,14	0,07	0,35
Σ ω-6	7,79	10,29	8,56	15,22	8,42	10,88	12,97

Οι τιμές είναι ο μέσος όρος ± τυπική απόκλιση από 3 επαναλήψεις σε κάθε δείγμα

N1: 30% ΞΟ από σανό μηδικής και 0% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας (Μάρτυρας)

N2: 20% ΞΟ από σανό μηδικής και 10% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N3: 10% ΞΟ από σανό μηδικής και 20% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N4: 0% ΞΟ από σανό μηδικής και 30% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

P1: 20% ΞΟ από σανό μηδικής, 0% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 0% ΞΟ από άχυρο σιταριού (Μάρτυρας)

P2: 10% ΞΟ από σανό μηδικής, 12% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 5% ΞΟ από άχυρο σιταριού

P3: 0% ΞΟ από σανό μηδικής, 24% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 10% ΞΟ από άχυρο σιταριού

5.2.4 Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο λίπος κρέατος της 4^{ης} παρτίδας αρνιών που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 16 το σύνολο των κορεσμένων λιπαρών οξέων (Σ SFA) κυμάνθηκε από 42,79% (N3) έως 49,8% (N2) στα δείγματα που προήλθαν από εκτροφή με ενσιρώματα ντομάτας ενώ στα δείγματα που προήλθαν από εκτροφή με ενσιρώματα ροδιού από 41,1% (P1) έως 51,52% (P3). Το κυριότερο κορεσμένο λιπαρό οξύ, όπως και στις προηγούμενες παρτίδες, ήταν το παλμιτικό οξύ C16:0 το οποίο εμφάνισε το υψηλότερο ποσοστό στο N2 (36,95%) και το χαμηλότερο στο N1 (31,9%) (μάρτυρας) και από 25,81% (P2) έως 36,14% (P3).

Το σύνολο των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων (Σ MUFA) κυμάνθηκε από 38,77% (N4) έως 40,19 (N3) και 29,61% (P3) έως 46,68% (P2). Σε αυτήν την ομάδα το κυριότερο λιπαρό οξύ ήταν το ελαιικό C18:1ω-9 το οποίο ανιχνεύθηκε σε χαμηλότερο ποσοστό (34,07%) στο δείγμα N4 με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε ενσίρωμα ντομάτας και σε υψηλότερο ποσοστό (35,56%) στο N3. Στις μεταχειρίσεις με το ενσίρωμα ροδιού τα ποσοστά κυμάνθηκαν από 29,61% (P3) έως 46,68% (P2).

Το σύνολο των πολυακόρεστων (Σ PUFA) κυμάνθηκε από 10,64% στο N2 έως 17,02% στο N3 σημαντική δηλαδή αύξηση, ενώ αντίθετα παρατηρήθηκε μείωση με την περαιτέρω αύξηση του ενσιρώματος ντομάτας (δείγμα N4). Στα δείγματα κρέατος αντιθέτως που προήλθαν από εκτροφή με ενσίρωμα ροδιού παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση των PUFA με την αύξηση του ενσιρώματος, από 9,85% (P2) σε 18,87% (P3). Η αύξηση των ενσιρωμάτων σε ντομάτα και ρόδι οδήγησε σε αύξηση των ω-3 λιπαρών οξέων.

Το άθροισμα των CLA ανιχνεύθηκε σε υψηλότερα ποσοστά στα δείγματα κρέατος με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε ενσιρώματα, δείγμα N4 1,14%, δείγμα P3 1,76%.

Πίνακας 12. Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο σύνολο των λιπαρών οξέων στο λίπος κρέατος της 4^{ης} παρτίδας αρνιών που εκτράφηκαν με ενσίρωμα ντομάτας και ροδιού.

4 ^η παρτίδα	N1	N2	N3	N4	P1	P2	P3
C14:0	5,37	3	4,05	4,88	3,28	2,55	5,93
C15:0	0,56	0,18	0,47	0,43	0,46	0,2	0,61
C16:0	31,9	36,95	32,34	35,07	26,74	25,81	36,14
C16:1ω-7	2,97	2,76	3	3,06	2,99	2,99	3,18
C16:1ω-6	0,49	0,38	0,45	0,48	0,26	0,41	0,74
C16:1ω-5	0,85	0,77	0,93	0,86	0,81	0,33	0,68
C16:2ω-7	1,65	1,19	2,12	1,66	1,45	0,7	1,12
C16:2ω-5	1,24	0,88	1,38	1,04	1,18	0,66	0,76
C18:0	7,54	9,67	5,93	6,56	10,39	14,91	8,62
C18:1ω-9	34,71	35,42	35,56	34,07	38,66	42,45	24,68
C18:1ω-7	0,26	0,23	0,25	0,3	0,29	0,5	0,33
C18:2ω-6	8,07	5,07	9,83	8,01	8,64	5,56	11,62
CLA C18 9cis 11trans	0,68	0,43	0,65	0,52	0,61	0,35	0,68
CLA C18 9cis 11cis	0,32	0,51	0,08	0,65	0,35	0,43	0,93
CLA C18 10trans 12cis	-	-	-	0,07	-	-	0,15
C18:3ω-3	0,07	0,11	0,08	0,16	0,06	0,13	0,28
C20:0	-	-	-	-	-	-	0,09
C20:2ω-9	0,23	0,22	0,08	0,14	0,24	0,14	0,15
C20:4ω-6	2,98	2,23	2,8	2,04	3,36	1,88	3,18
C22:0	0,11	-	-	-	0,23	-	0,13
Σ SFA	45,48	49,8	42,79	46,94	41,1	43,47	51,52
Σ MUFA	39,28	39,56	40,19	38,77	43,01	46,68	29,61
Σ PUFA	15,24	10,64	17,02	14,29	15,65	9,85	18,87
Σ ω-3	0,07	0,11	0,08	0,16	0,06	0,13	0,28
Σω-6	11,54	7,28	13,08	10,53	12,26	7,85	15,54

Οι τιμές είναι ο μέσος όρος ± τυπική απόκλιση από 3 επαναλήψεις σε κάθε δείγμα

N1: 30% ΞΟ από σανό μηδικής και 0% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας (Μάρτυρας)

N2: 20% ΞΟ από σανό μηδικής και 10% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N3: 10% ΞΟ από σανό μηδικής και 20% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N4: 0% ΞΟ από σανό μηδικής και 30% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

P1: 20% ΞΟ από σανό μηδικής, 0% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 0% ΞΟ από άχυρο σιταριού (Μάρτυρας)

P2: 10% ΞΟ από σανό μηδικής, 12% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 5% ΞΟ από άχυρο σιταριού

P3: 0% ΞΟ από σανό μηδικής, 24% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 10% ΞΟ από άχυρο σιταριού

5.2.5 Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο λίπος κρέατος της 5^{ης} παρτίδας αρνιών που εκτράφηκαν με ενσίρωμα ντομάτας και ροδιού

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τον πίνακα 17 το σύνολο το κορεσμένων λιπαρών οξέων (Σ SFA) στο λίπος του κρέατος που προήλθε από εκτροφή με ενσίρωμα ντομάτας κυμάνθηκε από 35,85% (N3) έως 42,52% (N1) (μάρτυρας). Όσον αφορά το σύνολο των κορεσμένων λιπαρών οξέων στο λίπος του κρέατος που προήλθε από εκτροφή με ενσίρωμα ροδιού κυμάνθηκε από 40,8% (P1) έως 45,4% (P3), αντίθετη τάση για μια ακόμη φορά. Το κυριότερο λιπαρό οξύ που ανιχνεύτηκε ήταν το παλμιτικό C16:0 το οποίο κυμάνθηκε από 27,27% (N4) έως 31,93% (N2) και από 26,34% (P3) έως 30,97% (P2). Για το λιπαρό οξύ C18:0 παρατηρήθηκε μια σημαντική αύξηση στα δείγματα κρέατος που προήλθαν από τις υψηλότερες περιεκτικότητες σε ενσίρωμα τόσο ντομάτας 8,48% (N4), αλλά κυρίως ροδιού 14,37% (P3).

Το σύνολο των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων (Σ MUFA) κυμάνθηκε από 44,66% (N1) έως 50,46% (N3) και από 38,81% (P2) έως 40,79% (P1). Στην ομάδα αυτή το κυριότερο λιπαρό οξύ ήταν το ελαιικό C18:1 ω -9 το οποίο ανιχνεύθηκε σε υψηλότερα ποσοστά στα δείγματα κρέατος που προήλθαν από εκτροφή με ενσίρωμα ντομάτας (από 40,24% έως 45,94%) και σε χαμηλότερα ποσοστά στα δείγματα κρέατος που προήλθαν από εκτροφή με ενσίρωμα ροδιού (από 34,84% έως 36,2%).

Το σύνολο των πολυακόρεστων (Σ PUFA) κυμάνθηκε από 12,79% στο δείγμα N4 έως 13,69% στο δείγμα N3 και από 14,6% στο δείγμα P3 έως 19,7% στο δείγμα P2. Η αύξηση των ενσιρωμάτων σε ντομάτα και ρόδι οδήγησε σε αύξηση των ω -3 λιπαρών οξέων. Το άθροισμα των CLA παρατηρήθηκε σε υψηλότερο ποσοστό στο δείγμα N3 (1,07%) και στο δείγμα P2 (2,04%).

Πίνακας 13. Μεταβολές στην κατανομή των λιπαρών οξέων (%) στο σύνολο των λιπαρών οξέων στο λίπος κρέατος της 5^{ης} παρτίδας αρνιών που εκτράφηκαν με ενσίρωμα ντομάτας και ροδιού.

5 ^η παρτίδα	N1	N2	N3	N4	P1	P2	P3
C14:0	4,13	3,85	4,34	3,08	3,25	3,59	4,36
C15:0	0,47	0,29	0,35	0,44	0,67	0,5	0,33
C16:0	30,45	31,93	27,47	27,27	30,44	30,97	26,34
C16:1ω-7	2,95	3,14	3,25	2,72	2,98	3,3	2,74
C16:1ω-6	0,42	0,38	0,4	0,41	0,39	0,47	0,32
C16:1ω-5	0,82	0,72	0,64	0,84	1,08	-	0,5
C16:2ω-7	2	1,38	1,31	1,41	2,69	1,59	0,72
C16:2ω-5	1,54	1,09	1,04	1,02	1,92	1,16	0,64
C18:0	7,47	5,7	3,69	8,48	6,22	6,26	14,37
C18:1ω-9	40,24	40,91	45,94	43,67	36,2	34,84	35,88
C18:1ω-7	0,23	0,2	0,23	0,3	0,14	0,2	0,56
C18:2ω-6	6,32	7,39	8,15	7,32	8,28	10,95	9,09
CLA C18 9cis 11trans	0,60	0,5	0,53	0,24	0,69	0,62	0,42
CLA C18 9cis 11cis	0,4	0,56	0,54	0,36	0,38	1,04	0,56
CLA C18 10trans 12cis	-	-	-	-	-	0,38	-
C18:3ω-3	0,12	0,13	0,15	0,15	0,1	0,12	0,18
C20:0	-	-	-	-	-	-	-
C20:2ω-9	0,26	0,12	-	0,11	0,28	0,19	0,11
C20:4ω-6	1,58	1,71	1,97	2,18	4,07	3,65	2,88
C22:0	-	-	-	-	0,22	0,17	-
Σ SFA	42,52	41,77	35,85	39,27	40,8	41,49	45,4
Σ MUFA	44,66	45,35	50,46	47,94	40,79	38,81	40
Σ PUFA	12,82	12,88	13,69	12,79	18,41	19,7	14,6
Σ ω-3	0,12	0,13	0,15	0,15	0,1	0,12	0,18
Σ ω-6	8,32	9,48	10,52	9,91	12,74	15,07	12,29

Οι τιμές είναι ο μέσος όρος ± τυπική απόκλιση από 3 επαναλήψεις σε κάθε δείγμα

N1: 30% ΞΟ από σανό μηδικής και 0% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας (Μάρτυρας)

N2: 20% ΞΟ από σανό μηδικής και 10% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N3: 10% ΞΟ από σανό μηδικής και 20% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N4: 0% ΞΟ από σανό μηδικής και 30% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

P1: 20% ΞΟ από σανό μηδικής, 0% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 0% ΞΟ από άχυρο σιταριού (Μάρτυρας)

P2: 10% ΞΟ από σανό μηδικής, 12% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 5% ΞΟ από άχυρο σιταριού

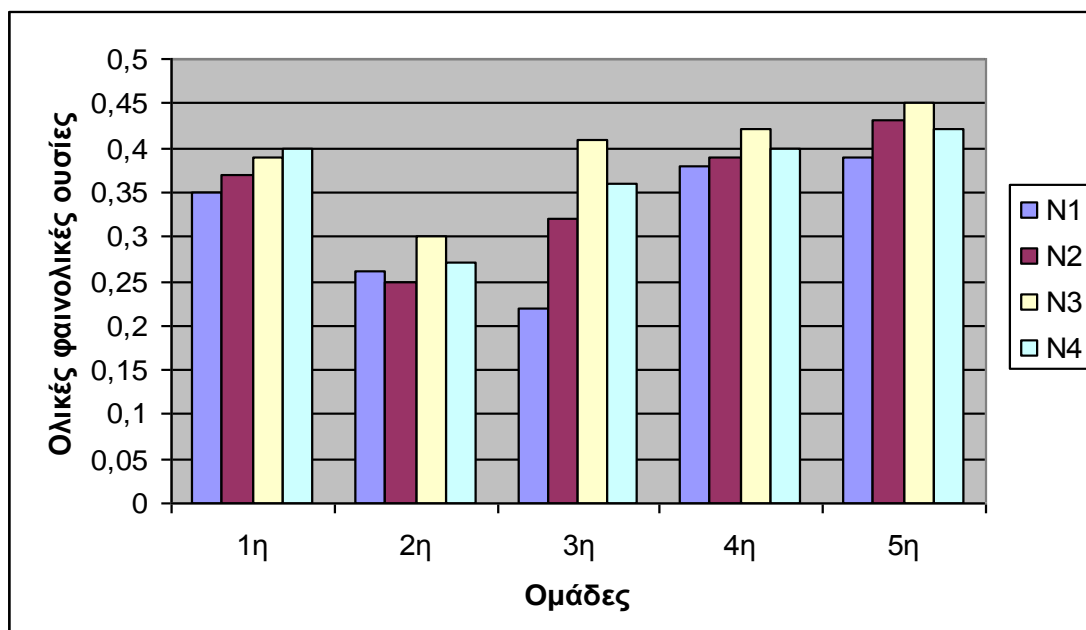
P3: 0% ΞΟ από σανό μηδικής, 24% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 10% ΞΟ από άχυρο σιταριού

5.3 Μεταβολή στην περιεκτικότητα των ολικών φαινολικών ουσιών

Η εκτροφή των ζώων παρέχει στο κρέας τους μεγάλη διάρκεια ζωής (οξειδωτική σταθερότητα), κάτι που προφανώς οφείλεται στη διατροφή τους, που αποτελείται κυρίως από φυτικά υλικά με υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικές ουσίες. Αυτές οι ουσίες μπορούν να επιμηκύνουν την διάρκεια ζωής των κρεατοσκευασμάτων αλλά και να αναστείλουν την οξείδωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων (Mielnik et al., 2011).

5.3.1 Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε ολικές φαινολικές ουσίες στα δείγματα κρέατος (εκτροφή αρνιών με ενσιρώματα ντομάτας)

Στον σχήμα 10 παρουσιάζονται οι ολικές φαινολικές ουσίες, που περιέχονται στο κρέας αρνιών που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας σε g/100 g κρέατος εκφρασμένες σε γαλλικό οξύ. Αυτό που παρατηρείται, είναι ότι δείγματα με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε φαινολικές ουσίες είναι αυτά που προέρχεται από τα αρνιά που η εκτροφή τους περιείχε ενσιρώματα ντομάτας 20%. Στην συνέχεια ακολουθούν τα δείγματα που η εκτροφή τους περιείχε 30% ενσιρώματα ντομάτας, ενώ τα δείγματα από τους μάρτυρες έρχονται τελευταία (Σχήμα 10).

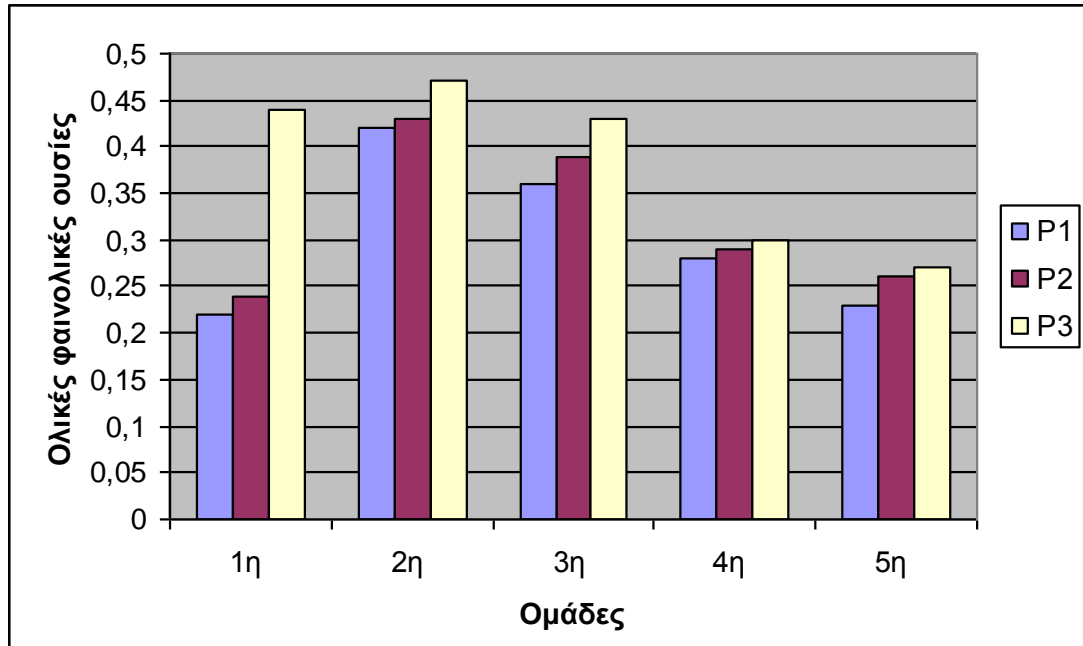


Οι τιμές είναι ο μέσος όρος από 3 επαναλήψεις σε κάθε δείγμα
 N1: 30% ΞΟ από σανό μηδικής και 0% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας (Μάρτυρας)
 N2: 20% ΞΟ από σανό μηδικής και 10% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας
 N3: 10% ΞΟ από σανό μηδικής και 20% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας
 N4: 0% ΞΟ από σανό μηδικής και 30% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

Σχήμα 10. Ολικές φαινολικές ουσίες σε g/100g δείγματος από την εκτροφή αρνιών με ενσιρώματα ντομάτας

5.3.2 Μεταβολές στην περιεκτικότητα σε ολικές φαινολικές ουσίες στα δείγματα κρέατος (εκτροφή αρνιών με τα ενσιρώματα ροδιού)

Όπως προκύπτει από το σχήμα 11 τα επίπεδα των ολικών φαινολικών ουσιών ήταν ανάλογα με την ποσότητα ροδιού που υπήρχε στην τροφή των ζώων. Από το σχήμα 11 μπορεί να παρατηρηθεί ότι τα μεγαλύτερα ποσοστά ολικών φαινολικών ουσιών και στις πέντε παρτίδες ανήκουν στα κρέατα των οποίων η εκτροφή τους περιείχε 24% ενσιρώματος ροδιού, δεύτερα έρχονται τα δείγματα που εκτράφηκαν με 12% ενσιρώματος ροδιού και τρίτα τα δείγματα του μάρτυρα.



Οι τιμές είναι ο μέσος όρος από 3 επαναλήψεις σε κάθε δείγμα

P1: 20% ΞΟ από σανό μηδικής, 0% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 0% ΞΟ από άχυρο σιταριού (Μάρτυρας)

P2: 10% ΞΟ από σανό μηδικής, 12% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 5% ΞΟ από άχυρο σιταριού

P3: 0% ΞΟ από σανό μηδικής, 24% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 10% ΞΟ από άχυρο σιταριού

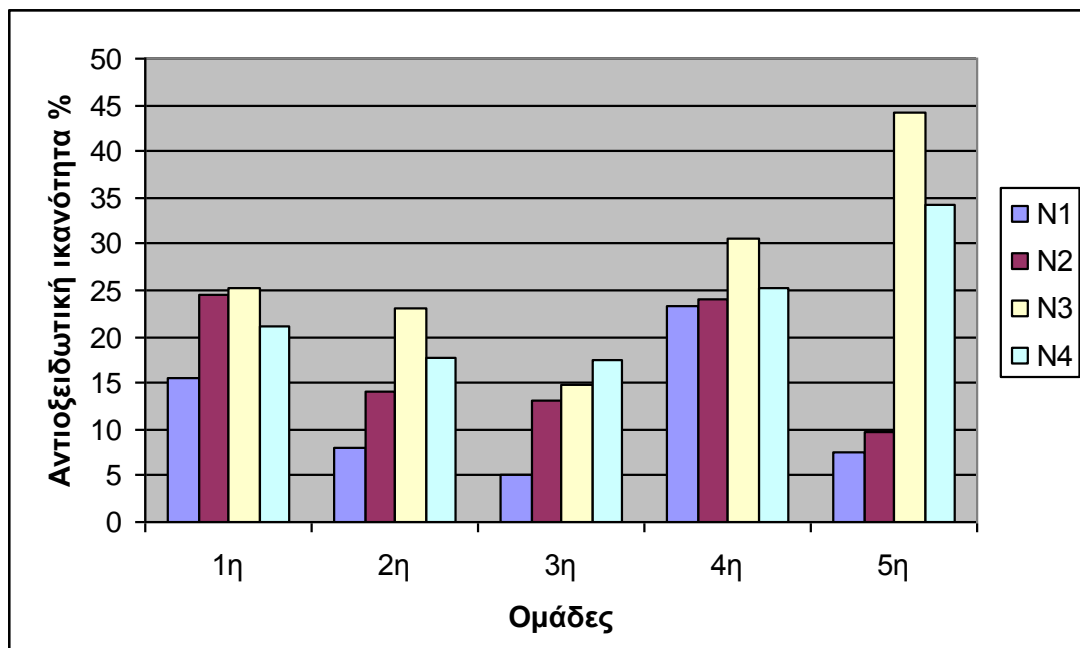
Σχήμα 11. Ολικές φαινολικές ουσίες σε g/100g δείγματος από την εκτροφή αρνιών με ενσιρώματα ροδιού

5.4 Μεταβολή της αντιοξειδωτικής ικανότητας των κρεάτων

Έχει αναφερθεί ότι η διατροφή των ζώων από βοσκότοπους προσδίδουν στο κρέας τους φυσικά αντιοξειδωτικά τα οποία βελτιώνουν σημαντικά την αντιοξειδωτική ικανότητα του και ενισχύει την οξειδωτική σταθερότητα του κρέατος. Τα αντιοξειδωτικά ένζυμα αποτελούν ένα ενδοκυτταρικό εμπόδιο ενάντια στις ελεύθερες ρίζες. Στους σκελετικούς μυς τα πιο σημαντικά ένζυμα είναι της καταλάσης και της υπεροξειδάσης (Mielnik et al., 2011).

5.4.1 Μεταβολές στην αντιοξειδωτική ικανότητα στα δείγματα του κρέατος (εκτροφή αρνιών με ενσιρώματα ντομάτας)

Με την εφαρμογή της μεθόδου DPPH προσδιορίστηκε η % αντιοξειδωτική ικανότητα των δειγμάτων (σχήμα 12). Αυτό που μπορεί να παρατηρηθεί, είναι ότι την υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση την εμφανίζουν τα δείγματα N3. Τα αποτελέσματα, είναι ανάλογα με τα αποτελέσματα του σχήματος 10, καθώς τα ίδια δείγματα έχουν και τα υψηλότερα ποσοστά ολικών φαινολικών ουσιών.



Οι τιμές είναι ο μέσος όρος από 3 επαναλήψεις σε κάθε δείγμα

N1: 30% ΞΟ από σανό μηδικής και 0% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας (Μάρτυρας)

N2: 20% ΞΟ από σανό μηδικής και 10% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N3: 10% ΞΟ από σανό μηδικής και 20% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

N4: 0% ΞΟ από σανό μηδικής και 30% ΞΟ από ενσίρωμα ντομάτας

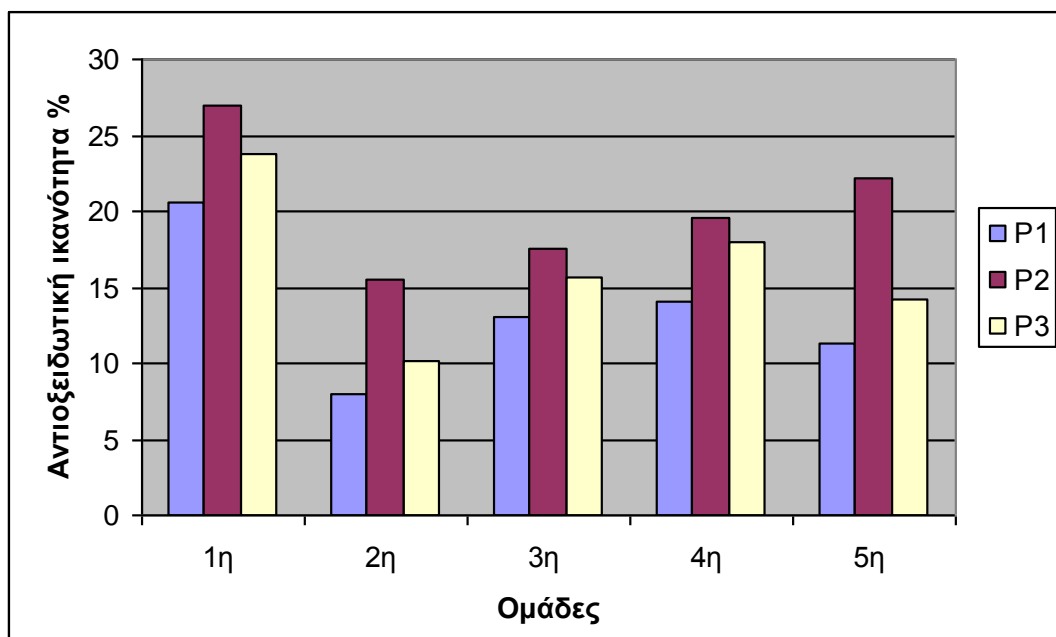
Σχήμα 12. Μεταβολές στην αντιοξειδωτική ικανότητα του κρέατος των πέντε παρτίδων αρνιών που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας

Οι Brettonnet et al., (2010) μελετώντας την σχέση μεταξύ φαινολικών ουσιών και αντιοξειδωτικής ικανότητας σε δείγματα κρέατος αναφέρουν ότι η αντιοξειδωτική δράση αυξάνεται όσο η περιεκτικότητα σε φαινολικές ουσίες ενισχύεται .

5.4.2 Μεταβολές στην αντιοξειδωτική ικανότητα στα δείγματα του κρέατος (εκτροφή αρνιών με τα ενσιρώματα ροδιού)

Στα δείγματα που προέρχονται από την εκτροφή των αρνιών με τα ενσιρώματα ροδιού, τα αποτελέσματα δεν ήταν όμοια με τα αποτελέσματα της εκτροφής των αρνιών με τα ενσιρώματα ντομάτας, αφού εδώ η αντιοξειδωτική δράση δεν είναι ανάλογη με τις φαινολικές ουσίες. Στον στο σχήμα 13 φαίνεται ότι η μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα

παρατηρήθηκε στα δείγματα P2, παρόλο που έχουν χαμηλότερα επίπεδα ολικών φαινολικών ουσιών από τα δείγματα P3. Ωστόσο διαπιστώνεται ότι η εκτροφή συνέβαλε σημαντικά στην αύξηση των αντιοξειδωτικών ουσιών των δειγμάτων κρέατος, βελτιώνοντας την ποιότητά του.



Οι τιμές είναι ο μέσος όρος από 3 επαναλήψεις σε κάθε δείγμα

P1: 20% ΞΟ από σανό μηδικής, 0% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 0% ΞΟ από άχυρο σιταριού (Μάρτυρας)

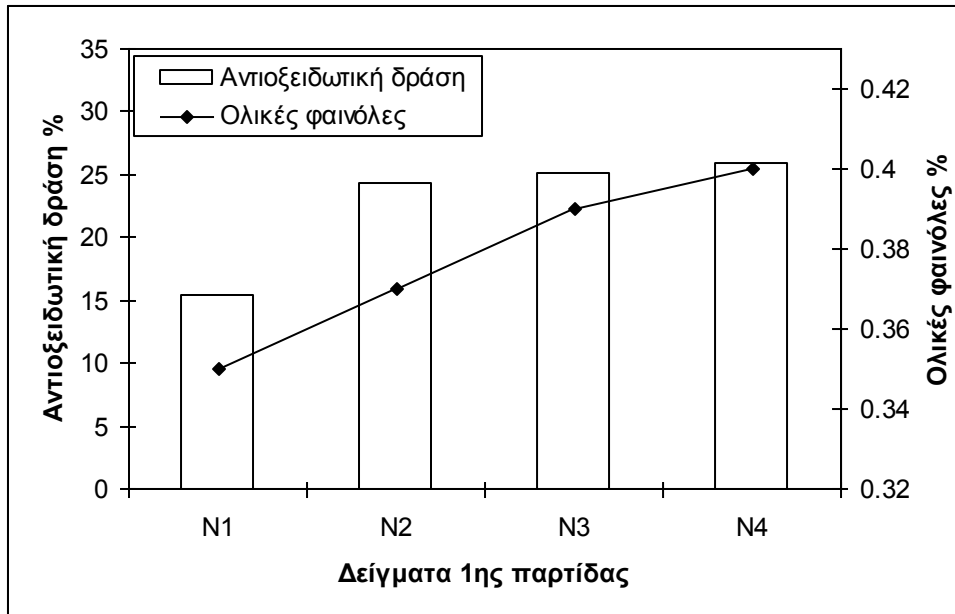
P2: 10% ΞΟ από σανό μηδικής, 12% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 5% ΞΟ από άχυρο σιταριού

P3: 0% ΞΟ από σανό μηδικής, 24% ΞΟ από ενσίρωμα ροδιού και 10% ΞΟ από άχυρο σιταριού

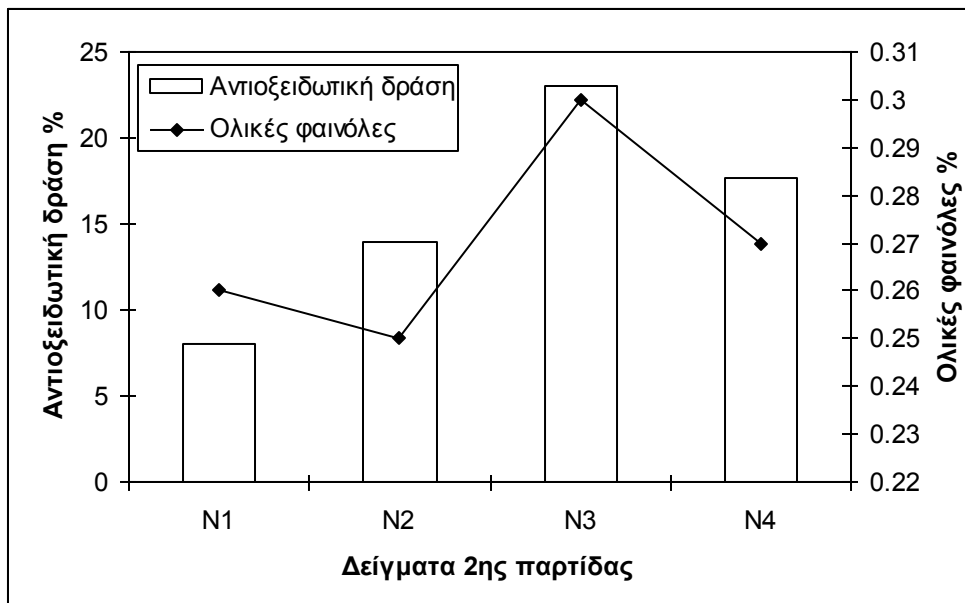
Σχήμα 13. Μεταβολές στην αντιοξειδωτική ικανότητα του κρέατος των πέντε παρτίδων αρνιών που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ροδιού

5.4.3 Συσχέτιση περιεκτικότητας σε ολικές φαινολικές ουσίες με την αντιοξειδωτική δράση των δειγμάτων.

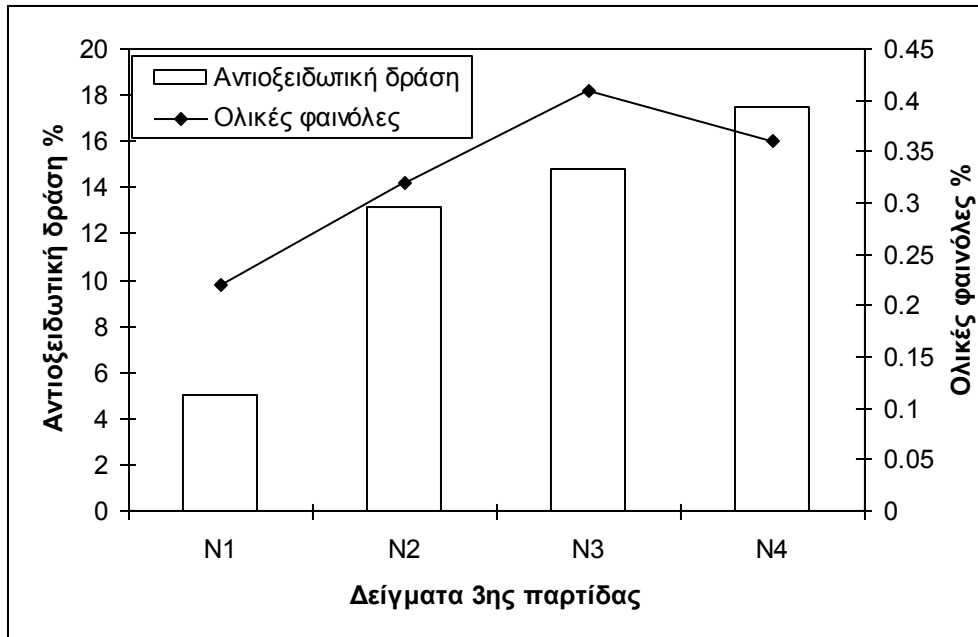
Όπως φαίνεται από τα σχήματα 14, 15, 16, 17 και 18 η περιεκτικότητα σε ολικές φαινόλες ήταν ανάλογη με την αντιοξειδωτική δράση των δειγμάτων που προήλθαν από ζώα που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας.



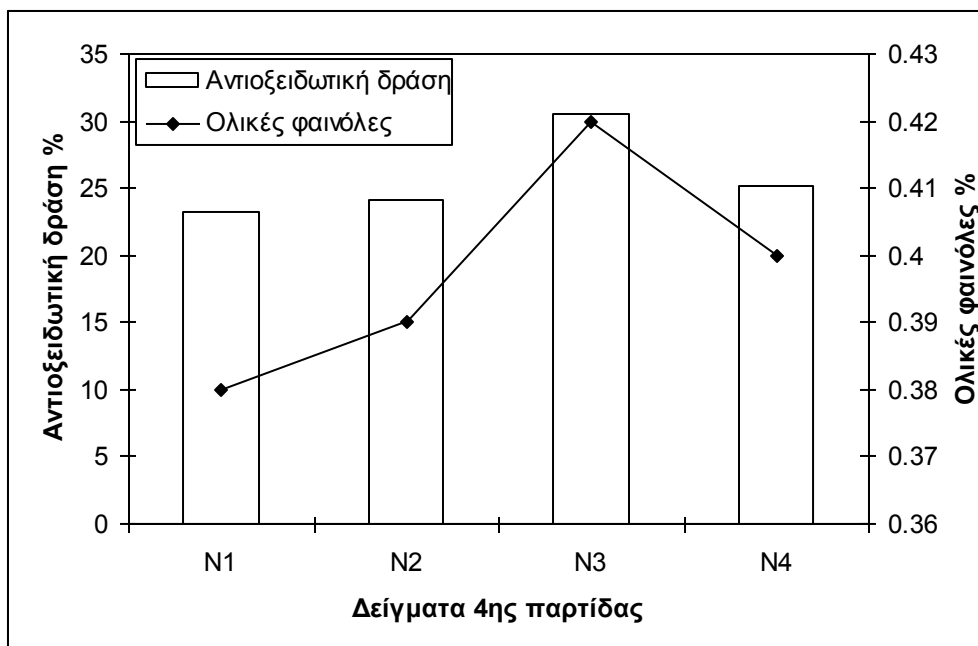
Σχήμα 14. Μεταβολές στην αντιοξειδωτική δράση ως συνάρτηση των ολικών φαινολικών ουσιών των ζώων της 1^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας



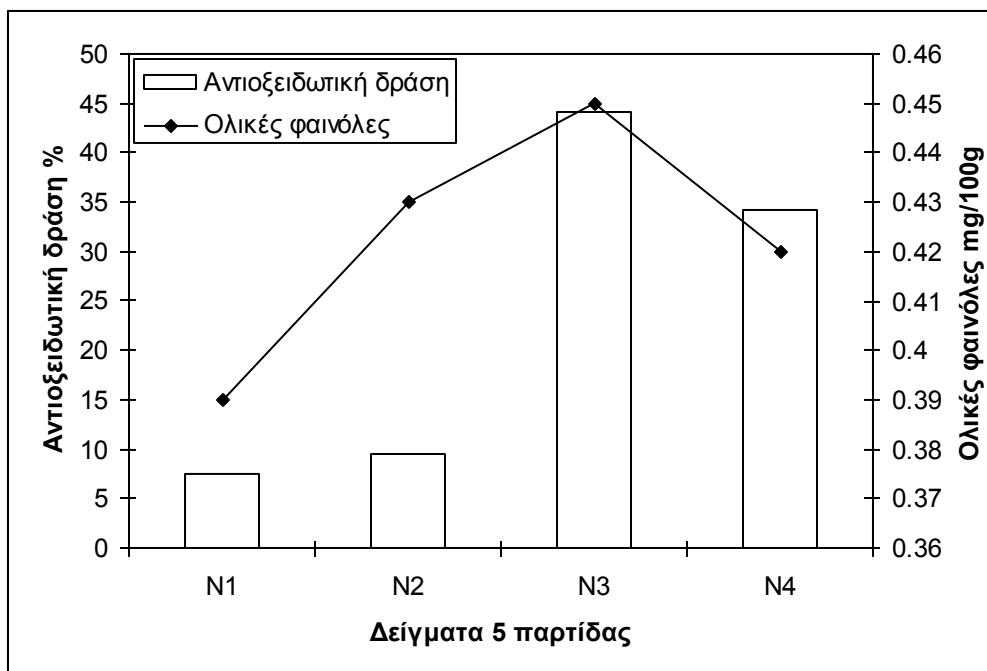
Σχήμα 15. Μεταβολές στην αντιοξειδωτική δράση ως συνάρτηση των ολικών φαινολικών ουσιών των ζώων της 2^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας



Σχήμα 16. Μεταβολές στην αντιοξειδωτική δράση ως συνάρτηση των ολικών φαινολικών ουσιών των ζώων της 3^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας

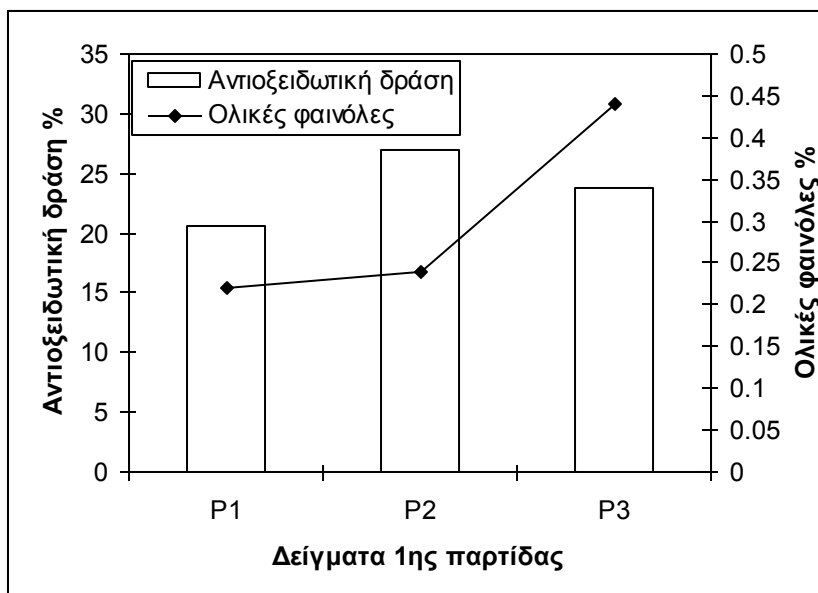


Σχήμα 17. Μεταβολές στην αντιοξειδωτική δράση ως συνάρτηση των ολικών φαινολικών ουσιών των ζώων της 4^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας

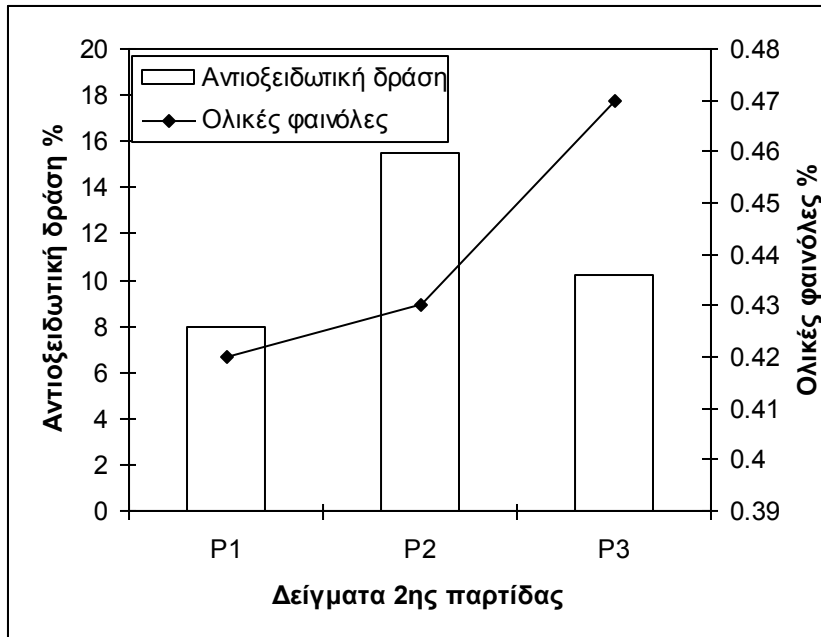


Σχήμα 18. Μεταβολές στην αντιοξειδωτική δράση ως συνάρτηση των ολικών φαινολικών ουσιών των ζώων της 5^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας

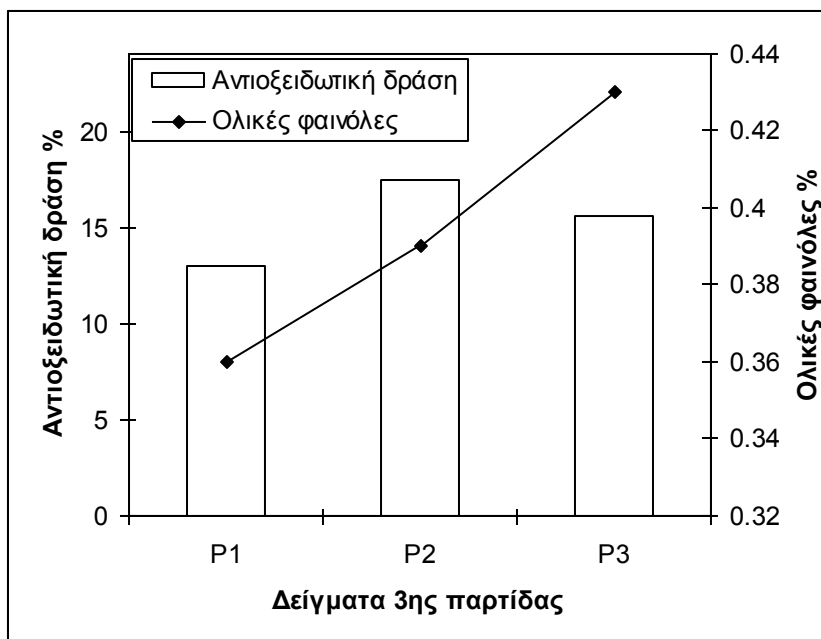
Στα δείγματα που προήλθαν από ζώα που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ροδιού ωστόσο διαπιστώθηκε ότι η αντιοξειδωτική δραστηριότητα δεν ήταν ανάλογη της περιεκτικότητας σε ολικές φαινόλες αλλά της περιεκτικότητας των υπολειμμάτων ροδιού στα ενσιρώματα (Σχήματα 19, 20, 21, 22 και 23).



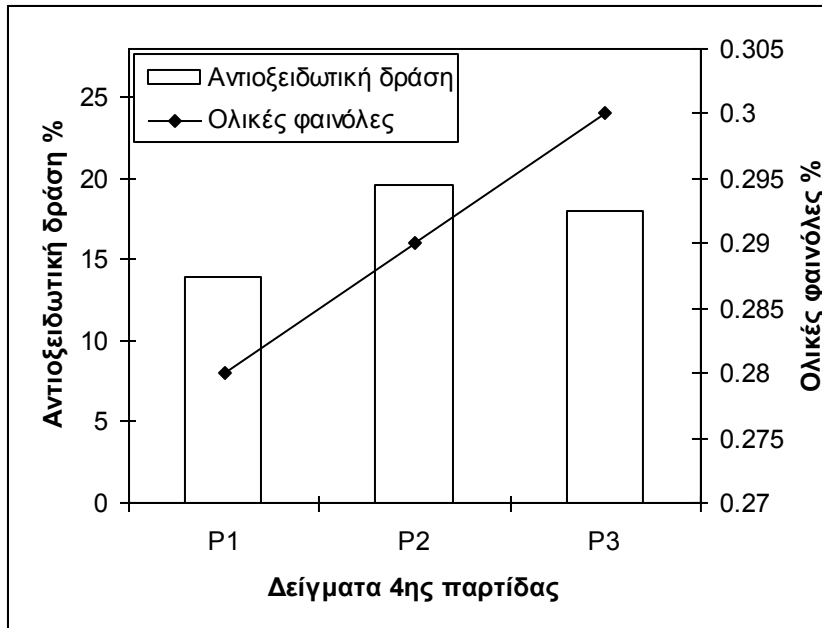
Σχήμα 19. Μεταβολές στην αντιοξειδωτική δράση ως συνάρτηση των ολικών φαινολικών ουσιών των ζώων της 1^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ροδιού



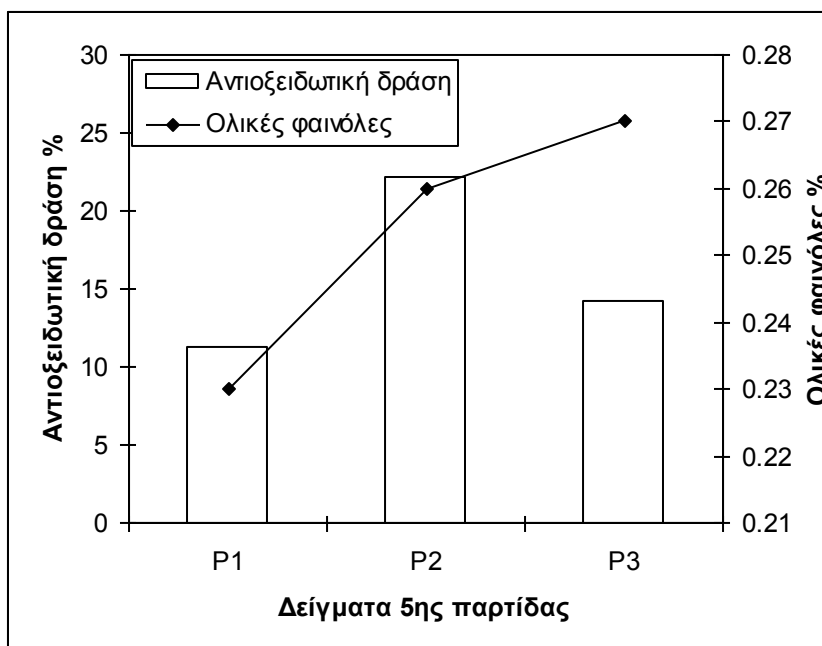
Σχήμα 20. Μεταβολές στην αντιοξειδωτική δράση ως συνάρτηση των ολικών φαινολικών ουσιών των ζώων της 2^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ροδιού



Σχήμα 21. Μεταβολές στην αντιοξειδωτική δράση ως συνάρτηση των ολικών φαινολικών ουσιών των ζώων της 3^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ροδιού



Σχήμα 22. Μεταβολές στην αντιοξειδωτική δράση ως συνάρτηση των ολικών φαινολικών ουσιών των ζώων της 4^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ροδιού



Σχήμα 23. Μεταβολές στην αντιοξειδωτική δράση ως συνάρτηση των ολικών φαινολικών ουσιών των ζώων της 5^{ης} παρτίδας που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ροδιού

6. Συμπεράσματα

- Το λίπος και η υγρασία των δειγμάτων κρέατος αρνιών που εξετάστηκαν, επηρεάστηκαν από τις διαφορετικές εκτροφές με τα ενσιρώματα ντομάτας και ροδιού. Αντίθετα η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και τέφρα δεν επηρεάστηκαν σημαντικά .

- Τα κυριότερα λιπαρά οξέα στο σύνολο των λιπαρών που ανιχνεύθηκαν, στα κρέατα που εξετάστηκαν, ήταν το παλμιτικό C:16:0, το ελαϊκό C18:1ω-9 και το στεατικό C18:0. Η αύξηση των ενσιρωμάτων σε ντομάτα και ρόδι οδήγησε σε αύξηση των ω-3 λιπαρών οξέων.

- Οι ολικές φαινολικές ουσίες στο κρέας των αρνιών, επηρεάστηκαν από την εκτροφή τους με τα διαφορετικά ενσιρώματα, παρουσιάζοντας αύξηση με την αύξηση της περιεκτικότητας ροδιού και ντομάτας στα ενσιρώματα.

- Η αντιοξειδωτική ικανότητα στο κρέας αρνιών που εκτράφηκαν με ενσιρώματα ντομάτας είναι ανάλογη με τα ποσοστά των ολικών φαινολικών ουσιών τους. Διαπιστώνεται έτσι ότι η εκτροφή συνέβαλε σημαντικά στην αύξηση των αντιοξειδωτικών ουσιών των δειγμάτων κρέατος, βελτιώνοντας την ποιότητά του.

Βιβλιογραφία

- Alexandrova, N., Banskalieva, V., Angelov, A., Ivanov, I., Laleva, S. & Slavova, P. (1996). Meat quality characteristics and fatty acid composition of triacylglycerols in out-of-season born lambs. 42th International Congress of Meat Science and Technology, pp. 204-205
- Andersen, H. J., Oksbjerg, N., Young, J. F., & Therkildsen, M. (2005). Feeding and meat quality a future approach. *Meat Science*, 70(3), 543–554.
- Apostolidis, E., Kwon, Y.I., Shetty, K. (2007). Inhibitory potential of herb, fruit, and fungal-enriched cheese against key enzymes linked to type 2 diabetes and hypertension. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8, 46–54.
- Arsenos G., Banos G., Fortomaris P., Katsaounis N., Stamataris C., Tsaras L. & Zygoyiannis D. (2002). Eating quality of lamb meat: effects of breed, sex, degree of maturity and nutritional management. *Meat Science*, 60, 379–387
- Babiker, S.A., El Khider, I.A. & Shafie, S.A. (1990). Chemical composition and quality attributes of goat meat and lamb. *Meat Science* 28, 273-277
- Belury, M. A. (2002). Dietary conjugated linoleic acid in health: physiological effects and mechanisms of action. *Annual Review of Nutrition*, 22, 505–531
- Beerman, D.H., Robinson, T.F. & Hogue, D.E. (1995) Impact of composition manipulation on lean lamb production in the United States. *Journal of Animal Science*, 73, 2493-2502
- Bickerstaffe, R., Le Couteur, C.E. & Morton, J.D. (1997). Consistence of tenderness in New Zealand retail meat. 43th International Congress of Meat Science and Technology, pp. 196-197
- 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
- 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
- Brettonnet A., Hewavitarana A., DeJong S. & Lanari M.C. (2010). Phenolic acids composition and antioxidant activity of canola extracts in cooked beef, chicken and pork. *Food Chemistry*, 121, 927–93
- Campbell, M.K. (1995). *Biochemistry* (2nd ed.). Mount Holyoko College. Saunders College Publishing. Harcourt Brace College Publishers
- Danielson, A.D., Mori, T., Newman, R.K., Newman, C.W. & Thomas, V.M. (1990). The effect of feeding extruded and pelleted barley finishing diets to Targhee wether lambs raised under minimal management in confinement. 82th Annual Meeting Abstracts, 481
- Delgado, C.L. (2003). Rising consumption of meat and milk in developing countries has created a new food revolution. *Journal of Nutrition*, 133(11), 3907S–3910S

- Descalzo A.M., Rossetti L., Grigioni G., Irurueta M., Sancho A.M. Carrete J. & Pensel N.A. (2007). Antioxidant status and odour profile in fresh beef from pasture or grain-fed cattle. *Meat Science*, 75, 299–307
- Devine, C.E., Graafhuis, A.E., Muir, P.D. & Chrystall, B.B. (1993) The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. *Meat Science*, 35, 63-77
- 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(1), 67–77.
- Dransfield, E., Nute, G.R., Hogg, B.W. & Walters, B.R. (1990) Carcass and eating quality of ram, castrated ram and ewe lambs. *Animal Production*, 50, 291-299
- EEC. (1979). Commission of European Communities. Method-ISQ 1442-1973.
- Elbadrawy E. & Sello A. (2011). Evaluation of nutritional value and antioxidant activity of tomato peel extracts. *Arabian Journal of Chemistry*, 30, 91-100
- 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(4), 443–456
- FAO. (2002). World agriculture: towards 2015/2030. Summary report. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations
- 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.
- George B., Kaur C., Khurdiya D.S. & Kapoor H.C. (2004). Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. *Food Chemistry*, 84, 45-51
- Gil M.I., Tomas-Barberan F.A., Hess-Pierce B., Holcroft D.M. & Kader A.A. (2000). Antioxidant Activity of Pomegranate Juice and Its Relationship with Phenolic Composition and Processing. *Food Chemistry*, 48, 4581-4589
- Gonzalez-Fandos E., Garcia-Linares M.C., Villarino-Rodriguez A., Garcia-Arias M.T. & Garcia-Fernandez M.C. (2004). Evaluation of the microbiological safety and sensory quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processed by the sous vide method. *Food Microbiology*, 21, 193–201
- Hernando, S., Rovira, J. & Jaime, I. (1996) Influence of carcass weight on the quality of light lamb meat. 42th International Congress of Meat Science and Technology, pp. 338-339
- Hoffman L.C., Kroucamp M. & Manley M. (2007). Meat quality characteristics of springbok (*Antidorcas marsupialis*). Fatty acid composition as influenced by age, gender and production region. *Meat Science*, 76, 768–773
- IUPAC-IUB (1978). Commission on Biochemical Nomenclature. The nomenclature of Lipids. *Journal of Lipid Research*, 19(1), 114–129.

- Jaime, I., Beltran, J. A., Celia, P., Lopez-Lorenzo, P. & Roncales, P. (1992) Tenderisation of lamb meat: effect of rapid postmortem temperature drop on muscle conditioning and aging. *Meat Science*, 32, 357-366
- Keeton J.T. & Eddy S. (2004). Chemical and physical characteristics of meat. *Texas A & M University, College Station*
- Laaksonen, D.E., Nyyssonen, 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.
- McAfee A.J., McSorley E.M., Cuskelly G.J., Moss B.W., Wallace J.M.W., Bonham M.P. & Fearon A.M. (2010). Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat Science*, 84, 1–13
- McClelland, T.H., Bonaiti, B. & Taylor, St C.S. (1976) Breed differences in body composition of equally mature sheep. *Animal Production*, 23, 281-293
- McNamara, J.R., Warnick, G.R., & Cooper, G.R. (2006). A brief history of lipid and lipoprotein measurements and their contribution to clinical chemistry. *Clinica Chimica Acta*, 369, 158–167.
- Mielnik M.B., Rzeszutek A., Triumf E.C. & Egelanddal B. (2011). Antioxidant and other quality properties of reindeer muscle from two different Norwegian regions. *Meat Science*, 89, 526–532
- Mottram, D.S. (1991). Meat. In *Volatile compounds in foods and beverages* (Eds Maarse H.), pp. 107–178. Marcel Dekker, New York.
- Oberbauer, A.M., Arnold, A. M. & Thonneys, M.L. (1994) Genetically size-scaled growth and composition of Dorset and Suffolk rams. *Animal Production*, 59, 223-234
- Ohlund, I., Hornell, A., Lind, T., & Hernell, O. (2007). Dietary fat in infancy should be more focussed on quality than on quantity. *European Journal of Clinical Nutrition*, 62(9), 1058–1064
- Οικονόμου Κ. (2009). Τα κύρια θρεπτικά συστατικά των ζωοτροφών. *Κοντά στους κτηνοτρόφους*, 65
- Renerre, M., 1982. Meat colour and its measure. *Bulletin in Technology INRA*, 47, 47-54.
- Romans J.R., Costello W.J., Carlson C.W., Greaser M.L. & Jones K.W. (2001). Sausages; Meat as a food. In: *The Meat We Eat*, 14th edn, pp. 795–797, 909–936
- Rosegrant, M.W., Leach, N., & Gerpacio, R.V. (1999). Alternative futures for world cereal and meat consumption. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58(2), 219–234
- Russoa C., Preziusoa G., Casarosaa L., Campodonib G. & Ciancia D. (1999). Effect of diet energy source on the chemical & physical characteristics of meat and depot fat of lambs carcasses. *Small Ruminant Research*, 33, 77-85
- Safiudo C., Sanchez A. & Alfonso M. (1998). Small Ruminant Production Systems and Factors Affecting Lamb Meat Quality. *Meat Science*, 49, 29-64

- Scollan N., Hoquette J.F., Nuerberg K., Dannenberger D., Richardson I. & Moloney A. (2006). Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science*, 74, 17–33
- Shabtay A., Eitam H., Tadmor Y., Orlov A., Meir A., Weinberg P., Weinberg Z.G., Chen Y., Brosh A., Izhaki I. & Kerem Z. (2008). Nutritive and antioxidative potential of fresh and stored pomegranate industrial by product as a novel beef cattle feed. *Food Chemistry*, 56, 10063–10070
- Shetty, K., Curtis, O. F., Levin, R. E., Witkowsky, R., & Ang, W. (1995). Prevention of vitrification associated with in vitro shoot culture of oregano (*Origanum vulgare*) by *Pseudomonas* spp. *Journal of Plant Physiology*, 147, 447–451.
- 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
- Speedy, A.W. (2003). Global production and consumption of animal source foods. *Journal of Nutrition*, 133, 4048S–4053S
- Τανανάκη Χ. (2006). Εργαστηριακές σημειώσεις ανάλυσης τροφίμων Ι. *Σημειώσεις για το Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων*, ΑΤΕΙ, Θεσσαλονίκης
- Valsta L.M., Tapanainen H. & Mannisto S. (2005). Meat fats in nutrition. *Meat Science*, 70, 525–530
- Vaithyanathan S., Naveena B.M., Muthukumar M., Girish P.S. & Kondaiah N. (2011). Effect of dipping in pomegranate (*Punica granatum*) fruit juice phenolic solution on the shelf life of chicken meat under refrigerated storage (4 °C). *Meat Science*, 88, 409–414
- Velasco, S., Caneque, V., Perez, C., Lauzurica, S., Diaz, M.T., Huidobro, F., Manzanares, C., & Gonzalez, J. (2001). Fatty acid composition of adipose depots of suckling lambs raised under different production systems. *Meat Science*, 59(3), 325–333
- Viuda-Martos M., Ruiz-Navajas Y., Fernández-López J, Sendra E., Sayas-Barberá E. & Pérez-Álvarez J.A. (2011). Antioxidant properties of pomegranate (*Punica granatum*) bagasses obtained as co-product in the juice extraction. *Food Research International*, 44, 1217–1223
- Yang, A., Lanari, M. C., Brewster, M., & Tume, R.K. (2002). Lipid stability and meat colour of beef from pasture- and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. *Meat Science*, 60, 41–50.
- Zhang W., Xiao S., Samaraweera H., Lee E.J., Ahn D.U.. (2010). Improving functional value of meat products. *Meat Science*, 86, 15–31
- Webb, E.C., Casey, N.H., Van Niekerk, W.A., 1994. Fatty acids in the subcutaneous adipose tissue of intensively fed SA Mutton merino and Dorper wethers. *Meat Science*, 38, 123–131
- Webb, E.C. (2006). Manipulating beef quality through feeding. *South African Animal Science*, 7, 5–15.
- Webb E.C. & O'Neill H.A. (2008). The animal fat paradox and meat quality. *Meat Science*, 80, 28–36

- WHO. (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series 916, Geneva
- 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.
- 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., Richardson R.I., Nute G.R., Fisher A.V., Campo M.M., Kasapidou E., Sheard P.R. & Enser M. (2003). Effects of fatty acids on meat quality. *Meat Science*, 66, 21–32
- Ζώτος Α. (2007). Τεχνολογία και έλεγχος ποιότητας αλιευμάτων. *Σημειώσεις για το τμήμα τεχνολογίας τροφίμων, ΑΤΕΙ, Θεσσαλονίκης*