

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΗΣ ΖΩΟΤΕΧΝΙΑΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΚΑΝΕΛΑΣ ΣΤΟ
ΣΙΤΗΡΕΣΙΟ ΑΜΝΩΝ: ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΡΥΘΜΟ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΤΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ**

ΜΠΡΩΝΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

Εξεταστική Επιτροπή:

Δεληγεώργης Σ. Καθηγητής

Χαρισμιάδου Μ. Λέκτορας

Μουντζούρης Κ. Επ. Καθηγητής

Αθήνα, Μάρτιος 2012

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΗΣ ΖΩΟΤΕΧΝΙΑΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΚΑΝΕΛΑΣ ΣΤΟ
ΣΙΤΗΡΕΣΙΟ ΑΜΝΩΝ: ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΡΥΘΜΟ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΤΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ**

ΜΠΡΩΝΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

Εξεταστική Επιτροπή:

Δεληγεώργης Σ. Καθηγητής

Χαρισμιάδου Μ. Λέκτορας

Μουντζούρης Κ. Επ. Καθηγητής

Αθήνα, Μάρτιος 2012

**ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΚΑΝΕΛΑΣ ΣΤΟ ΣΙΤΗΡΕΣΙΟ ΑΜΝΩΝ:
ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΡΥΘΜΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ**

Μπρόνης Μιχαήλ

*Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών, Εργαστήριο Γενικής
και Ειδικής Ζωοτεχνίας, Ιερά Οδός 75, Αθήνα, 118 55, E-mail: scorenet@gmail.com*

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να ερευνηθεί εάν επηρεάζονται ο ρυθμός ανάπτυξης, τα χαρακτηριστικά του σφάγιου, η απόδοση σε κρέας, τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και η ποιότητα του κρέατος έπειτα από την ενσωμάτωση αιθερίου ελαίου της κανέλας (*Cinnamomum zeylanicum blum leaf oil*) στο σιτηρέσιο αμνών. Παράλληλα, ερευνήθηκε η επίδραση του αιθερίου ελαίου της κανέλας στις αντιμικροβιακές ιδιότητες του παραγόμενου κρέατος απέναντι στους παθογόνους μικροοργανισμούς σαλμονέλα (*Salmonella enteritidis*) και λιστέρια (*Listeria monocytogenes*).

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 15 απογαλακτισμένοι αμνοί Καραγκούνικης και Χιώτικης φυλής. Οι αμνοί χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, με κριτήριο το σωματικό βάρος και την ημέρα απογαλακτισμού τους. Το σύστημα διατροφής που εφαρμόστηκε ήταν ατομική διατροφή με χορήγηση κατάλληλου μίγματος συμπυκνωμένων ζωοτροφών (ΣΖ) σε δύο γεύματα ημερησίως και κατά βούληση κατανάλωση αποξηραμένης μηδικής. Στα ζώα της ομάδας (Cin) χορηγήθηκε σιτηρέσιο, στο οποίο είχε ενσωματωθεί με ψεκάσμο αιθέριο έλαιο κανέλας (1 ml /kg ΣΖ), ενώ στην ομάδα Μ (μάρτυρας) χορηγήθηκε το ίδιο σιτηρέσιο, στο οποίο όμως ενσωματώθηκε ίση ποσότητα ηλιελαίου (1 ml /kg ΣΖ). Η συνολική διάρκεια του πειράματος ήταν 35 ημέρες. Κάθε ημέρα καταγράφονταν η ατομική κατανάλωση τροφής του αμνού, μετά από ζύγιση.

Μετά τη σφαγή μελετήθηκαν τα χαρακτηριστικά του σφάγιου, ενώ εκτιμήθηκαν η απόδοση σε κρέας και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος, όπως η οξύτητα (pH₂₄), το χρώμα, η ικανότητα συγκράτησης νερού (ΙΣΝ), η περιεκτικότητα σε ενδομυϊκό λίπος, η τρυφερότητα (δύναμη διάτμησης) καθώς και η απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα. Παράλληλα, μέσω της μέτρησης της συγκέντρωσης της μηλονικής δυαλδεΐδης (MDA) στο κρέας, εκτιμήθηκε η αντιοξειδωτική ικανότητα του κρέατος. Τέλος, μελετήθηκε η εξέλιξη της ανάπτυξης δύο παθογόνων μικροοργανισμών (*Salmonella enteritidis* και *Listeria monocytogenes*) στο παραγόμενο κρέας των δύο ομάδων κατά τη διάρκεια της συντήρησής του σε οικιακό ψυγείο (4 °C).

Όπως παρατηρήθηκε, η χορήγηση του αιθερίου ελαίου της κανέλας στο σιτηρέσιο των αμνών δεν επηρέασε το σωματικό βάρος (Σ.Β), την κατανάλωση τροφής, την απόδοση σε σφάγιο, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος, ενώ δεν παρατηρήθηκε βελτίωση της αντιοξειδωτικής τους ικανότητας. Επίσης, οι μικροβιολογικές αναλύσεις έδειξαν ότι στο κρέας δεν υπήρξε σημαντική επίδραση της διαιτητικής χορήγησης

αιθερίου ελαίου κανέλας επί της ανάπτυξης των δύο παθογόνων μικροοργανισμών (*Salmonella enteritidis* και *Listeria monocytogenes*) που εξετάστηκαν. Αν και δε βρέθηκαν σημαντικές επιδράσεις της διαιτητικής χορήγησης του αιθερίου ελαίου της κανέλας στις αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες του κρέατος των αμνών, το αντικείμενο αυτό αποτελεί γόνιμο έδαφος για μελλοντική έρευνα δεδομένων των γνωστών *in vitro* ιδιοτήτων του αιθερίου ελαίου της κανέλας.

**EFFECTS OF SUPPLEMENTING FEED WITH CINNAMON ESSENTIAL OIL
ON LAMBS' GROWTH PERFORMANCE, CARCASS AND MEAT
CHARACTERISTICS.**

Bronis Michail

*Department of Animal Breeding and Husbandry, Faculty of Animal Science,
Agricultural University of Athens, 75 Iera Odos, 118 55 Athens, Greece,*

E-mail:scorenet@gmail.com

Abstract

An experiment was conducted to examine the effects of supplementing feed with cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum blum leaf*) essential oil on lambs' growth performance, carcass and meat characteristics. The effect of the essential oil on the growth rate of pathogenic microorganisms *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enteritidis* in lamb meat was also determined.

Fifteen male lambs (8 of Karagouniki and 7 of Chios breed) were randomly assigned to 2 groups. One of the groups served as control and was given a basal diet, consisted of concentrated pelleted feed and alfalfa hay, whereas the second group was given the same, with the only difference that concentrated feed was uniformly sprayed with cinnamon essential oil (1 ml/kg). Duration of the experimental period was 35 days. At the end of the experiment, lambs were fasted, weighed and slaughtered. After overnight chilling, samples of *longissimus thoracis* muscle were taken and were used for meat quality evaluation.

No significant differences were observed in final body weight (kg), feed intake (g), body weight gain (g/day), final body weight (kg), carcass yield (%) and organs' weight (g) between the two groups. pH, colour (L*, a*, b*), water holding capacity (%), shear force values (N/cm), cooking loss (%) and intramuscular fat concentration of *longissimus thoracis* muscle were also not significantly influenced by the dietary treatments. Measurement of lipid oxidation values showed that cinnamon essential oil supplementation did not influence meat antioxidant properties during the refrigerated (4°C) storage. No significant effects of cinnamon essential oil dietary supplementation on the growth rates of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enteritidis* were also demonstrated.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρώ υποχρέωσή μου να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου σε όλους τους ανθρώπους που συνέβαλλαν με οποιοδήποτε τρόπο στην περάτωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής. Συγκεκριμένα, ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα τριμελή μου επιτροπή: τον επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Στυλιανό Δεληγεώργη, Καθηγητή του Εργαστηρίου Ειδικής και Γενικής Ζωοτεχνίας, την κυρία Μαρία Χαρισμιάδου, Λέκτορα του Εργαστηρίου Ειδικής και Γενικής Ζωοτεχνίας, τον κ. Κώνσταντίνο Μουντζούρη, Επίκουρο Καθηγητή του Εργαστηρίου Φυσιολογίας Θρέψεως και Διατροφής, καθώς επίσης και τον Διδάκτορα του Εργαστηρίου Ειδικής και Γενικής Ζωοτεχνίας, κ. Παναγιώτη Σιμιτζή, για την πολύτιμη βοήθειά τους και για τις ιδιαίτερα χρήσιμες παρατηρήσεις και υποδείξεις τους καθώς και για την υποστήριξη που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια της εκπόνησης και συγγραφής της παρούσας διατριβής.

Παράλληλα, θα ήθελα να εκφράσω την απέραντη ευγνωμοσύνη μου στους γονείς μου για τη στήριξη και τη συμπαράσταση τους.

Περιεχόμενα	
<i>Περίληψη</i>	1
Abstract.....	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	4
Περιεχόμενα	5
Πίνακες	8
Διαγράμματα	9
Εικόνες	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	11
<i>1.1. Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά</i>	11
<i>1.2 Αιθέρια έλαια</i>	12
<i>1.3 Γενικές εφαρμογές αιθερίων ελαίων</i>	13
<i>1.4 Χημική σύσταση</i>	14
<i>1.5 Βιοσύνθεση</i>	15
<i>1.6 Χρησιμότητα στα φυτά</i>	16
<i>1.7 Παραλαβή αιθερίων ελαίων</i>	16
<i>1.7.1 Ανάλυση αιθερίων ελαίων</i>	20
<i>1.7.2 Διατήρηση των αιθερίων ελαίων</i>	20
<i>1.8 Εφαρμογές αρωματικών φυτών και αιθερίων ελαίων στα αγροτικά ζώα</i>	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	22
<i>2.1 Κανέλα και αιθέριο έλαιο κανέλας</i>	22
<i>2.2 Ιστορική αναδρομή</i>	24
<i>2.3 Ιδιότητες Κανέλας</i>	26
<i>2.4 Χημική σύνθεση του αιθερίου ελαίου κανέλας</i>	27
<i>2.5 Ευεργετικές δράσεις αιθερίου ελαίου κανέλας</i>	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	29
<i>3.1 Η σημασία των ελεύθερων ριζών στην οξείδωση λιπιδίων</i>	29
<i>3.2 Δράση Ελευθέρων ριζών</i>	30
<i>3.3 Αντιοξειδωτικά</i>	31
<i>3.3.1 Κατηγορίες αντιοξειδωτικών</i>	32
<i>3.3.2 Αντιοξειδωτικά και υγεία</i>	33

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	35
4.1 Μικροβιολογικοί κίνδυνοι στο κρέας	35
4.1.1 Πηγές Επιμολύνσεων	36
4.2 Salmonella spp (Σαλμονέλα)	36
4.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά	36
4.2.2 Συμπτώματα ασθένειας	37
4.2.3 Διάγνωση	37
4.2.4 Τρόφιμα ευαίσθητα σε μόλυνση	37
4.2.5 Πρόληψη	37
4.2.6 Επιπλοκές	38
4.2.7 Πληθυσμοί σε κίνδυνο	38
4.3 Listeria monocytogenes (Λιστέρια)	38
4.3.1 Γενικά χαρακτηριστικά	39
4.3.2 Συμπτώματα ασθένειας	39
4.3.3 Διάγνωση	40
4.3.4 Τρόφιμα ευαίσθητα σε μόλυνση	40
4.3.5 Πρόληψη	40
4.3.6 Πληθυσμοί σε κίνδυνο	40
4.4 Μέτρα για την αντιμετώπιση των μικροβιολογικών κινδύνων	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	44
5.1 Ζωικό υλικό	44
5.2 Συνθήκες εκτροφής	45
5.3 Διατροφή αμνών	45
5.4 Προσδιορισμός σωματικού βάρους και κατανάλωσης τροφής των αμνών	47
5.5 Διαδικασία σφαγής	47
5.6 pH ₂₄ και χρώμα	48
5.7 Ενδομυϊκό λίπος	48
5.8 Ικανότητα Συγκράτησης Νερού (ΙΣΝ)	48
5.9 Απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα και δύναμη διάτμησης	49
5.10 Αντιοξειδωτική Ικανότητα	49
5.11 Μικροβιολογικές αναλύσεις στο κρέας	50
5.12 Στατιστική ανάλυση	51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	52
6.1 Κατανάλωση τροφής	52
6.2 Σωματικό Βάρος προ και μετά σφαγής.....	55
6.3 Βάρος εσωτερικών οργάνων του σφαγίου.....	58
6.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά κρέατος	61
6.5 Εκτίμηση Αντιοξειδωτικής ικανότητας κανέλας στο κρέας.....	63
6.6 Μικροβιολογικές αναλύσεις στο κρέας.....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7- ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	70
7.1 Κατανάλωση τροφής	70
7.2 Σωματικό βάρος και απόδοση σε σφάγιο.....	71
7.3 Βάρος εσωτερικών οργάνων του σφαγίου.....	71
7.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά σφάγιου.....	72
7.5 Αντιοξειδωτική ικανότητα	73
7.6 Μικροβιολογικές αναλύσεις στο κρέας.....	74
Συμπεράσματα	75
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	77

Πίνακες

Πίνακας 3.1-1 Δραστικές Μορφές Οξυγόνου (ΔΜΟ) (Gropner et al., 2005; Rosen, 1999)	30
Σχήμα 3.2-1 Βλάβες των βιολογικών μορίων λόγω δράσης ελεύθερων ριζών.....	31
Πίνακας 4.3- 1 Είδος μικροοργανισμού και συμπτώματα που προκαλεί.....	41
Πίνακας 5.3-1 Σύνθεση Μίγματος Ανάπτυξης (ΣΖ)	46
Πίνακας 5.3- 2 Χημική σύσταση σιτηρεσίου.....	46
Πίνακας 6.1-1 Μέση ημερήσια κατανάλωση μίγματος ΣΖ (g) των αμνών ανάλογα με τη φυλή τους, για κάθε εβδομάδα της συνολικής διάρκειας του πειράματος (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)	52
Πίνακας 6.1-2 Μέση ημερήσια κατανάλωση μίγματος ΣΖ (g) των αμνών ανάλογα με την επέμβαση, για κάθε εβδομάδα της συνολικής διάρκειας του πειράματος (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)	53
Πίνακας 6.1-3 Μέση ημερήσια κατανάλωση μίγματος ΣΖ (g) των αμνών ανάλογα με τη φυλή και την επέμβαση, για κάθε εβδομάδα της συνολικής διάρκειας του πειράματος (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)	54
Πίνακας 6.2-1 Μέσοι όροι αρχικού Σ.Β, Σ.Β προ σφαγής, θερμού και ψυχρού σφαγίου, απόδοσης σε σφάγιο, ανάλογα με την επίδραση του παράγοντα της φυλής (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)....	55
Πίνακας 6.2-2 Μέσοι όροι αρχικού Σ.Β, Σ.Β προ σφαγής, Θερμού και ψυχρού σφαγίου, απόδοση σε σφάγιο, ανάλογα με την επίδραση του παράγοντα επέμβασης (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα) ..	56
Πίνακας 6.2-3 Μέσοι όροι αρχικού Σ.Β, Σ.Β προ σφαγής, Θερμού και ψυχρού σφαγίου, απόδοση σε σφάγιο, ανάλογα με την επίδραση του παράγοντα της φυλής και της επέμβασης (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα).....	57
Πίνακας 6.3-1 Ποσοστό εσωτερικών οργάνων σφαγίου αμνού σε σχέση με το προ σφαγής βάρος του, ανάλογα με τη φυλή (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)	58
Πίνακας 6.3-2 Ποσοστό εσωτερικών οργάνων σφαγίου αμνού, σε σχέση με το προ σφαγής βάρος του, ανάλογα με την επέμβαση (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)	59
Πίνακας 6.3-3 Ποσοστό εσωτερικών οργάνων σφαγίου αμνού, σε σχέση με το προ σφαγής βάρος του ανάλογα με τη φυλή και την επέμβαση (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)	60

Πίνακας 6.4-1 Μέσες τιμές των χαρακτηριστικών, τμήματος κρέατος του επιμήκους ραχιαίου μυός αμνών, των δύο εξεταζόμενων φυλών (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)	61
Πίνακας 6.4-2 Μέσες τιμές των χαρακτηριστικών, τμήματος κρέατος του επιμήκους ραχιαίου μυός των αμνών στους οποίους έγιναν οι δύο επεμβάσεις (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα).	62
Πίνακας 6.4-3 Μέσες τιμές των χαρακτηριστικών, τμήματος κρέατος του επιμήκους ραχιαίου μυός αμνών, ως προς τον παράγοντα της φυλής και της επέμβασης (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα) ..	63

Πίνακας 6.5-1 Αντιοξειδωτική ικανότητα κρέατος (MDA, ng/g) στους αμνούς των δύο φυλών (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)	63
Πίνακας 6.5-2 Αντιοξειδωτική ικανότητα κρέατος (MDA, ng/g) στους αμνούς των δύο επεμβάσεων (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα).....	64
Πίνακας 6.5-3 Αντιοξειδωτική ικανότητα κρέατος (MDA, ng/g) ανάλογα με τη φυλή και την επέμβαση (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα).....	65

Πίνακας 6.6-1 Επίδραση της χορήγησης ελαίου κανέλας επί της ανάπτυξης του παθογόνου μικροοργανισμού <i>Salmonella enteritidis</i> , στο κρέας των σφαγέντων αμνών (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)	67
Πίνακας 6.6-2 Επίδραση της χορήγησης ελαίου κανέλας επί της ανάπτυξης του παθογόνου μικροοργανισμού <i>Listeria monocytogenes</i> , στο κρέας των σφαγέντων αμνών (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα).....	68

Διαγράμματα

Διάγραμμα 6.1-1 Μέση ημερήσια κατανάλωση μίγματος ΣΖ (g) των αμνών ανάλογα με τη φυλή, για κάθε εβδομάδα της συνολικής διάρκειας του πειράματος.....	52
Διάγραμμα 6.1-2 Μέση ημερήσια κατανάλωση μίγματος ΣΖ (g) των αμνών ανάλογα με την επέμβαση, για κάθε εβδομάδα της συνολικής διάρκειας του πειράματος.....	53
Διάγραμμα 6.1-3 Μέση ημερήσια κατανάλωση μίγματος ΣΖ (g) των αμνών ανάλογα με τη φυλή και την επέμβαση, για κάθε εβδομάδα της συνολικής διάρκειας του πειράματος.	54

Διάγραμμα 6.2-1 Η εβδομαδιαία μέση μεταβολή του σωματικού βάρους των αμνών ανάλογα με τη φυλή.....	55
Διάγραμμα 6.2-2 Η εβδομαδιαία μέση μεταβολή του σωματικού βάρους των αμνών ανάλογα με την επέμβαση	56
Διάγραμμα 6.2-3 Εβδομαδιαία μέση μεταβολή του σωματικού βάρους των αμνών ανάλογα τη φυλή και την επέμβαση.	57
Διάγραμμα 6.3-1 Ποσοστό εσωτερικών οργάνων σφαγίου αμνού ανάλογα με τη φυλή.	58
Διάγραμμα 6.3-2 Ποσοστό εσωτερικών οργάνων σφαγίου αμνού ανάλογα με την επέμβαση	59
Διάγραμμα 6.3-3 Ποσοστό εσωτερικών οργάνων σφαγίου αμνού ανάλογα με τη φυλή και την επέμβαση	60
Διάγραμμα 6.5-1 Αντιοξειδωτική ικανότητα κρέατος ανάλογα με τη φυλή.....	64
Διάγραμμα 6.5-2 Αντιοξειδωτική ικανότητα κρέατος ανάλογα με την επέμβαση.	65
Διάγραμμα 6.5-3 Αντιοξειδωτική ικανότητα κρέατος ανάλογα με τη φυλή και την επέμβαση	66
Διάγραμμα 6.6-1 Εξέλιξη της συγκέντρωσης του μικροοργανισμού <i>Salmonella enteritidis</i> στο κρέας ανά ημέρα συντήρησης στους 4 °C.	68
Διάγραμμα 6.6-2 Εξέλιξη της συγκέντρωσης του μικροοργανισμού <i>Listeria monocytogenes</i> στο κρέας ανά ημέρα συντήρησης στους 4 °C.	69

Εικόνες

Εικόνα 1 <i>Cinnamomum zeylanicum</i> και <i>cassia</i>	23
Εικόνα 2 κανέλα σε μορφή πούδρας και sticks κανέλας	23
Εικόνα 3 Χημικές Ενώσεις κινναμαλδεΐδης και ευγενόλης	27
Εικόνα 4. Λήψη ΣΖ και αποξηραμένης μηδικής από τους αμνούς.....	46
Εικόνα 5. Τρυβλίο ΧΙD με αποικίες Σαλμονέλας κατά τη μέτρησή τους	51
Εικόνα 6. Αποικίες <i>Listeria monocytogenes</i>	51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1. Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά

Αιώνες πριν ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά για το άρωμα και τις θεραπευτικές τους ιδιότητες. Οι πρωτόγονοι πίστευαν ότι, οι ασθένειες οφείλονταν στην παρουσία κακών πνευμάτων στο ανθρώπινο σώμα. Μπορούσαν όμως να απαλλαγούν από αυτά με τη χρήση δηλητηριωδών ή δυσάνεκτων ουσιών, ώστε να καταστήσουν το σώμα δυσάρεστο τόπο διαμονής τους (Βολιώτης, 1998). Τις ουσίες αυτές τις εύρισκαν σε φυτά, τα οποία χρησιμοποιούσαν ως «φάρμακο» για τις αρρώστιες τους. Η λέξη «φάρμακο» προήλθε από τη λέξη «φαρμακός». Σύμφωνα με τον Αριστοφάνη οι «φαρμακοί» ήσαν άτομα, τα οποία θυσιάζονταν κατά την εορτή των Θαργηλίων, που γίνονταν στην Αθήνα και τα Ιόνια νησιά προς τιμή της Αρτέμιδος και του (ηλίου Απόλλωνα) Θαργηλίου. Ο Απόλλωνας θεωρείτο ο θεός που έστελνε αλλά και έπαιρνε τις αρρώστιες, ωρίμαζε τους καρπούς και ξέραινε τα άνθη. Οι «φαρμακοί», ένας άντρας και μια γυναίκα κατά πάσα πιθανότητα καταδικασμένοι σε θάνατο, τρέφονταν με δαπάνες της πόλης μέχρι το θάνατό τους, ώστε αυτός να αποτελέσει θυσία για την κάθαρσή της από τις ασθένειες (Λέτσας, 1957).

Όπως αναφέρεται από τον Πολυσίου (2002), οι αρχαιότερες μαρτυρίες για τη χρήση αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών προέρχονται από έργα τέχνης και γραπτά των πολιτισμών των Ασσυρίων και των Σουμερίων. Οι Αιγύπτιοι τα χρησιμοποιούσαν για τη μουμιοποίηση των νεκρών τους. Στην αρχαία Ελλάδα ήταν γνωστά από τον 15ο αιώνα π.Χ., όπου οι νικητές των πρώτων Ολυμπιακών αγώνων στεφανώνονταν με δάφνινα στεφάνια και πετροσέλινο(μαϊντανός). Ο Ιπποκράτης (460 π.Χ.), «πατέρας της Ιατρικής», αναφέρει σε σύγγραμμά του περί τα 400 φυτά, περισσότερα από τα οποία είναι φαρμακευτικά και αρωματικά, ο Θεόφραστος (347 π.Χ.) περιγράφει ένα μεγάλο αριθμό αυτοφυών φαρμακευτικών φυτών και ο Διοσκουρίδης (1ος π.Χ. αιώνας) στο έργο του «Περί ύλης ιατρικής» αναφέρει 600 φαρμακευτικά φυτά. Στην Π. Διαθήκη υπάρχουν αναφορές από τις οποίες συνάγεται ότι, τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά συγκαταλέγονταν ανάμεσα σε προϊόντα μεγάλης αξίας, όπως ο χρυσός και οι πολύτιμοι λίθοι. Οι Ρωμαίοι τα εμπορεύονταν με την Ινδία και την Αίγυπτο. Κατά τη διάρκεια του μεσαίωνα το εμπόριο μειώθηκε μέχρι τα χρόνια πριν από την αναγέννηση, όπου καθώς ο ευρωπαϊκός πολιτισμός άρχισε να αναπτύσσεται, η ζήτηση για μπαχαρικά ήταν το κλειδί για την ανάπτυξη του διεθνούς εμπορίου. Τα αρωματικά φυτά ήταν ένας από τους λόγους για τους οποίους ξεκίνησε η εξερεύνηση του κόσμου το 15ο και 16ο αιώνα και κατ' επέκταση ένα από τα αίτια της ανακάλυψης της Αμερικής. Οι Αμερικανοί άρχισαν να ασχολούνται με το εμπόριο των αρωματικών και

φαρμακευτικών φυτών το 1672, όταν ο Elihu Yale ξεκίνησε επιχείρηση μπαχαρικών στη Βοστώνη. Από το 19ο αιώνα και μετέπειτα αρχίζει η καλλιέργεια αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών με σκοπό να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη στις βιομηχανίες αρωμάτων και καλλυντικών, καθώς και στις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών. Όμως, κάποια στιγμή η σημασία τους περιορίστηκε λόγω της παρασκευής συνθετικών χημικών υλικών, τα οποία μπορούσαν να υποκαταστήσουν τα αιθέρια έλαια που παράγονταν από αυτά τα φυτά και στα οποία όφειλαν τις ιδιότητές τους. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, στο πλαίσιο της ευαισθητοποίησης της κοινής γνώμης, για μια ορθολογικότερη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, μείωση της κατανάλωσης συνθετικών φαρμάκων και περιορισμό της χρήσης χημικών πρόσθετων στα τρόφιμα, ανανεώθηκε το ενδιαφέρον για τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Έτσι η παγκόσμια βιομηχανία τροφίμων και ποτών, καλλυντικών και φαρμάκων επιστρέφει ξανά στη φύση, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιεί όλο και περισσότερο ουσίες φυτικής προέλευσης για την παρασκευή των προϊόντων της. Σήμερα, αν και η καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών αυξάνεται συνεχώς στη Δύση, η Ασία παραμένει ακόμα η κυρίαρχη παραγωγός. Οι ΗΠΑ είναι πλέον ο κύριος αγοραστής και ακολουθούν η Γερμανία, η Ιαπωνία και η Γαλλία, ενώ τα μεγαλύτερα κέντρα εμπορίου είναι το Αμβούργο, η Νέα Υόρκη και το Τόκιο (Πολυσίου, 2002). Τα κυριότερα αρωματικά φυτά ανήκουν στις οικογένειες Labiatae (Χειλανθή), Umbelliferae (Σκιαδιοφόρα), Lauraceae (Δαφνοειδή), Myrtaceae (Μυρτώδη) και Compositae (Σύνθετα). Συνολικά ταξινομούνται σε πενήντα περίπου οικογένειες (Abietaceae, Apiaceae, Asteraceae, Geraniaceae, Lamiaceae, Labiatae, Rutaceae, Iridaceae, Rosaceae κλπ.). Δεν υπάρχει σαφής διάκριση ανάμεσα σε πολλά αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά καθώς έχουν και τις δύο ιδιότητες (Πολυσίου, 2002) .

1.2 Αιθέρια έλαια

Ο κόσμος των φυτών περιλαμβάνει περίπου 350.000 διαφορετικά είδη. Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά αποτελούν μια σχετικά μικρή, αλλά ιδιαίτερα εξελιγμένη ομάδα ειδών του φυτικού βασιλείου, με σημαντικές ιδιότητες, τις οποίες οφείλουν στα αιθέρια έλαια που περιέχουν (Δεληβόπουλος, 1994). Τα αιθέρια έλαια είναι πολυσύνθετα μίγματα οργανικών ουσιών, των οποίων η σύνθεση διαφέρει στα διάφορα είδη ή και ποικιλίες φυτών. Το χαρακτηριστικό άρωμα κάθε αιθερίου ελαίου είναι η συνισταμένη όλων των συστατικών του. Έτσι σε μερικά αιθέρια έλαια, η παρουσία ενός συστατικού ακόμα και σε αναλογία 1% ή μικρότερη, μπορεί να μεταβάλλει σημαντικά αυτό που αντιλαμβανόμαστε ως άρωμα (Σκρουμπής, 1985). Σύμφωνα με τους Hargreaves et al (1975), τα αιθέρια έλαια τα αποτελούν ομάδες αρωματικών πτητικών ουσιών, οι οποίες είναι διαλυτές στην αλκοόλη, λιγότερο διαλυτές στο νερό και αποτελούνται από ένα μίγμα εστέρων, αλδευδών, κετονών και τερπενίων. Βέβαια, κάθε αιθέριο έλαιο έχει χαρακτηριστική οσμή και διαφορετικές ιδιότητες, που οφείλονται στα συστατικά του (Πολυσίου, 2002).

Η εμπορία των αιθερίων ελαίων ξεκίνησε από την Ασία, πριν από 6000-7000 χρόνια, και συγκεκριμένα από τους Κινέζους και συνεχίστηκε από τους Άραβες, οι οποίοι τα μετέφεραν στην Ευρώπη. Η μέθοδος της απόσταξης για την παραγωγή και απομόνωση των αιθερίων ελαίων, εφαρμόστηκε για πρώτη φορά από ανατολικούς λαούς και κυρίως από τους Ινδούς, τους Πέρσες και τους Αιγυπτίους. Το πρώτο φυτικό έλαιο, που αποστάχθηκε, ήταν το τερεβινθέλαιο (νέφτι), το οποίο προέρχεται από το ρετσίνι των κωνοφόρων δένδρων. Για την εξαγωγή των αιθερίων ελαίων από τα άνθη, τα φύλλα και τις ρίζες των φυτών, τα φυτικά αυτά τμήματα τοποθετούνταν μέσα σε δοχεία, τα οποία περιείχαν λίπος εκλεκτής ποιότητας, όπου και παρέμεναν για κάποιο χρονικό διάστημα παρουσία φωτός. Με την αφαίρεση του λίπους, το προϊόν που παρέμενε, ήταν μια αρωματική αλοιφή.

Η πρώτη λεπτομερής περιγραφή απόσταξης αιθερίων ελαίων, ανήκει στον Καταλανό γιατρό Arnald de Villanova (1235-1311). Η απόσταξη ως μέθοδος παραλαβής του ελαίου από τα φυτά, με τη βοήθεια της θερμότητας, πραγματοποιήθηκε από τον Ελβετό Bombastus Paracelsus von Honhehheim (1493-1541). Μέχρι τον 18^ο αιώνα αρκετοί ερευνητές, κυρίως Άγγλοι φαρμακοποιοί και βοτανολόγοι, ασχολήθηκαν και περιέγραψαν τις μεθόδους παραλαβής και τη φύση των αιθερίων ελαίων (Σκρουμπής, 1985).

Τα αιθέρια έλαια χρησιμοποιούνταν κυρίως στην αρωματοποιία αλλά και στην ιατρική. Η χρήση τους για την αντιμετώπιση μιας μεγάλης ποικιλίας σωματικών και ψυχικών ανωμαλιών ήταν ήδη διαδεδομένη από τα τέλη του 19ου αιώνα. Τα πιο διαδεδομένα αρωματικά φυτά, που χρησιμοποιούνταν για θεραπευτικούς σκοπούς, ήταν το χαμομήλι, η κανέλα, το θυμάρι, το δενδρολίβανο, η δάφνη, ο μάραθος κ.α. Η μελέτη των αιθερίων ελαίων συνεχίζεται έως σήμερα, με αποτέλεσμα να έχουν μελετηθεί τα περισσότερα από αυτά.

1.3 Γενικές εφαρμογές αιθερίων ελαίων

Σήμερα τα αιθέρια έλαια θεωρούνται πολύτιμα φυσικά προϊόντα, τα οποία χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες σε πολλούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, όπως η αρωματοθεραπεία, τα καρυκεύματα, η διατροφή κτλ. Λόγω της πληθώρας των ιδιοτήτων τους, προκάλεσαν το ενδιαφέρον των επιστημόνων, οι οποίοι προσπάθησαν να μελετήσουν τις ιδιότητές τους, έτσι ώστε να οδηγηθούν στην πλήρη γνώση της δράσης τους και να δημιουργηθεί μια νέα προοπτική στη χρησιμοποίησή τους. Στις περισσότερες χώρες, όπου στις βιομηχανίες τροφίμων υπάρχουν περιορισμοί στη χρήση συνθετικών αντιοξειδωτικών, δίνεται ιδιαίτερη σημασία στα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, τα οποία αποτελούν φυσικές πηγές ασφαλών αντιοξειδωτικών και αντιβακτηριδιακών ουσιών (Kabouche et al., 2007). Η παρεμποδιστική τους δράση στην ανάπτυξη των βακτηρίων, ενζύμων, μυκήτων και τη σύνθεση μικροβιακών τοξινών, έχει διαπιστωθεί (Kneifel et al., 2002; Dorman & Deans, 2004) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συντήρηση τροφίμων ως κύριο ή επιπρόσθετο αντιμικροβιακό

συστατικό (Zeinali et al., 2003; Burt, S. 2004; Chorianopoulos et al., 2004; De Souza et al., 2005; Viljoen et al., 2006). Τα αιθέρια έλαια που περιέχονται στα αρωματικά φυτά, εάν προστεθούν στο τρόφιμο δεν προκαλούν αλλαγές στις οργανοληπτικές του ιδιότητες και καθυστερούν τη μικροβιακή μόλυνση. Επί πλέον, απαιτούνται μικρές ποσότητες για αυτή την δράση (Dorman & Deans, 2000), η οποία εξαρτάται από διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες (Kneifel et al., 2002). Συνθήκες που ευνοούν τη δράση των αιθερίων ελαίων είναι το χαμηλό pH, χαμηλή θερμοκρασία και χαμηλά επίπεδα οξυγόνου (Burt, 2004).

Τα αιθέρια έλαια λόγω των πτητικών συστατικών τους θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως απολυμαντικό δωματίων. Η πτητικότητα είναι ένα ξεχωριστό χαρακτηριστικό το οποίο θα μπορούσε να συμβάλει στη μείωση της μικροβιακής μόλυνσης στον αέρα και σε επιφάνειες που δύσκολα προσεγγίζονται (Dorman & Deans, 2000).

Η συνεχώς αυξανόμενη πίεση των καταναλωτών για ελαχιστοποίηση της χρήσης αντιβιοτικών στην κτηνοτροφική παραγωγή και ο φόβος ανάπτυξης ανθεκτικών στελεχών βακτηρίων, παθογόνων για τον άνθρωπο, οδήγησε την Ε.Ε. στην εφαρμογή μιας απόφασης, με την οποία απαγορεύτηκε η χρήση της πλειοψηφίας των αντιβιοτικών-αντιμικροβιακών που χρησιμοποιούνταν ως αυξητικοί παράγοντες στη διατροφή των παραγωγικών ζώων. Όμως οι ανάγκες για αυξημένη παραγωγή ζωικών προϊόντων με ταυτόχρονη διατήρηση χαμηλού κόστους, δεν άλλαξαν. Έτσι άρχισε η ευρεία χρήση αιθερίων ελαίων τα οποία χρησιμοποιούνται ήδη στη χοιροτροφία ως προσθετικό των ζωοτροφών (διεγερτικά της όρεξης), και σε *in vitro* μελέτες είχε διαπιστωθεί ότι έχουν αντιμικροβιακή δράση έναντι διαφόρων στελεχών βακτηρίων. Τα αποτελέσματα και των κλινικών πειραματισμών έδειξαν την ευεργετική επίδραση της χρήσης τους στη βελτίωση της παραγωγικότητας και στον έλεγχο νοσημάτων των εκτρεφόμενων ζώων (Τσίνας κ.σ, 1999).

Τα χημειοθεραπευτικά μέσα, τα οποία χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των μολύνσεων, ανθρώπων ή ζώων, δίνουν διαφορετικούς βαθμούς εκλεκτικής τοξικότητας. Τα προϊόντα των φαρμακευτικών φυτών που εξετάστηκαν φάνηκαν να είναι δραστικά απέναντι σε ένα μεγάλο φάσμα μικροοργανισμών, αλλά υπάρχει επίσης η πιθανότητα να προκαλούν διατάραξη στη μικροχλωρίδα των οργανισμών. Για όλους αυτούς τους λόγους απαιτούνται ακόμη περισσότερες έρευνες για τις θεραπευτικές εφαρμογές των αιθερίων ελαίων πριν από τη συστηματική χρήση τους για την αντιμετώπιση διαφόρων ανθρώπινων νοσημάτων (Dorman & Deans, 2000).

1.4 Χημική σύσταση

Γενικά, τα συστατικά των αιθερίων ελαίων χωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες, στα οξυγονούχα και στα μη οξυγονούχα. Στα πρώτα περιλαμβάνονται οι αλκοόλες, οι

αλδεΐδες, οι κετόνες, οι φαινόλες, τα οξέα, οι εστέρες κ.ά., στα οποία οφείλεται το χαρακτηριστικό άρωμα των αιθερίων ελαίων. Από τα παραπάνω συστατικά εκείνα που συμβάλλουν πιο πολύ στο άρωμα των αιθερίων ελαίων είναι οι εστέρες. Στην δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνονται οι υδρογονάνθρακες, των οποίων η συμβολή στο άρωμα των αιθερίων ελαίων είναι μικρή ή μηδαμινή. Τα κυριότερα από τα οξυγονούχα συστατικά είναι: η λιναλοόλη, η γερανιόλη, η κιτρονελλόλη, η νερόλη, η τερπιενόλη, η πινεόλη, η κιτράλη, η κιτρονελλάλη, η μυρτενάλη, η σαφρανάλη, η μενθόνη, η πουμεγόννη, η καρβόνη, η πιπεριτόνη, η καμφορά, η θυμόλη, η καρβακρόλη, η ανηθόλη, η ευγενόλη, ο οξικός γερανυλεστέρας, ο οξικός λυναλυλεστέρας, ο οξικός κιτρονελλυλεστέρας, ο οξικός μεθυλεστέρας κ.ά.

Τα φυτικά αιθέρια έλαια αποτελούνται κυρίως από τερπένια. Τα τερπένια είναι μικρά οργανικά μόρια που εμφανίζουν τεράστια ποικιλομορφία ως προς τη δομή τους και περιλαμβάνονται στις χημικές ουσίες που είναι υπεύθυνες για την θεραπευτική, μαγειρική και αρωματική χρήση των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Σήμερα γνωρίζουμε τη δομή χιλιάδων τερπενίων, μερικά από αυτά είναι υδρογονάνθρακες, άλλα περιέχουν άτομα οξυγόνου, άλλα είναι μόρια ανοιχτής αλυσίδας και άλλα περιέχουν δακτυλίους. Τα περισσότερα τερπένια προέρχονται από διακλαδωμένες μονάδες ισοπρένιου και κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τον αριθμό αυτών των μονάδων που είναι παρούσες στο σκελετό του άνθρακα (Dorman & Deans, 2000). Από τα αιθέρια έλαια τα πιο ενεργά στα αντιοξειδωτικά και στα αντιβακτηριακά τεστ είναι τα πλούσια σε φαινολικά μονοτερπένια (Dorman & Deans, 2004). Τα μονοτερπένια είναι μια μεγάλη οικογένεια φυσικών παραγώγων τα οποία αποτελούνται από δυο ισοπρένια και είναι πιο γνωστά ως συστατικά των αιθερίων ελαίων και ως ουσίες για την άμυνα των αρωματικών φυτών, την έλκυση των επικονιαστών και αλληλοπάθεια.

1.5 Βιοσύνθεση

Ως βιοσύνθεση ορίζεται η σύνθεση χημικών ουσιών που γίνεται μέσα στους ζωντανούς οργανισμούς. Ειδικότερα η βιοσύνθεση των αιθερίων ελαίων πραγματοποιείται με μια σειρά χημικών αντιδράσεων εντός των φυτικών ιστών. Η παραπάνω διαδικασία σε πολλά σημεία της παραμένει αδιευκρίνιστη μέχρι και σήμερα, αφού παρόλη τη συνεχή εξέλιξη των επιστημών της χημείας και της βιοχημείας, δεν επιτεύχθηκε η πλήρης ερμηνεία διαδικασιών, όπως ο μηχανισμός της φωτοσύνθεσης, η βιοσύνθεση των χρωστικών, των αλκαλοειδών και των αιθερίων ελαίων.

Το αιθέριο έλαιο κάθε φυτού έχει διαφορετική σύνθεση σε κάθε στάδιο ανάπτυξής του. Έτσι συγκριτικές αναλύσεις αιθερίων ελαίων, που έγιναν στην αρχή και στο τέλος της βλαστικής περιόδου έδειξαν μεγάλες διαφορές στη χημική τους σύσταση (Σκρουμπής, 1985). Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν και στο αιθέριο έλαιο νεαρών και ώριμων φύλλων του ίδιου φυτού (Σκρουμπής, 1985). Για την παραγωγή των διαφόρων συστατικών των αιθερίων ελαίων δεν απαιτείται μεγάλο χρονικό διάστημα αλλά αυτό επιτυγχάνεται εντός λίγων ωρών. Εκτός όμως από τον τρόπο

σχηματισμού των αιθερίων ελαίων δεν υπάρχουν πληροφορίες ως προς το ακριβές τμήμα των φυτών, στο οποίο λαμβάνει χώρα η σύνθεσή τους. Παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη ποσότητα αιθερίου ελαίου βρίσκεται στα αυξητικά όργανα του φυτού, καθώς και στα φυτά νεαρής ηλικίας. Τα αιθέρια έλαια βρίσκονται μέσα σε ειδικούς αδένες εκκρίσεως που είτε είναι εσωτερικοί, είτε εξωτερικοί, η κατανομή των οποίων στα φυτικά όργανα είναι ακανόνιστη. Οι διαστάσεις και ο αριθμός των αδένων αυξάνει όσο αυτοί βρίσκονται πλησιέστερα προς τις μεγάλες νευρώσεις των φύλλων. Η έκλυση του αιθερίου ελαίου από τα φυτά αποδίδεται τόσο στην εξάτμιση όσο και στη ρήξη των τοιχωμάτων των αδένων που προκαλείται από την αναπτυσσόμενη οσμωτική πίεση των κυττάρων που τους περιβάλλουν, τα οποία περιέχουν σάκχαρα, άλατα και κολλοειδή (Σκρουμπής, 1985).

1.6 Χρησιμότητα στα φυτά

Μέχρι τώρα δεν έχει δοθεί κάποια ικανοποιητική εξήγηση σχετικά με το ρόλο τους στο φυτό. Έχουν διατυπωθεί κάποιες ερμηνείες. Πιθανόν χρησιμεύουν για την προστασία του φυτού από υψηλή είτε χαμηλή θερμοκρασία, την αντοχή στη ξηρασία, τη ρύθμιση του μεταβολισμού των φυτών (Σκρουμπής, 1985), την προσέλκυση επικονιαστών (Amiot et al., 2005; Mahmoud & Croteau, 2002 ; Σκρουμπής, 1985), την προστασία απέναντι σε διάφορα ανεπιθύμητα μικρόβια, μύκητες, έντομα, ζώα (Amiot et al., 2005; Mahmoud & Croteau, 2002; Werker, 1993; Σκρουμπής, 1985), ως αντίδραση στο ηλιακό φως (Amiot et al., 2005; Close και Mc Arthur, 2002; Kokkini et al., 1994; Σκρουμπής, 1985) ή δρουν ως ορμόνες, που προάγουν διάφορες λειτουργίες στο φυτό (Σκρουμπής, 1985). Από όλες αυτές τις θεωρίες καμιά δε δίνει σαφή απάντηση για το ρόλο που διαδραματίζουν τα αιθέρια έλαια στα φυτά. Πιθανόν ο ρόλος τους να είναι ο συνδυασμός όλων αυτών που αναφέρθηκαν παραπάνω (Σκρουμπής, 1985).

1.7 Παραλαβή αιθερίων ελαίων

Τα αιθέρια έλαια παραλαμβάνονται από τα αρωματικά φυτά με διάφορες μεθόδους (Σκρουμπής, 1985; Caverio et al.,1989; Eskilsson and Bjorklund, 2000; Man, 2001; Βουτσά, 2002 ;). Για την εκλογή της κατάλληλης μεθόδου λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- Το είδος και το τμήμα του φυτικού υλικού (άνθη, βλαστοί, φύλλα, σπέρματα κλπ)
- Η περιεκτικότητα του φυτού σε αιθέρια έλαια
- Η αξία (τιμή) του αιθερίου ελαίου
- Η χημική σύνθεση των διαφόρων συστατικών του αιθερίου ελαίου
- Διάφοροι άλλοι οικονομικοί κυρίως παράγοντες

1.ΑΠΟΣΤΑΞΗ

Η μέθοδος της απόσταξης είναι η πιο διαδεδομένη και οικονομική μέθοδος.

1.1. Υδροαπόσταξη (water distillation)

Στην υδροαπόσταξη, το προς απόσταξη φυτικό υλικό, τοποθετείται σε σφαιρική φιάλη με νερό, η οποία συνδέεται με ψυκτήρα και με θερμοαντική συσκευή. Το χαρακτηριστικό της μεθόδου αυτής είναι ότι το νερό και το φυτικό υλικό είναι σε άμεση επαφή. Στην υδροαπόσταξη πρέπει να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του φυτικού υλικού, ώστε να μην συμβαίνει θερμική διάσπαση διαφόρων συστατικών του αιθερίου ελαίου. Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι: μεγάλος χρόνος, μικρή απόδοση σε αιθέριο έλαιο, παραλαβή κατώτερης ποιότητας αιθερίου ελαίου.

1.2. Υδροατμοαπόσταξη (water and steam distillation)

Στην υδροατμοαπόσταξη το φυτικό υλικό δεν έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό, αλλά τοποθετείται σε πλέγμα που βρίσκεται πιο ψηλά από την επιφάνεια του νερού. Ο ατμός που σχηματίζεται από την θέρμανση του νερού, έρχεται σε επαφή με τη μάζα του φυτικού υλικού και παρασύρει το αιθέριο έλαιο.

1.3. Απόσταξη με υδρατμούς (steam distillation)

Στην απόσταξη με υδρατμούς εισάγεται ατμός, ο οποίος παράγεται σε ειδικό ατμολέβητα, που περιέχει το φυτικό υλικό και ο ατμός παρασύρει το αιθέριο έλαιο. Στην απόσταξη με υδρατμούς ανήκει η συσκευή μικροαπόσταξης- εκχύλισης Likens-Nickerson. Η συσκευή αποτελείται από το κύριο σώμα, διαμορφωμένο για οργανικούς διαλύτες ελαφρύτερους του νερού, έναν ψυκτήρα και δύο φιάλες, μια σφαιρική και μια απιοειδή. Το δείγμα τοποθετείται μαζί με νερό (σε αναλογία 1/10) στη σφαιρική φιάλη και ο οργανικός διαλύτης (κυρίως διαιθυλαιθέρας) στην απιοειδή και θερμαίνεται με υδατόλουτρο. Οι σχηματιζόμενοι ατμοί από την σφαιρική φιάλη, που περιέχουν τα πτητικά συστατικά του αιθερίου ελαίου, φθάνουν στο ψυκτήρα, υγροποιούνται και κυλούν στον κύριο χώρο της συσκευής, όπου υπάρχει σε ισορροπία η οργανική και η υδατική φάση. Εκεί τα πτητικά συστατικά εκχυλίζονται από τον οργανικό διαλύτη. Στο τέλος της διαδικασίας (μετά από 1 ώρα τουλάχιστον) όλα τα συστατικά του αιθερίου ελαίου έχουν συγκεντρωθεί στην απιοειδή φιάλη. (Σκρουμπής, 1985; Caverio et al., 1989; Eskilsson and Bjorklund, 2000; Man, 2001; Βουτσά, 2002 ;).

2. ΕΚΧΥΛΙΣΗ

Η συνήθης περίπτωση διαχωρισμού με εκχύλιση, είναι αυτή με υγρούς διαλύτες (συνήθως νερό – οργανικός διαλύτης) και βασίζεται στην κατανομή της διαλυμένης ουσίας μεταξύ δύο υγρών, τα οποία είναι πρακτικώς μη αναμίξιμα (υδατική – οργανική φάση). Στην υδατική φάση κατά κύριο λόγο συλλέγονται οι πολικές ουσίες και τα

ανόργανα συστατικά, ενώ στην οργανική οι μη πολικές ουσίες. Η μέθοδος της εκχύλισης χρησιμοποιείται για την παραλαβή του αιθερίου ελαίου από φυτικά υλικά, τα οποία είναι ευπαθή στην απόσταξη, όπως άνθη και φύλλα. Ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο εκχυλιστικό υλικό, διακρίνεται σε εκχύλιση με ψυχρό λίπος, εκχύλιση με θερμό λίπος, με πτητικούς διαλύτες και σε υπερκρίσιμη εκχύλιση.

2.1. Εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες

Ως διαλύτες χρησιμοποιούνται κυρίως ο πετρελαϊκός αιθέρας, το βενζόλιο, η αιθυλική αλκοόλη. Το προϊόν που λαμβάνεται κατά την εκχύλιση, μετά την απομάκρυνση του πτητικού διαλύτη, εκτός από το αιθέριο έλαιο περιέχει και άλλες ουσίες, όπως κηρούς και χρωστικές. Μετά από επεξεργασία με αιθυλική αλκοόλη λαμβάνεται τελικά το αιθέριο έλαιο.

2.2. Εκχύλιση με ψυχρό λίπος

Η εκχύλιση με ψυχρό λίπος αποτελεί βελτίωση του τρόπου παρασκευής αρωματικών αλοιφών. Το λίπος που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι καθαρό και ημίσκληρο. Το λίπος έχει την ικανότητα να απορροφά και να συγκρατεί τις πτητικές ουσίες με τις οποίες έρχεται σε επαφή. Η εκχύλιση διαρκεί 24-30 h, ενώ το λαμβανόμενο λίπος μαζί με το αιθέριο έλαιο ή διατίθεται ως έχει ή επεξεργάζεται με αλκοόλη.

2.3. Εκχύλιση με θερμό λίπος

Η εκχύλιση αυτή ομοιάζει με την εκχύλιση με ψυχρό λίπος, με τη διαφορά ότι τα άνθη και το λίπος τοποθετούνται σε δοχεία που θερμαίνονται στους 800 °C. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται για την παραλαβή των αιθερίων ελαίων από εσπεριδοειδή και τριαντάφυλλα.

2.4. Εκχύλιση με υδρόφιλους διαλύτες

Τελευταία χρησιμοποιούνται υδατοδιαλυτοί διαλύτες ως εκχυλιστικά μέσα ή σε ανάμιξη με το νερό, για την παραλαβή των περισσοτέρων φυτικών συστατικών, που χρησιμοποιούνται στην κοσμετολογία. Τέτοιοι διαλύτες είναι η αιθυλενογλυκόλη, προπυλενογλυκόλη, η βουτενογλυκόλη.

2.5. Υπερκρίσιμη Εκχύλιση (SFE)

Κάθε συστατικό σε θερμοκρασία και πίεση πάνω από το κρίσιμο σημείο (το σημείο που αλλάζει φάση) βρίσκεται σε υπερκρίσιμη κατάσταση. Πάνω από την κρίσιμη θερμοκρασία ένα συστατικό που είναι αέριο δεν μπορεί να υγροποιηθεί παρόλη την

εφαρμογή υψηλής πίεσης. Η κρίσιμη πίεση είναι των ατμών του αερίου σε κρίσιμη θερμοκρασία. Το ρευστό σε υπερκρίσιμο περιβάλλον διατηρεί τις ιδιότητες τόσο της υγρής όσο και της αέριας φάσης. Η υπερκρίσιμη εκχύλιση είναι μια ραγδαία αναπτυσσόμενη μέθοδος διαχωρισμού, χρησιμοποιώντας διαλύτες όπως το διοξείδιο του άνθρακα CO₂ σε υπερκρίσιμες συνθήκες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την πλήρη απομάκρυνση του CO₂ από το εκχύλισμα, με μια απλή εκτόνωση σε ατμοσφαιρική πίεση. Βασικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι οι μεγάλες πιέσεις λειτουργίας, που συνεπάγεται μεγάλο κόστος, καθώς επίσης και η πολυπλοκότητά της. (Σκρουμπής, 1985; Caverio et al.,1989; Eskilsson and Bjorklund, 2000; Man, 2001; Βουτσά, 2002 ;).

3. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΑΡΑΛΑΒΗ

Τα αιθέρια έλαια παραλαμβάνονται με μηχανικά μέσα (πιεστήρια). Χρησιμοποιούνται στους ξηρούς καρπούς και στους φλοιούς των εσπεριδοειδών. Τα μηχανήματα για τους ξηρούς καρπούς είναι πιεστήρια, που μοιάζουν με αυτά που χρησιμοποιούνται στα ελαιοτριβεία. Τα μηχανήματα για τους φλοιούς των εσπεριδοειδών, είτε ξύνουν είτε τρυπούν τους φλοιούς με αποτέλεσμα την απελευθέρωση των αιθερίων ελαίων, που στη συνέχεια διαχωρίζονται από το στερεό υπόλειμμα.

3.1. ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΜΕ ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ

Στην εκχύλιση με υπερήχους, το δείγμα τοποθετείται με κατάλληλο οργανικό διαλύτη σε λουτρό υπερήχων. Η διάδοση των υπερήχων χαρακτηρίζεται από ελάχιστη συχνότητα 16kHz και προκαλεί κίνηση του υγρού λόγω συμπίεσης και αραίωσης. Με την αύξηση της πίεσης επιτυγχάνονται φαινόμενα διείσδυσης και μεταφοράς, ενώ με αύξηση της θερμοκρασίας επιταχύνονται φαινόμενα διάχυσης και διαλυτοποίησης. Με την χρήση των υπερήχων μειώνεται ο χρόνος εκχύλισης, χρησιμοποιούνται μικρότεροι όγκοι διαλυτών και εκχυλίζονται ταυτόχρονα πολλά δείγματα. Η εκχύλιση με υπερήχους εφαρμόζεται στον προσδιορισμό ενώσεων που είναι θερμικά ασταθείς. (Σκρουμπής, 1985; Caverio et al.,1989; Eskilsson and Bjorklund, 2000; Man, 2001; Βουτσά, 2002 ;).

4.ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΜΕ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ (MAE: microwave assisted extraction)

Τις τελευταίες δεκαετίες υπήρχε έντονο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη νέων τεχνικών παραλαβής των αιθερίων ελαίων, με την χρήση των οποίων έχει τελικά επέλθει σημαντική μείωση στο χρόνο εκχύλισης και στον όγκο δείγματος διαλύτη. Έτσι άρχισε η χρήση των μικροκυμάτων (MW) στην εκχύλιση. Με τα μικροκύματα υπάρχει σημαντική μείωση στο χρόνο εκχύλισης, σε σχέση με τις κλασσικές μεθόδους (Soxhlet). Με τις συμβατικές μεθόδους η θερμότητα μεταδίδεται από την θερμαντική

πλάκα στο δοχείο θέρμανσης και από εκεί στο διάλυμα. Αντίθετα με τα μικροκύματα η θέρμανση ξεκινάει από το δείγμα, μιας και το δοχείο δεν απορροφά την ακτινοβολία των μικροκυμάτων. Η θερμότητα, που παράγεται από τα MW, εξαρτάται από το διάλυμα. Αυτό συμβαίνει μιας και υπάρχουν διαλύτες που απορροφούν τα MW (π.χ μεθανόλη) και άλλοι που δεν την απορροφούν και επομένως δεν θερμαίνονται (π.χ εξάνιο). Με την MAE υπάρχει επίσης και σημαντική μείωση στον όγκο δείγματος και διαλύτη, σε σχέση με την Soxhlet, λόγω της αποδοτικότερης εκχύλισης.

4.1. Solvent Free Microwave Extraction (SFME)

Η SFME είναι μια τεχνική που συνδυάζει την ακτινοβολία των μικροκυμάτων και την ξηρή απόσταξη. Με την τεχνική αυτή το φυτικό μέρος τοποθετείται σε δοχείο, μέσα σε φούρνο μικροκυμάτων, χωρίς την προσθήκη νερού ή κάποιου οργανικού διαλύτη. Τα μικροκύματα αλληλεπιδρούν με το εγκλωβισμένο (εσωτερικό) νερό, που υπάρχει στο φυτό, προκαλώντας την θέρμανσή του. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη διαστολή των κυττάρων του φυτού, τη ρήξη των αδένων των ελαιοφόρων υποδοχέων και τελικά την απελευθέρωση του αιθερίου ελαίου. Το αιθέριο έλαιο, στη συνέχεια εξατμίζεται μαζί με το 'εσωτερικό' νερό και παραλαμβάνεται με την βοήθεια ψυκτήρα. (Σκρουμπής, 1985; Caverio et al., 1989; Eskilsson and Bjorklund, 2000; Man, 2001; Βουτσά, 2002 ;).

1.7.1 Ανάλυση αιθερίων ελαίων

Η ποιότητα των αιθερίων ελαίων εξαρτάται από διάφορα φυσικά χαρακτηριστικά αλλά κυρίως από τη χημική σύστασή τους. Για να γίνει πλήρης ανάλυση ενός αιθερίου ελαίου πρέπει να προσδιοριστούν: (α) οι φυσικές σταθερές, όπως το ειδικό βάρος, ο δείκτης διαθλάσεως, η στροφική ικανότητα, η διαλυτότητα και το σημείο ζέσεως και (β) η χημική σύνθεση, αφού από την παρουσία και την ποσότητα των συστατικών εξαρτάται κυρίως η ποιότητα των αιθερίων ελαίων (Σκρουμπής, 1985).

1.7.2 Διατήρηση των αιθερίων ελαίων

Τα αιθέρια έλαια κατά την διάρκεια της αποθήκευσής τους, είναι ευάλωτα σε αλλοιώσεις. Οι κυριότεροι παράγοντες που επιδρούν δυσμενώς στην ποιότητα των αιθερίων ελαίων είναι οι εξής (Σκρουμπής, 1985):

1. **Η θερμοκρασία αποθήκευσεως**, η οποία πρέπει να βρίσκεται μερικούς βαθμούς πάνω από το μηδέν
2. **Το φως**, οπότε για την προστασία των αιθερίων ελαίων χρησιμοποιούνται αδιαφανή δοχεία.
3. **Το νερό**, και γι' αυτόν το λόγο τα αιθέρια έλαια υφίστανται αφυδάτωση (ξήρανση) πριν από την αποθήκευσή τους, με μετάγγιση ή χρησιμοποίηση ουσιών, όπως το θειϊκό νάτριο, το θειϊκό μαγνήσιο κλπ.

4. **Ο αέρας**, οπότε για να αποφεύγονται οι αλλοιώσεις, πρέπει να χρησιμοποιούνται αεροστεγή δοχεία φύλαξης.

1.8 Εφαρμογές αρωματικών φυτών και αιθερίων ελαίων στα αγροτικά ζώα

Σε χοιρομητέρες στις οποίες χορηγήθηκε αιθέριο έλαιο ρίγανης κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης διαπιστώθηκε αύξηση περιεκτικότητας αντισωμάτων στο πρωτόγαλα σε σχέση με αυτή του μάρτυρα (Σκούφος, 2005), ενώ παράλληλα βελτιώθηκαν σημαντικά οι αναπαραγωγικές και παραγωγικές παράμετροι των χοιρομητέρων και των χοιριδίων σε σχέση με αυτές του μάρτυρα (Μητσόπουλος κ.σ, 2006).

Το αιθέριο έλαιο ρίγανης επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά ως κοκκιδιοστατικό και ως αυξητικός παράγοντας στην εκτροφή ορνιθίων κρεοπαραγωγής (Botsoglou et al., 2003a). Οι ευεργετικές του επιδράσεις οφείλονται στην εξισορρόπηση της μικροχλωρίδας του γαστρεντερικού σωλήνα, δρώντας στις εντερικές λάχνες και αυξάνοντας τη συνολική κατανάλωση τροφής. Το εκχύλισμα του δενδρολίβανου μπορεί να προστεθεί ως αντιοξειδωτικό στις ζωοτροφές περιορίζοντας την οξείδωση των λιπιδίων τους, με παράλληλη βελτίωση της γεύσης και της θρεπτικής τους αξίας (Basaga et al., 1997). Προσθήκη στο σιτηρέσιο των ορνιθίων κρεοπαραγωγής εκχυλίσματος δεντρολίβανου και φασκόμηλου (Lopez et al., 1998), τσαγιού (Tang et al., 2001) ή θυμαριού (Botsoglou et al., 2004) είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της οξειδωτικής σταθερότητας του ωμού κρέατος, μετά από περίοδο ψύξης ή και μακρά περίοδο κατάψυξης.

Χρησιμοποίηση του αιθέριου ελαίου της μέντας σε γαλακτοπαραγωγές αγελάδες, έδειξε αύξηση της πεπτικότητας των θρεπτικών συστατικών και βελτίωση της χρησιμοποίησής τους από το ζώο αφού δρα ως διαχειριστής των ζυμώσεων της μεγάλης κοιλίας, προκαλώντας μείωση της παραγωγής αμμωνίας, πτώση του αριθμού των πρωτοζώων (Ando et al., 2003), ενώ στις εντατικές εκτροφές, όπου η διαχείριση των αποβλήτων, αποτελεί ένα από τα κυριότερα προβλήματα, η χορήγηση ρίγανης στα σιτηρέσια των αγελάδων μείωσε τα περιστατικά διαρροιών (Bampidis et al., 2006), τις εκπομπές των δυσάρεστων οσμών και το μικροβιακό φορτίο των αποβλήτων μέσω της δράσης της θυμόλης και της καρβακρόλης (Varel et al., 2004; Varel, 2002; Varel και Miller, 2001a; 2001b), γεγονός που συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος. Τα δεδομένα, όσον αφορά τη χρησιμοποίηση των αιθερίων ελαίων στην εκτροφή των μικρών μηρυκαστικών, και ιδιαίτερα των προβάτων, είναι πολύ περιορισμένα



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Κανέλα και αιθέριο έλαιο κανέλας

Το γένος *Cinnamomum* περιλαμβάνει πάνω από 300 είδη που αναπτύσσονται σε τροπικές περιοχές με πιο αντιπροσωπευτικά είδη το *Cinnamomum verum* και *Cinnamomum aromaticum*. Το γένος *Cinnamomum* ευδοκίμει στη Σρί Λάνκα, την Κίνα και το Βιετνάμ αλλά καλλιεργείται εκτεταμένα σε όλες τις τροπικές περιοχές του κόσμου ιδιαίτερος στις Φιλιππίνες, στις δυτικές και ανατολικές Ινδίες, στις Αντίλλες, την Ιάβα και τη Σουμάτρα της Ινδονησίας, τη Μαδαγασκάρη, την Αυστραλία, τη Βραζιλία, την Αίγυπτο (Κατσή, 2001; Ravindran et al., 2003).

Το *Cinnamomum verum*, η γνωστή μας κανέλα είναι ιθαγενές φυτό της Σρί Λάνκα (Κεϋλάνης) και αναπτύσσεται στα τροπικά δάση μέχρι υψόμετρο 500 μέτρων. Η επιστημονική ονομασία, *Cinnamomum verum* προέρχεται από την ελληνική λέξη κιννάμωμον και εμφανίζεται στη βοτανολογική πραγματεία «Περί Φυτών Ιστορίας» του Θεόφραστου του Λέσβιου (371-287 π.Χ.), και σημαίνει 'γλυκό ξύλο'. Το *Cinnamomum zeylanicum* (εικ.1) είναι συνώνυμο που προέρχεται από το Ceylon ή Κεϋλάνη. Ετυμολογικά η λέξη κανέλα προέρχεται από την αρχαία ελληνική κάννα, την οποία δανείστηκε η ιταλική γλώσσα και προσαρμοσμένη στο φωνολογικό της σύστημα, πήρε τη σημερινή μορφή *cannella*, η οποία κατόπιν και υιοθετήθηκε. Το *Cinnamomum cassia* είναι είδος συγγενές με το *zeylanicum* και προέρχεται από διαφορετικές πηγές με πιο σημαντικά δέντρα το *Chinese cassia* ή *Cinnamomum aromaticum* (Κατσή, 2001; Ravindran et al., 2003).

Το *cinnamomum zeylanicum* και *aromaticum* ανήκουν στην οικογένεια των Lauraceae είναι πολυετή, θαμνώδη και αειθαλή δέντρα. Το *cinnamomum verum* φτάνει σε ύψος 8-18 μέτρων έχει καφεκόκκινο φλοιό, με λογχοειδή δερματώδη φύλλα μήκους 7-18cm και κιτρινόλευκα άνθη που εμφανίζονται το καλοκαίρι, ακολουθούμενα από αυγοειδείς, πορφυρούς καρπούς. Η περίοδος ανθοφορίας ποικίλει ανάμεσα στον Οκτώβριο και τον Φεβρουάριο και η ωρίμανση των φρούτων, ανάμεσα στον Μάιο και τον Ιούνιο. Τα λουλούδια, όταν ανοίγουν έχουν ένα πολύ ευχάριστο άρωμα και εξαιτίας αυτού τα επισκέπτεται μεγάλος αριθμός εντόμων και ειδικά μέλισσες (Chevallier, 1999 ; Κατσή, 2001). Το *cinnamomum cassia* αναπτύσσεται σε υψόμετρο 100-300 μέτρων, έχει ύψος 10-15 μέτρα, σκληρά επιμήκη φύλλα 10-15cm λεία στο πάνω μέρος και ελαφρώς τριχώδη στο κάτω με χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα σε νεαρή ηλικία. Τα χαρακτηριστικά των ανθέων είναι παρόμοια με αυτά του *C.verum*. Ο καρπός του είναι ωοειδής και σαρκώδης και βρίσκεται μέσα σ' ένα μεγενθυμένο περιανθικό κύπελλο με κομμένους περιανθικούς λοβούς. Η περίοδος ανθοφορίας του είναι από τον Οκτώβριο μέχρι τον Δεκέμβριο (Κατσή, 2001; Ravindran et al., 2003).

Cinnamomum zeylanicum	Cassia
Cinnamon	
	Scientific classification
Scientific classification	Kingdom: Plantae Division: Magnoliophyta Class: Magnoliopsida Order: Laurales Family: Lauraceae Genus: Cinnamomum Species: C. aromaticum
Kingdom: Plantae Division: Magnoliophyta Class: Magnoliopsida Order: Laurales Family: Lauraceae Genus: Cinnamomum Species: C. verum	Binomial name
Binomial name	<i>Cinnamomum aromaticum</i>
<i>Cinnamomum verum</i>	

Εικόνα 1 *Cinnamomum zeylanicum* και *cassia*

Η κανέλα συλλέγεται κάθε δεύτερο χρόνο, κατά τη περίοδο των βροχών και ύστερα από κλάδεμα των νεαρών δένδρων. Αφού μαζευτούν τα κομμάτια του φλοιού, που προέκυψαν κατά τη διάρκεια του κλαδέματος, παραμένουν για 24 ώρες ώστε να υποστούν ζύμωση. Κατόπιν αφαιρείται ο εξωτερικός φλοιός, παραλαμβάνεται ο εσωτερικός, ο οποίος ξηραίνεται και οδηγείται σε ειδικούς μύλους ώστε να προκύψει η κανέλα με τη γνωστή της μορφή. Επίσης, ο εσωτερικός φλοιός μπορεί να τυλιχθεί σε ρολά για τη διευκόλυνση της αποθήκευσης και της μεταφοράς του. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται τα γνωστά ξυλάκια κανέλας. Ο φλοιός υπό μορφή κυλίνδρων ή ημικυλίνδρων (εικ.2) και η σκόνη που προκύπτει από το θρυμματίσμα του φλοιού του *C. Zeylanicum* (εικ.2) χρησιμοποιείται ευρέως στη ζαχαροπλαστική και τη μαγειρική. (Chevallier, 1999; Ravindran et al., 2003) Σήμερα η παραγωγή του *Cinnamomum verum* φτάνει τους 80.000-100.000 τόνους το χρόνο με το 80-90% να προέρχεται από τη Σρι Λάνκα ενώ το *Cinnamomum aromaticum* φτάνει τους 20.000-25.000 τόνους ετησίως εκ των οποίων τα 2/3 καλλιεργούνται στην Ινδονησία (Κατσής, 2001).



Εικόνα 2 κανέλα σε μορφή πούδρας και sticks κανέλας

Το αιθέριο έλαιο του *Cinnamomum zeylanicum* προκύπτει κυρίως από απόσταξη με υδρατμούς τμημάτων του φλοιού του δένδρου. Το έλαιο που προκύπτει έχει το χαρακτηριστικό άρωμα της κανέλας και είναι κιτρινόχρυσου χρώματος, το οποίο όμως με το χρόνο σκουραίνει λόγω οξειδωσης (Krishnamurthy, 2009). Κατά την απομόνωση του ελαίου, μπορούν να προκύψουν αιθέρια έλαια διαφορετικής σύνθεσης, ανάλογα με το τμήμα του φυτού που χρησιμοποιείται αλλά και τον τόπο προέλευσης. Υψηλότερης ποιότητας αιθέριο έλαιο και πιο ακριβό θεωρείται αυτό που παραλαμβάνεται από το φλοιό, αφού είναι πιο πλούσιο σε κινναμαλδεΐδη. Το αιθέριο έλαιο του *C.cassia* είναι αποτέλεσμα του μείγματος των φύλλων, του φλοιού και των κλαδιών και συνήθως χρησιμοποιείται στη ζαχαροπλαστική, στον αρωματισμό αναψυκτικών και ποτών αλλά όχι στην αρωματοποιία λόγω των πιθανών δερματίτιδων που μπορεί να προκαλέσει. (Ravindran et al., 2003)

2.2 Ιστορική αναδρομή

Η κανέλα είναι ένα από τα σπουδαιότερα καρυκεύματα στον κόσμο και η χρήση του είναι γνωστή ήδη από την αρχαιότητα. Η πρώτη γραπτή αναφορά γίνεται στο Εβραϊκό θρησκευτικό κείμενο Τοράχ, όπου ο Μωσής στην Έξοδο από την Αίγυπτο χρησιμοποίησε μείγμα από *Cinnamomum aromaticum* και *verum* με μύρο και λάδι ελιάς για να φτιάξει το «Άγιο Μύρο». Οι πρώτες αναφορές στην *cassia* γίνονται σε Κινέζικα βιβλία γύρω στο 3.000π.Χ. , ενώ στην Ελλάδα η *cassia* πρωτοαναφέρεται σε ποίημα της Σαφούς τον 7οπ.Χ. αιώνα. Η κανέλα είχε βαρυσήμαντη αξία στην αρχαιότητα, ήταν δώρο κατάλληλο για μονάρχες και θεούς. Υπάρχει αναφορά για σπονδή με *Cinnamomum verum* και *aromaticum* στο ναό του Απόλλωνα στη Μίλητο (Chevallier, 1999 ; Ravindran et al., 2003).

Οι αρχαίοι Έλληνες χρησιμοποιούσαν την *cassia* σε συνδυασμό με την αψιθιά (*Artemisia absinthium*) για τον αρωματισμό του κρασιού και οι Ρωμαίοι τα φύλλα *Malabathrum cassia* (μπαχαρικό) στη μαγειρική. Επιπλέον συνήθιζαν να κάνουν απόσταξη αιθερίων ελαίων από τα φύλλα για τη παρασκευή σάλτσας για στρείδια, πιάτου εδεσματολογικά εκλεκτικών της εποχής. Σύμφωνα με τον Ρωμαίο γαστρονόμο Απίκιο (1ος αιώνας μ.Χ.), το *Malabathrum* ήταν μπαχαρικό απαραίτητο για όλες τις κουζίνες . Στην αρχαιότητα, η πηγή προέλευσής της ήταν άγνωστη, κάτι που διατηρήθηκε και μέχρι το μεσαίωνα για να μη χαθεί το μονοπώλιο από τους μεσάζοντες εμπόρους. Ο Ηρόδοτος και άλλοι ιστορικοί της εποχής του, αναφέρουν ότι η κανέλα προέρχεται από την Αραβία. Υπήρχε ένας μύθος σύμφωνα με τον οποίο γιγαντιαία πτηνά συνέλεξαν τα ξυλάκια κανέλας από τα κανελόδεντρα μιας άγνωστης χώρας, για να φτιάξουν τις φωλιές τους. Οι Άραβες κατάφεραν να τα ξεγελάσουν και να τα πάρουν. Αύτη η ιστορία ήταν γνωστή μέχρι και το 1310 στο Βυζάντιο, παρόλο που τον 1ο αιώνα μ.Χ. ο Ρωμαίος ιστορικός Πλίνιος ο Πρεσβύτερος ισχυρίστηκε ότι η ιστορία αύτη ήταν επινόηση των εμπόρων για να δικαιολογούν το υψηλό κόστος της κανέλας που ήταν 15 φορές μεγαλύτερο του αργύρου εκείνης της εποχής. (Chevallier, 1999 ; Ravindran et al., 2003).

Η πρώτη αναφορά της Σρι Λάνκα ως τόπος προέλευσης της κανέλας έγινε το 1270 στο Monument of Places and History of Gods Bondsmen. Η κανέλα μεταφέρθηκε στην Αίγυπτο από τη Σρι Λάνκα άγνωστο ακριβώς πότε, γύρω στο 2.000π.Χ. Υπάρχουν αναφορές για την Αιγύπτια βασίλισσα Hatshepsut (ηγεμονία 1478-1458π.Χ.) η οποία έστειλε αποστολή στη σημερινή Υεμένη προκειμένου να συλλεχτούν ξύλα και ελεφαντόδοντο για την κατασκευή ανακτόρου και ναού στις Θήβες. Ανάμεσα στα είδη που μεταφέρθηκαν υπήρχαν και ξυλάκια κανέλας. Υπάρχουν αναφορές ιστορικών της εποχής ότι η κανέλα προερχόταν από τη Κίνα, προφανώς εκείνοι αναφερόντουσαν στη cassia. Ενώ στους ελληνιστικούς χρόνους η χρήση της κανέλας ήταν ιδιαίτερα διαδεδομένη ανάμεσα στους πλουσίους, στην αρωματοποιία και την οινοποιία, στο μεσαίωνα η χρήση της φαίνεται πως ξεχάστηκε. Οι επαφές, όμως με τους μουσουλμάνους και τα ταξίδια του Μάρκο Πόλο στην Ασία, επανέφεραν τη χρήση της. Τον 15ο αιώνα στα μουσουλμανικά παζάρια η κανέλα ήταν τόσο ακριβή, που ανταλλασσόταν με ευνούχους και γυναίκες σκλάβες. (Chevallier, 1999 ; Ravindran et al., 2003).

Το 1505 ο Λορέντζο ντε Αλμείντα ανακάλυψε τη Κεϋλάνη και τα κανελόδεντρα που αποτελούσαν πηγή του πλούτου των αρχόντων του νησιού . Το 1580 οι Πορτογάλοι κατέλαβαν το νησί και ζήτησαν από τους ιθαγενείς 125 τόνους κανέλας ως ετήσιο φόρο υποτέλειας. Ο απεγνωσμένος βασιλιάς του Cand (ένα από τα τέσσερα βασίλεια της Κεϋλάνης), στράφηκε στους Ολλανδούς για βοήθεια και το 1658 το νησί εισήλθε στη κυριαρχία των Ολλανδών. Η διακυβέρνησή τους ήταν πολύ αυστηρή και αυταρχική και έφεραν σύντομα τους ιθαγενείς σε απόγνωση και επιπλέον κατέστρεφαν κανελόδεντρα των γειτονικών περιοχών , όπως της ακτής Μαλαμπάρ της Ινδίας προκειμένου να διατηρήσουν το μονοπώλιο. Το 1761 κατά τη διάρκεια εξέγερσης των ιθαγενών καταστράφηκαν μεγάλες αποθήκες κανέλας, προκαλώντας μεγάλο οικονομικό πλήγμα στους κυβερνώντες Ολλανδούς. Εκείνοι για να αποφευχθεί η επανάληψη του συμβάντος ξεκίνησαν τις τεχνητές καλλιέργειες κανέλας κάτι που επέφερε σημαντικές αλλαγές στην εξέλιξη της μέχρι τώρα ιστορία της. Καθότι οι τεχνητές καλλιέργειες κανέλας είχαν μεγάλη επιτυχία, η συλλογή άγριας σταμάτησε να είναι επικερδής.

Μετά τη Γαλλική επανάσταση, η Κεϋλάνη εισήλθε στη κυριαρχία των Γάλλων, ενώ το 1795 μετά την ήττα των Γάλλων από τους Βρετανούς το εμπόριο της κανέλας πέρασε στην επίβλεψη της Βρετανικής αυτοκρατορίας. Το βρετανικό μονοπώλιο τερματίστηκε όταν οι Ολλανδοί μετέφεραν κανελόδεντρα στην Ιάβα και την ακτή του Βόρνεο ενώ οι Γάλλοι στα νησιά του Μάβερικ. Η τιμή της κανέλας μειώθηκε δραστικά και σταμάτησε να αποτελεί αγαθό μόνο των πλουσίων (Chevallier, 1999 ; Ravindran et al. 2003).

Γνωστό από παλιά για τις θεραπευτικές του ιδιότητες, αναφέρεται για πρώτη φορά από το βοτανολόγο του αυτοκράτορα Shen-Nung (2.700 π.Χ.) και στη Βίβλο, κατά την περιγραφή της παρασκευής ενός ιερού μυρώματος από έλαια κανέλας, κάσσιας, μύρου και ελιάς. Στην Αίγυπτο τη χρησιμοποιούσαν κατά την ταρίχευση. Στο ναό του

Απόλλωνα, στα Δίδυμα θυμιάτιζαν με αυτή ανακατεύοντάς την με κάσσια, λιβάνι, μύρο και άλλα μυρωδικά. Συνταγές ποτών με κανέλα βρίσκονται στα χειρόγραφα μοναστηριών του Μεσαίωνα (Chevallier, 1999 ; Ravindran et al. 2003).

2.3 Ιδιότητες Κανέλας

Ο Διοσκουρίδης αναφέρει ότι το γένος *Cinnamomum* προκαλεί διούρηση, καθαρίζει τα μάτια και γλυκαίνει την αναπνοή. Το εκχύλισμα κανέλας μπορεί να προκαλέσει εμμηνορρυσία και να ενέχει θέση αντιδότη στο τσίμπημα και στο δάγκωμα δηλητηριωδών ζώων, να μειώσει την φλεγμονή των εντέρων και των νεφρών, ν' ανακουφίσει το στομάχι. Βοηθά επίσης στη χώνεψη και όταν αναμιχθεί με μέλι μπορεί ν' απομακρύνει κηλίδες από το πρόσωπο (Ravindran et al., 2003).

Στην Ινδία και την Ευρώπη το *Cinnamomum verum* χρησιμοποιήθηκε παραδοσιακά ως θερμαντικό βότανο για «ψυχρές» καταστάσεις συχνά σε συνδυασμό με τη πιπερόριζα (*Zingiber officinale*). Η κανέλα επίσης είναι παραδοσιακό φάρμακο για προβλήματα του πεπτικού συστήματος όπως η ναυτία, ο πυρετός και η διάρροια καθώς και για καταπονημένους μυς και για άλλα συμπτώματα ιογενών παθήσεων όπως τα κρυολογήματα (Chevallier, 1999).

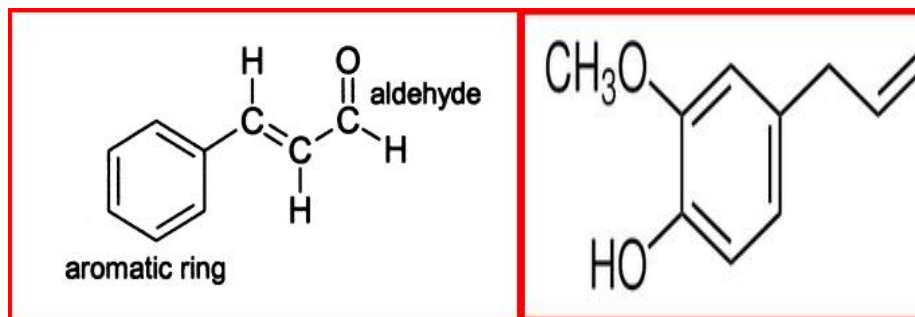
Σύμφωνα με την Ayurveda (Η επιστήμη της Ζωής), η κανέλα χρησιμοποιείται για το Vaata dosha, μια βιολογική δύναμη που διέπει όλες τις κινήσεις στο ανθρώπινο σώμα. Η διαταραχή του Vaata dosha μπορεί να επηρεάσει οποιοδήποτε σύστημα του σώματος, για παράδειγμα, στο αναπνευστικό μπορεί να παρατηρηθεί 'ξηρότητα' με εμφάνιση άσθματος, στο πεπτικό μειώνεται η κινητικότητα του εντέρου με εμφάνιση δυσκοιλιότητας, ενώ μπορεί να ευνοήσει το σχηματισμό λίθων στα νεφρά και στη χοληδόχο κύστη. Επιπλέον η διαταραχή σε επίπεδο νευρικού συστήματος προκαλεί υπερδιέγερση, τα άτομα νιώθουν συχνά φόβο, άγχος και κρυώνουν πολύ εύκολα. (W3). Στην Ινδία η κανέλα λαμβάνεται μετά τον τοκετό ως αντισυλληπτικό λόγω της εμμηναγωγούς δράσης της, διεγείροντας τη μήτρα και διευκολύνοντας την εμμηνόρροια. Επίσης θεωρείται αφροδισιακή ενώ επιπλέον χρησιμοποιείται για τη ξηροστομία, το κνησμό, τη βρογχίτιδα, για προβλήματα του ουροποιητικού και για καρδιολογικές παθήσεις (Krishnamurthy, 2009).

Στα μοναστήρια του Θιβέτ η κανέλα έχει ιδιαίτερη αξία και θεωρείται σημαντικό φάρμακο χάρη στην ιδιότητά της να καθαρίζει τον οργανισμό, να τον αποτοξινώνει και να τον θεραπεύει (Krishnamurthy, 2009).

Το *Cinnamomum aromaticum* χρησιμοποιείται στην κινέζικη παραδοσιακή ιατρική από το 2.700 π.Χ. με τον ίδιο τρόπο που χρησιμοποιείται το *verum* και είναι ένα από τα βασικά βότανα (Chevallier, 1999).

Το αφέψημα του φλοιού είναι ένα εξαιρετικά ευχάριστο ρόφημα που βοηθά την πέψη και μπορεί να λαμβάνεται σε καθημερινή βάση. Ξυλάκι ή σκόνη κανέλας σε ζεστό κρασί αναζωογονεί και ταυτόχρονα κατευνάζει. Έχει αποδειχθεί ότι το βάμμα

του φλοιού της, καταπολεμά το ελικοβακτήριο του πυλωρού, το οποίο είναι ο μικροοργανισμός που προκαλεί το έλκος του στομάχου και του δωδεκαδακτύλου. Το ρόφημα της κανέλας επιδρά καταπραϋντικά σε περιπτώσεις δυσπεψίας και μετεωρισμού και ανακουφίζει από πονοκεφάλους. Θετική είναι η δράση του βάμματος του βοτάνου στις περιπτώσεις των πόνων της εμμηνορυσίας. Συμβάλλει στην αποφυγή των μυϊκών κραμπών, αλλά και στην περίπτωση εμφάνισής τους, μειώνει τον πόνο. Η δοσολογία είναι 2-5 ml του βάμματος σε ζεστό νερό μέχρι 4 φορές την ημέρα. Οι νεαροί βλαστοί χρησιμοποιούνται ως διεγερτικό της ορθής κυκλοφορίας του αίματος προς τα άκρα. Το αιθέριο έλαιο της κανέλας περιέχει πολλές αρωματικές ουσίες, οι κυριότερες από τις οποίες είναι η κινναμαλδεΐδη στο φλοιό (εικ.3) και η ευγενόλη στα φύλλα (εικ.3). Η χρησιμοποίηση του φυτού ή του αιθερίου ελαίου της κανέλας γίνεται ως αφέψημα, βάμμα, εισπνοές κτλ, μετά από αραίωση σε κατάλληλο φορέα (νερό, έλαιο κτλ), πάντα όμως με προσοχή, αφού μπορεί να προκαλεί ερεθισμό (Krishnamurthy, 2009).



Εικόνα 3 Χημικές Ενώσεις κινναμαλδεΐδης και ευγενόλης

2.4 Χημική σύνθεση του αιθερίου ελαίου κανέλας

Η χρωματογραφική ανάλυση των φύλλων, του φλοιού και της ρίζας του *Cinnamomum zeylanicum* έδειξε 72 διαφορετικά συστατικά σε αναλογίες, που μεταβάλλονται από φυτό σε φυτό. Οι συγκεντρώσεις των ενεργών συστατικών εξαρτώνται επίσης από τη μέθοδο εκχύλισης του αιθερίου ελαίου. Το αιθέριο έλαιο της κανέλας, το οποίο σε γενικές γραμμές βρίσκεται σε συγκέντρωση 1%-4% στα φυτικά μέρη, αποτελείται από πολλές πτητικές αρωματικές ουσίες, οι σημαντικότερες από τις οποίες είναι η κινναμαλδεΐδη, το trans-κινναμωνικό, το β-καριοφυλλένιο, η λιναλοόλη και η 1,8-κινεόλη. Επίσης περιέχει φαινολικά συστατικά όπως η ευγενόλη, συμπυκνωμένες ταννίνες, κατεχίνες, προανθοκυανιδίνες, μονοτερπένια (β-πινένιο), σεσκιτερπένια, οξαλικά μονοτερπένια ασβεστίου, ρητίνη, άμυλο, πολυσακχαρίτες και κουμαρίνες. Το εύρος των συστατικών του αποδεικνύει και το μεγάλο φάσμα δράσης του ελαίου (Dugoua et al., 2007). Σε αντίθεση η *C.cassia* παρουσιάζει σημαντική διαφορά στο περιεχόμενό της σε ευγενόλη, κινναμαλδεΐδη και σε κουμαρίνες. (Μπαζαίος, 1990 ; Braun Lesley, 2007).

2.5 Ευεργετικές δράσεις αιθερίου ελαίου κανέλας

Σε διάφορες *in vitro* μελέτες έχει αναγνωρισθεί η ευρέως φάσματος αντιβακτηριακή και μυκητοκτόνος δράση του ελαίου της κανέλας. Αυτό αποδίδεται κυρίως στην κινναμαλδεΰδη, όμως και τα άλλα συστατικά της όπως η ευγενόλη, το β-καρνοφυλλένιο και η 1,8-κινεόλη εμφανίζουν αντιμικροβιακές ιδιότητες. Η κινναμαλδεΰδη παρουσιάζει έντονη αντιβακτηριδιακή δράση έναντι των θετικών κατά Gram και αρνητικών κατά Gram βακτηρίων όπως *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *L.monocytogenes*, *Salmonella enterica* ενώ αναστέλλει και την ανάπτυξη ορισμένων μυκήτων, όπως του *Sacharomyces cerevisiae* και του *Candida albicans* (Braun Lesley, 2007; Ooi et al., 2006).

Επίσης η κινναμαλδεΰδη, σαν συστατικό του ελαίου της κανέλας, εμφανίζει διεγερτική δράση σε υψηλές και κατασταλτική σε χαμηλές δόσεις στο κεντρικό νευρικό σύστημα, αυξάνει την περιφερειακή ροή του αίματος, μειώνει τον καρδιακό ρυθμό και την αρτηριακή πίεση ενώ έχει αντιπυρετική και υποθερμική δράση (Jellin et al., 2007).

Έρευνες έδειξαν ότι η κινναμαλδεΰδη αναστέλλει τον πολλαπλασιασμό των λεμφοκυττάρων και ρυθμίζει τη διαφοροποίηση των T-λεμφοκυττάρων (Koh et al., 1998). Επίσης έχει αντικαρκινική δράση, η οποία παρατηρήθηκε σε κυτταρικές σειρές, όπου παρεμποδίστηκε η ανάπτυξη ανθρώπινων καρκινικών κυττάρων (Park et al., 2004; Schoene et al., 2005).

Ο φλοιός της κανέλας περιέχει τανίνες, στις οποίες οφείλεται η αντιδιαρροϊκή της δράση, λόγω των στυπτικών ιδιοτήτων τους, ενώ τα πολυφαινολικά πολυμερή που περιέχονται στην *Cinnamomum zeylanicum*, έχουν αντιοξειδωτική δράση και έχει αποδειχθεί ότι μειώνουν το οξειδωτικό στρες με τρόπο δοσοεξαρτώμενο, μέσω αναστολής του ενζύμου της 5-κυκλοξυγενάσης (Anderson et al., 2004; Blomhoff, 2004; Ranjbar et al., 2006).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Η σημασία των ελεύθερων ριζών στην οξείδωση λιπιδίων

Οι οξειδωτικές διεργασίες έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη διαμόρφωση της ποιότητας των τροφίμων, ενώ επηρεάζουν και την ικανότητα συντήρησής τους. Η διαδικασία της οξείδωσης των λιπών περιλαμβάνει μία σειρά πολύπλοκων βιοχημικών αντιδράσεων, οι οποίες οδηγούν στην παραγωγή ενώσεων, που υποβαθμίζουν το παραγόμενο προϊόν. Τα χαρακτηριστικά των προϊόντων, τα οποία μεταβάλλονται κατά την οξείδωση, είναι: η ποιότητα και η θρεπτική αξία των πρωτεϊνών, η ποιότητα των βιταμινών, οι οργανοληπτικές ιδιότητες, όπως η γεύση και το χρώμα, ενώ αυξάνονται παράλληλα και οι αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία από τα σχηματιζόμενα τελικά προϊόντα (Jadhav *et al.*, 1996). Ουσίες, που χρησιμοποιούνται ως αντιοξειδωτικά, εμποδίζουν το σχηματισμό των ελεύθερων ριζών ή αντιδρούν με αυτές, σχηματίζοντας σταθερές ενώσεις, οι οποίες δε μεταβάλλουν σημαντικά τα θρεπτικά συστατικά και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων

Ως ελεύθερη ρίζα ορίζεται ένα άτομο ή ένα μόριο, το οποίο είναι ικανό να υφίσταται για πολύ μικρό χρονικό διάστημα και περιέχει ένα ή δύο ασύζευκτα ηλεκτρόνια (Halliwell & Gutteridge, 1999). Οι ελεύθερες ρίζες αποτελούν ιδιαίτερα ασταθείς και δραστικές ενώσεις και παράγονται ως προϊόντα μεταβολικών διαδικασιών, που πραγματοποιούνται στον οργανισμό. Κατά τις αντιδράσεις αυτές όχι μόνο μεταβάλλονται σημαντικά τα γειτονικά μόρια στόχοι, αλλά μερικές φορές μεταβιβάζονται τα ασύζευκτα ηλεκτρόνια από στόχο σε στόχο, δημιουργώντας έτσι μία δεύτερη, τρίτη κ.ο.κ. ελεύθερη ρίζα υπό μορφή αλυσιδωτής αντίδρασης. Η πολύ μεγάλη βλαπτική επίδραση των ελευθέρων ριζών οφείλεται ακριβώς στον πολλαπλασιασμό των μεταβολών που προκαλούνται από τις αλυσιδωτές αντιδράσεις. Συνολικά όλα τα μόρια που περιλαμβάνουν οξυγόνο, είτε είναι ελεύθερες ρίζες είτε όχι, ονομάζονται δραστικές μορφές οξυγόνου ΔΜΟ (Reactive Oxygen Species, ROS).

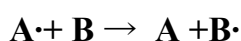
Γενικά οι δραστικές μορφές οξυγόνου σχηματίζονται κατά την έκθεση σε ουσίες όπως η αιθαλομίχλη, το όζον, τα χημικά, τα φάρμακα, αλλά και η ακτινοβολία και η υψηλή συγκέντρωση οξυγόνου, όπως επίσης και κατά την διάρκεια φυσιολογικών λειτουργιών, όπως η αντίδραση απέναντι σε μικρόβια και άλλες ξένες ουσίες. Οι κυριότερες ΔΜΟ φαίνονται στον πίνακα 3.1-1:

Πίνακας 3.1-1 Δραστικές Μορφές Οξυγόνου (ΔΜΟ) (Gropper et al., 2005; Rosen, 1999)

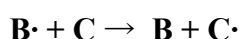
<u>ΔΜΟ</u>	<u>Μοριακός τύπος</u>
Ανιόν υπεροξειδίου	O_2^-
Υδροϋπεροξειδική ρίζα	$HOO\cdot$
Ρίζα υδροξυλίου	$OH\cdot$
Ρίζα Αλκοξειδίου	$RO\cdot$
Ρίζα υπεροξειδίου	$ROO\cdot$
Υπεροξειδίο του υδρογόνου	H_2O_2
Οργανικά υδροϋπεροξειδία	$ROOH$
Μονήρες οξυγόνο	1O_2
Όζον	O^3
Υποχλωριώδες οξύ	$HOCl$

3.2 Δράση Ελευθέρων ριζών

Γενικά, μια ρίζα είναι πολύ δραστική χημικά, διότι το ασύζευκτο ηλεκτρόνιο της εξώτατης στοιβάδας έχει την τάση να συζευχθεί με ένα άλλο ηλεκτρόνιο και με αυτόν τον τρόπο να σταθεροποιηθεί. Μια ρίζα Α αντιδρά προσλαμβάνοντας ένα e^- από ένα άλλο μόριο Β, με αποτέλεσμα την εξουδετέρωση της ρίζας Α και τη μετατροπή του μορίου Β σε μια δεύτερη ρίζα:



Η δεύτερη ρίζα $B\cdot$ μπορεί να αντιδράσει με ένα άλλο μόριο C προς εξουδετέρωση της ίδιας και αναγέννηση τρίτης ρίζας $C\cdot$:



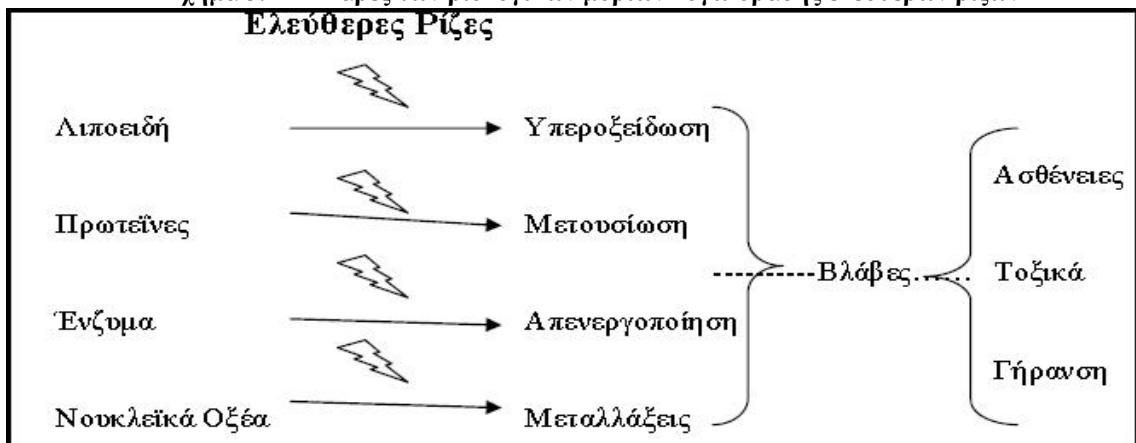
Αν η τρίτη ρίζα $C\cdot$ αντιδράσει με το μόριο Α προς παραγωγή της αρχικής ρίζας $A\cdot$ τότε ξεκινάει μια αλυσιδωτή αντίδραση ελευθέρων ριζών η οποία συνεχίζεται μέχρις ότου λάβει χώρα μια τερματική αντίδραση. Αν δεν συμβεί αυτό, η αλυσιδωτή αντίδραση των ριζών μπορεί να βλάψει βιολογικά συστήματα. Η τερματική αντίδραση συμβαίνει όταν 2 ρίζες αντιδρούν μεταξύ τους προς παραγωγή εξουδετερωμένων μορφών:



Μόλις σχηματιστούν οι ελεύθερες ρίζες επιτίθενται σε διάφορα μόρια (έχει υπολογισθεί ότι περίπου 10.000 ελεύθερες ρίζες τη μέρα «βομβαρδίζουν» κάθε κύτταρό μας), αποσπώντας ηλεκτρόνια από κυτταρικά συστατικά, όπως τα νουκλεϊκά οξέα, οι

πρωτεΐνες (ειδικότερα από αμινοξέα όπως η προλίνη, η ιστιδίνη ή η αργινίνη και αυτά με ελεύθερες θειϊκές ομάδες, όπως η μεθειονίνη και η κυστεΐνη) και τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα που βρίσκονται στην κυτταρική μεμβράνη, αλλά και στις μεμβράνες των ενδοκυτταρικών οργανιδίων, όπως αυτές του πυρήνα, των μιτοχονδρίων ή του ενδοπλασματικού δικτύου. Οι αλλαγές στις βάσεις των πουρινών και των πυριμιδινών στο DNA, οι οποίες προκαλούνται από τις υδροξυλικές ρίζες μπορεί να οδηγήσουν σε μεταλλάξεις ή σπάσιμο της αλυσίδας του DNA, που αν δεν διορθωθούν άμεσα μπορεί να οδηγήσουν σε δυσλειτουργία και θάνατο των κυττάρων (Urso and Clarkson, 2003). Η επίθεση στα αμινοξέα των πρωτεϊνών από τις ΔΜΟ μπορεί να οδηγήσει σε διάσπαση των πεπτιδικών δεσμών στο σκελετό της πρωτεΐνης ή σε αλλαγές της πρωτεϊνικής δομής. Η οξειδωτική βλάβη στις πρωτεΐνες μπορεί να προκαλέσει το σχηματισμό δεσμών μεταξύ αμινοξέων ή συσσώρευση αμινοξέων, με τελικό αποτέλεσμα την εμφάνιση αλλαγών στη δευτεροταγή και τριτοταγή δομή τους. Τέτοιου είδους φαινόμενα μπορεί να οδηγήσουν σε πρόωρη μετουσίωση της πρωτεΐνης. Η επίθεση των ελευθέρων ριζών στα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα που βρίσκονται στα φωσφολιπίδια της κυτταρικής μεμβράνης μπορεί να οδηγήσει σε αποικοδόμηση των λιπιδίων (Urso and Clarkson, 2003) (Σχήμα 3.2-1).

Σχήμα 3.2-1 Βλάβες των βιολογικών μορίων λόγω δράσης ελεύθερων ριζών



Εκτεταμένη βλάβη στα ερυθρά αιμοσφαίρια, για παράδειγμα μπορεί να προκαλέσει διάρρηξη των μεμβρανών και συνεπώς αιμόλυση. Οι ένυδρες ρίζες υπεροξειδίου και οι ρίζες υπεροξυνιτρόδους ενδεχομένως προκαλούν οξείδωση των χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεϊνών (LDL, Low Density Lipoprotein) (Groppe et al., 2005).

3.3 Αντιοξειδωτικά

Οι οργανισμοί είναι συνεχώς εκτεθειμένοι στην τοξική δράση αυτών των ενώσεων και για το λόγο αυτό έχουν αναπτύξει μηχανισμούς ενζυμικούς και μη, ακριβώς για την

αντιμετώπιση των ελευθέρων ριζών αλλά και άλλων ισχυρών οξειδωτικών παραγόντων οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν τη δημιουργία ελευθέρων ριζών. Η λειτουργία των μηχανισμών αυτών ονομάζεται **αντιοξειδωτική ικανότητα**. Σε περιπτώσεις διαταραχής της ισορροπίας μεταξύ των προοξειδωτικών μηχανισμών από τη μια πλευρά και των αντιοξειδωτικών από την άλλη, εις βάρος του δεύτερου σκέλους, προκαλείται το φαινόμενο του **οξειδωτικού στρες** και είναι παράγοντας πρόκλησης ασθενειών. Λόγω της συνεχούς έκθεσης σε ΔΜΟ και για την πρόληψη του οξειδωτικού στρες, ο οργανισμός μας, όπως όλα τα φυτά και τα ζώα, έχει αναπτύξει για προστασία διάφορους αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς στους οποίους παίρνουν μέρος αντιοξειδωτικές ουσίες (Δημόπουλος και Αντωνοπούλου, 2009).

Γενικά χαρακτηρίζουμε ως αντιοξειδωτική ουσία κάθε ουσία, η οποία βρίσκεται σε μικρές συγκεντρώσεις σε σύγκριση με το υπόστρωμα που οξειδώνεται και η οποία καθυστερεί σημαντικά ή αποτρέπει την οξείδωση του υποστρώματος αυτού (Halliwell & Gutteridge, 1999). Οι κύριες λειτουργίες των αντιοξειδωτικών είναι (Galli και Visioli, 2002): (α) η απομάκρυνση του οξυγόνου, (β) η απομάκρυνση ιόντων με καταλυτικές αντιδράσεις, (γ) η απομάκρυνση των ενδιάμεσων μιας οξειδωτικής διαδικασίας, (δ) ο εγκλωβισμός των αρχικών ελευθέρων ριζών και (ε) ο τερματισμός των αλυσιδωτών αντιδράσεων.

Επίσης είναι δυνατόν η παρουσία κάποιου αντιοξειδωτικού (για παράδειγμα της βιταμίνης C) να συμβάλλει στη διατήρηση της αντιοξειδωτικής δράσης κάποιου άλλου αντιοξειδωτικού, όπως της τοκοφερόλης. Στην περίπτωση αυτή έχουμε συνεργική δράση των δύο αντιοξειδωτικών και λέμε ότι η βιταμίνη C έχει συναντιοξειδωτική δράση (Δημόπουλος και Αντωνοπούλου, 2009).

3.3.1 Κατηγορίες αντιοξειδωτικών

Τα αντιοξειδωτικά μπορούν επίσης να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με την προέλευση και τη χημική τους σύσταση. Έτσι υπάρχουν ενδογενείς και εξωγενείς αντιοξειδωτικές ουσίες, της τροφής. Τα ενδογενή αντιοξειδωτικά διακρίνονται σε ουσίες μεγάλου και μικρού μοριακού βάρους. Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται ένζυμα, όπως η δισμουτάση του υπεροξειδίου, η καταλάση, η υπεροξειδάση της γλουταθειόνης, η παραοξονάση και το πρωτεάσωμα, τα οποία ελαττώνουν τη δημιουργία ΔΜΟ μέσω της απομάκρυνσης δυνητικών οξειδωτικών ή μετατρέποντας ΔΜΟ σε σχετικά σταθερές χημικές ενώσεις. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται επίσης διάφορες πρωτεΐνες του πλάσματος του αίματος, όπως η αλβουμίνη, η σερουλοπλασμίνη, η τρανσφερίνη και η ατογλοβίνη, οι οποίες δεσμεύουν μεταλλικά ιόντα και ως εκ τούτου περιορίζουν τη δημιουργία ελεύθερων ριζών μέσω αντιδράσεων που καταλύονται από μέταλλα. Τα μικρού μοριακού βάρους ενδογενή αντιοξειδωτικά υποδιαιρούνται περαιτέρω σε λιποδιαλυτά, όπως η τοκοφερόλη (βιταμίνη E), τα καροτενοειδή, η χολερυθρίνη, ορισμένες κινόνες και πολυφαινόλες και σε υδατοδιαλυτά, όπως το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C) και το ουρικό οξύ. Τα κυριότερα

αντιοξειδωτικά, που περιέχονται στα τρόφιμα, αποτελούν λιποδιαλυτές και υδατοδιαλυτές φυτικές ενώσεις, όπως η τοκοφερόλη, το β-καροτένιο, το λυκοπένιο, η βιταμίνη C, η λουτεΐνη και διάφορες πολυφαινόλες (φλαβονοειδή και άλλες ενώσεις) (Vaya και Aviram, 2001).

3.3.2 Αντιοξειδωτικά και υγεία

Τα αποτελέσματα από συγκριτικές μελέτες της αποτελεσματικότητας των αντιοξειδωτικών ουσιών ποικίλουν, λόγω διαφορών στο σχεδιασμό και τις συνθήκες του κάθε πειράματος. Παρόλα αυτά, πολλές μελέτες δείχνουν ξεκάθαρα το σημαντικό ρόλο των αντιοξειδωτικών θρεπτικών συστατικών στην πρόληψη των ασθενειών. Επιδημιολογικές μελέτες υποδεικνύουν ότι η υψηλή κατανάλωση φρούτων και λαχανικών, τα οποία είναι πλούσια σε ασκορβικό οξύ και καροτενοειδή, σχετίζεται με μειωμένο ποσοστό εκδήλωσης πολλών τύπων καρκίνου και καρδιαγγειακών νοσημάτων. Μετά από εκτεταμένες κλινικές μελέτες, τόσο σε άντρες όσο και σε γυναίκες, αποδείχθηκε ότι η αυξημένη πρόσληψη τοκοφερολών μέσω της τροφής σχετίζεται με χαμηλό κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων (Konig, 2001). Ο κίνδυνος εμφάνισης ισχαιμικών καρδιακών νοσημάτων φαίνεται πως αυξάνεται, όταν οι συγκεντρώσεις των αντιοξειδωτικών, κυρίως της τοκοφερόλης αλλά και σε μικρότερη έκταση των καροτενοειδών και του ασκορβικού οξέος, στο πλάσμα είναι χαμηλές. Παρομοίως, ο κίνδυνος εμφάνισης μερικών μορφών καρκίνου σχετίζεται ισχυρά με μειωμένη πρόσληψη ή χαμηλά επίπεδα αντιοξειδωτικών (Konig, 2001).

Μελέτες στις οποίες έγινε χορήγηση συμπληρωμάτων αντιοξειδωτικών έχουν δείξει κάποια ευοίωνα αποτελέσματα για τον ανθρώπινο οργανισμό. Η χορήγηση από το στόμα της α-τοκοφερόλης, μόνη της ή σε συνδυασμό με άλλα αντιοξειδωτικά, όπως το ασκορβικό οξύ ή το β-καροτένιο, οδήγησε σε αύξηση της ανθεκτικότητας των χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεϊνών στην οξείδωση. Η χορήγηση σκευάσματος με βάση την α-τοκοφερόλη για τουλάχιστον έναν χρόνο φαίνεται ότι μειώνει την εμφάνιση καρδιακών νοσημάτων αλλά και τη συχνότητα των εμφραγμάτων. Η βιταμίνη E και τα καροτενοειδή φαίνεται ότι είναι ικανά να αναστείλουν τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων και την νεοπλασματική μεταλλαγή που σχετίζονται με την ανάπτυξη του καρκίνου. Το ασκορβικό οξύ αναστέλλει το σχηματισμό νιτροζαμίνης, η οποία σχετίζεται με τον καρκίνο του στόμαχου (Konig, 2001).

Τα φλαβονοειδή προστατεύουν πιο έντονα το DNA από οξειδωτικές βλάβες, σε σχέση με το ασκορβικό οξύ (Groppe et al., 2005). Οι Earl (2003) βρήκε ότι η συγκέντρωση α-τοκοφερόλης ήταν σημαντικά χαμηλότερη σε άτομα με μεταβολικό σύνδρομο (διαταραχές του μεταβολικού συνδρόμου είναι η παχυσαρκία, η δυσλιπιδαιμία, η υπέρταση και ο σακχαρώδης διαβήτης. Κοινός παρανομαστής των διαταραχών αυτών είναι η παρουσία αντίστασης των περιφερικών ιστών, και κυρίως του μυϊκού ιστού, στη δράση της ινσουλίνης), και το συνέδεσαν με τη μειωμένη κατανάλωση φρούτων και λαχανικών από τα συγκεκριμένα άτομα. Ως αποτέλεσμα, τα

επίπεδα των διαφόρων αντιοξειδωτικών στο πλάσμα ήταν χαμηλά, γεγονός το οποίο μερικώς εξηγεί τον αυξημένο κίνδυνο για διαβήτη και καρδιαγγειακά νοσήματα.

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μία αύξηση του ενδιαφέροντος για τις αντιοξειδωτικές ενώσεις που απομονώνονται από τα φυτά (φυσικά αντιοξειδωτικά) και χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα για την ενίσχυση των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων των τροφίμων, όπως οι χυμοί, τα γαλακτοκομικά προϊόντα, οι μαργαρίνες κτλ, αλλά και για την παρασκευή συμπληρωμάτων διατροφής με βάση τη βιταμίνη C, τη βιταμίνη E και το β-καροτένιο. Πολλές εταιρίες παρέχουν επίσης συμπληρώματα διατροφής ως αντιοξειδωτικά σκευάσματα, τα οποία περιλαμβάνουν αντιοξειδωτικά ένζυμα. Τα ένζυμα όμως αυτά δεν είναι αποτελεσματικά γιατί είναι πρωτεΐνες και ως πρωτεΐνες διασπώνται κατά τη διαδικασία της πέψης πριν απορροφηθούν από τα κύτταρα (Δημόπουλος και Αντωνοπούλου, 2009)

Αν και δεν υπάρχει αμφιβολία ότι τα αντιοξειδωτικά είναι απαραίτητα συστατικά για τη διατήρηση της υγείας, δεν υπάρχει επιστημονική τεκμηρίωση για το αν πρέπει να παίρνουμε πρόσθετες αντιοξειδωτικές ουσίες και σε τι ποσότητα. Αν και αρχικά ήταν αποδεκτό ότι οι πρόσθετες αντιοξειδωτικές ουσίες είναι αβλαβείς, σήμερα όλο και περισσότερες επιστημονικές έρευνες τονίζουν την πιθανή τοξική τους δράση, ιδιαίτερα όταν καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες και για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Για παράδειγμα, η βιταμίνη C σε μεγάλες συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσει, μετά την *in vitro* διάσπαση των υδροϋπεροξειδίων των λιπιδίων, τη δημιουργία τοξικών ενώσεων, οι οποίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν βλάβες στο DNA των κυττάρων (Δημόπουλος και Αντωνοπούλου 2009 ; Lee et al., 2001).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Τα αιθέρια έλαια διαθέτουν ένα μεγάλο αριθμό πλεονεκτημάτων όσον αφορά τη χρήση τους από τη βιομηχανία τροφίμων. Δεν χρωματίζουν το προϊόν στο οποίο προστίθενται, προσδίδουν άρωμα στα τρόφιμα, είναι απαλλαγμένα από ένζυμα, αλλά ακόμη σημαντικότερη είναι η αντιμικροβιακή δράση τους, μέσω της οποίας συμβάλλουν στη συντήρηση των τροφίμων. Βέβαια για την αξιοποίηση των αιθερίων ελαίων στη συντήρηση των τροφίμων, είναι σημαντική η περαιτέρω μελέτη ορισμένων παραμέτρων όπως η μέθοδος παραλαβής τους, οι διαφορές στη σύσταση των αιθερίων ελαίων σε συνάρτηση με το φυτικό είδος, τη γεωγραφική περιοχή, την εποχή, το τμήμα του φυτού που χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή του ελαίου, η απομόνωση των συγκεκριμένων μορίων που είναι υπεύθυνα για την αντιμικροβιακή δράση τους στα τρόφιμα.

4.1 Μικροβιολογικοί κίνδυνοι στο κρέας

Το κρέας και τα κρεατοσκευάσματα αποτελούν μία από τις ομάδες «υψηλού κινδύνου» στα τρόφιμα, εξαιτίας των πολλών και σοβαρών μικροβιολογικών κινδύνων που μπορούν να αντιμετωπίσουν (Genigeorgis, 2004). Παράγοντες υψηλού μικροβιολογικού κινδύνου στο κρέας μπορούν να θεωρηθούν τα βακτήρια, οι τοξίνες, οι ιοί, τα πρωτόζωα και τα παράσιτα. Το νωπό κρέας είναι ένα ευαλλοίωτο προϊόν, αφού (α) περιέχει αφθονία θρεπτικών συστατικών, τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών, (β) έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, ευνοϊκή για την ανάπτυξη μικροοργανισμών και (γ) η τιμή του pH του κρέατος είναι μεταξύ 5 και 7, τιμές ευνοϊκές για την ανάπτυξη των περισσότερων μικροοργανισμών (Genigeorgis, 2004).

Από όλους τους μικροβιολογικούς κινδύνους σημαντικότεροι είναι αυτοί που προέρχονται από τα βακτήρια. Περίπου το 90% των καταγεγραμμένων τροφολοιμώξεων στα προϊόντα του κρέατος προέρχονται από τα βακτήρια. Τα βακτήρια που προκαλούν ασθένειες ονομάζονται παθογόνα και μπορούν να προκαλέσουν τροφολοιμώξη (όταν ο πολλαπλασιασμός του παθογόνου είναι το αίτιο της δηλητηρίασης) ή τροφοτοξίνωση (όταν η τοξίνη που παράγει το παθογόνο είναι το αίτιο). Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν η *Salmonella*, το *Campylobacter* και η *Listeria monocytogenes*, ενώ στην δεύτερη το *Clostridium botulium*, το *Clostridium perfringens*, το *Bacillus cereus* και ο *Staphylococcus aureus*. Πολλά από τα παραπάνω βακτήρια όπως και οι τοξίνες τους επιβιώνουν κατά τη συντήρηση του κρέατος και των προϊόντων του κατά τη ψύξη (Mossel και Struijk, 1995).

Η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών στο νωπό κρέας εξαρτάται από τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο του σφαγείου, τη θερμοκρασία που επικρατεί στο χώρο σφαγής και αποστέωσης του κρέατος και στην ταχύτητα ψύξης του κρέατος αμέσως μετά τη σφαγή. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που τυχόν υπάρχουν στο νωπό κρέας προέρχονται από μόλυνση μέσω του εντερικού σωλήνα του ζώου και είναι κυρίως οι *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* και παθογόνα στελέχη της *Escherichia Coli* (Mossel και Struijk, 1995).

4.1.1 Πηγές Επιμόλυνσεων

Η επιμόλυνση του κρέατος μπορεί να είναι ενδογενής ή εξωγενής. Η επιμόλυνση ονομάζεται ενδογενής όταν οι μικροοργανισμοί περνούν στο κρέας πριν από τη σφαγή του ζώου ενώ στην εξωγενή το κρέας μολύνεται κατά ή μετά τη σφαγή του ζώου. Η ενδογενής μόλυνση ελέγχεται, κατά τον προ της σφαγής υγειονομικό έλεγχο των ζώων καθώς και κατά την διάρκεια της κρεοσκόπησης από τους κτηνιάτρους. Η εξωγενής μόλυνση είναι η πιο σημαντική και συμβαίνει στο διάστημα που μεσολαβεί από τη σφαγή του ζώου μέχρι την κατανάλωση του κρέατος. Βασικότερες πηγές μόλυνσης είναι (Mossel και Struijk, 1995): (α) το δέρμα και οι οπλές του ζώου, (β) το πεπτικό του σύστημα, (γ) οι εγκαταστάσεις του σφαγείου, (δ) τα μέσα και οι τρόποι μεταφοράς του κρέατος, (ε) οι χώροι προετοιμασίας, συντήρησης, επεξεργασίας και πώλησης, (στ) το προσωπικό, σε όλα τα στάδια από την παραγωγή μέχρι την πώληση του κρέατος και των προϊόντων του, ενώ (ζ) σε μερικές περιπτώσεις, οι προσθετικές ουσίες που ενσωματώνονται σε κάποια κρεατοσκευάσματα.

4.2 *Salmonella spp* (Σαλμονέλα)



4.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Η κατηγορία των διαφόρων μορφών σαλμονέλας (*Salmonella sp*) περιλαμβάνει ραβδόμορφα κινητά βακτήρια (τα μη κινητά στελέχη είναι οι *S. gallinarum* και *S.*

pullorum), μη σπορογόνα και Gram. Απαντάται ιδιαίτερα συχνά στα ζώα, ειδικά στα πουλερικά και τους χοίρους. Οι περιβαλλοντικές πηγές του μικροοργανισμού περιλαμβάνουν το νερό, το χώμα, τα έντομα, τις επιφάνειες εργοστασίων, τις επιφάνειες κουζινών, τα ζωικά περιττώματα, τα ακατέργαστα κρέατα, τα ακατέργαστα πουλερικά και τα ακατέργαστα θαλασσινά (Αρσένη, 1994;W1).

4.2.2 Συμπτώματα ασθένειας

Η *Salmonella Typhi* (σαλμονέλα η τυφική) προκαλεί τον τυφοειδή πυρετό. Άλλοι τύποι σαλμονέλας, όπως η *S. enteritidis*, προκαλούν ηπιότερα συμπτώματα όπως ναυτία, εμετό, κοιλιακές κράμπες, διάρροια, πυρετό και πονοκέφαλο, ενώ 3-4 εβδομάδες μετά από την αρχή των οξέων συμπτωμάτων μπορεί να ακολουθήσουν πόνοι στις αρθρώσεις. Ο χρόνος εμφάνισης των συμπτωμάτων είναι 6-48 ώρες. Η μολυσματική δόση μπορεί να είναι μόνο 15-20 κύτταρα, ενώ εξαρτάται από την ηλικία και την υγεία του φορέα καθώς και από κληρονομικά χαρακτηριστικά. Τα οξέα συμπτώματα μπορούν να διαρκέσουν για 1 έως 2 ημέρες ή μπορούν να παραταθούν, πάλι ανάλογα με το φορέα και τη ληφθείσα δόση. Αιτία της ασθένειας είναι η διείσδυση και μετάβαση της σαλμονέλας από την κοιλότητα των εντέρων στο επιθήλιο του λεπτού εντέρου όπου δημιουργείται φλεγμονή (Αρσένη, 1994;W1)

4.2.3 Διάγνωση

Η αναγνώριση και ταυτοποίηση της σαλμονέλας στον ασθενή γίνεται με καλλιέργειες κοπράνων και αίματος.

4.2.4 Τρόφιμα ευαίσθητα σε μόλυνση

Ωμό κρέας, πουλερικά, αυγά, γάλα και γαλακτοκομικά προϊόντα, ψάρια, γαρίδες, πόδια βατράχων, ζύμη, καρύδα, σάλτσες και σάλτσα σαλάτας, μίγματα κέικ, επιδόρπια με κρέμα, ξηρή ζελατίνη, φυστικοβούτυρο, κακάο και σοκολάτα μπορεί να είναι πηγές του μικροοργανισμού.

Διάφορα είδη σαλμονέλας έχουν απομονωθεί έξω από το κέλυφος αυγών. Αυτό που διαφοροποιεί τη *S. enteritidis* είναι η παρουσία του μικροοργανισμού μέσα στο αυγό, συγκεκριμένα στη λέκιθο. Αυτό αποτελεί πρόβλημα μιας κάθετης μετάδοσης, δηλαδή απόθεσης του μικροοργανισμού στη λέκιθο από μια μολυσμένη κότα πριν από την απόθεση του κελύφους, κάτι που μπορεί να ευνοήσει τη μετάδοση της (Αρσένη, 1994;W1).

4.2.5 Πρόληψη

Η σαλμονέλα εξουδετερώνεται με θέρμανση (πάνω από 70 °C). Οι κύριες αιτίες της μόλυνσης είναι τα ωμά ή όχι πολύ μαγειρεμένα φαγητά και η επιμόλυνσή τους, όταν το μαγειρευμένο υλικό έρχεται σε επαφή με μολυσμένα ακατέργαστα προϊόντα ή με μολυσμένα υλικά (πάγκος ή σκευή τεμαχισμού). Το κατάλληλο μαγείρεμα και

χειρισμός των τροφίμων μπορούν να προλάβουν τις μολύνσεις σε μεγάλο βαθμό (Αρσένη, 1994;W1).

4.2.6 Επιπλοκές

Οι *S. typhi* και *S. paratyphi* προκαλούν τυφοειδή πυρετό τύπου Α, Β, και C στον άνθρωπο. Διάφορα όργανα μπορούν να μολυνθούν με αποτέλεσμα αρνητικές επιδράσεις τόσο στη λειτουργία τους όσο και στη μορφολογία τους. Το ποσοστό θανατηφόρων περιστατικών τυφοειδούς πυρετού είναι 10% έναντι σε λιγότερο από 1% για τις περισσότερες μορφές σαλμονέλλωσης. Η *S. dublin* έχει ένα ποσοστό θνησιμότητας 15% στους ηλικιωμένους ενώ η *S. enteritidis* καταδεικνύει ένα ποσοστό θνησιμότητας περίπου 3,6% σε περιπτώσεις μαζικών τροφικών δηλητηριάσεων, με τους ηλικιωμένους να εμφανίζονται ιδιαίτερα ευπαθείς. Η αντιδραστική αρθρίτιδα και το σύνδρομο *Reiter* (πρόκειται για ένα σπάνιο σύνδρομο, που αναπτύσσεται όταν το ανοσοποιητικό σύστημα αντιδράσει ανώμαλα, με αποτέλεσμα την γενικευμένη προσβολή του οργανισμού με επιπεφυκίτιδα, αρθρίτιδα, ουρηθρίτιδα-τραχηλίτιδα, εκτεταμένες βλεννογόνο-δερματικές βλάβες) έχουν αναφερθεί ως αποτέλεσμα της παραπάνω μόλυνσης με περίοδο εμφάνισης μετά από τις 3 εβδομάδες. Η αντιδραστική αρθρίτιδα μπορεί να εμφανιστεί σε ποσοστό περίπου 2% των αποδεδειγμένων μολυσμένων περιπτώσεων, από το στέλεχος του παθογόνου μικροοργανισμού (Αρσένη, 1994;W1).

4.2.7 Πληθυσμοί σε κίνδυνο

Όλες οι ηλικιακές ομάδες είναι ευαίσθητες, αλλά τα συμπτώματα είναι οξύτερα στους ηλικιωμένους, τα νήπια και τους χρόνια ασθενείς, ενώ στους ασθενείς με AIDS η πιθανότητα εκδήλωσης σαλμονέλλωσης είναι κατ' εκτίμηση 20 φορές υψηλότερη από το γενικό πληθυσμό (Αρσένη, 1994; Montserrat and Yuste, 2010;W1).

4.3 *Listeria monocytogenes* (Λιστέρια)



4.3.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Είναι ένα θετικό κατά Gram βακτήριο, που κινείται με τη βοήθεια μαστιγίων. Μερικές μελέτες υποστηρίζουν ότι 1-10% των ανθρώπων μπορεί να είναι εντερικοί μεταφορείς του *L. monocytogenes*. Έχει βρεθεί σε τουλάχιστον 37 θηλαστικά είδη, οικόσιτα και άγρια, καθώς επίσης και σε τουλάχιστον 17 είδη πουλιών και σε μερικά είδη ψαριών και οστρακόδερμων. Μπορεί να απομονωθεί από το χώμα, τη χλόη και άλλες περιβαλλοντικές πηγές. Η *L. monocytogenes* είναι αρκετά ανθεκτική και αντιστέκεται στα επιβλαβή αποτελέσματα του παγώματος, της ξήρανσης και της θερμότητας, εντυπωσιακά καλά για ένα βακτηρίδιο που δεν παράγει σπόρους. Τα περισσότερα στελέχη της *L. monocytogenes* είναι παθογόνα (Αρσένη, 1994; W2)

4.3.2 Συμπτώματα ασθένειας

Λιστερίωση είναι το όνομα μιας γενικής ομάδας συμπτωμάτων που προκαλούνται από τη *L. monocytogenes*. Η λιστερίωση προσδιορίζεται κλινικά όταν ο οργανισμός απομονώνεται από το αίμα, τον εγκεφαλονωτιαίο μυελό, ή μια αποστειρωμένη περιοχή (π.χ. πλακούντας, έμβρυο). Η λιστερίωση εκδηλώνεται ως η σηψαιμία, μηνιγγίτιδα (ή μηνιγγιτιδοεγκεφαλίτιδα), εγκεφαλίτιδα και ενδομήτριες ή αυχενικές μολύνσεις στις έγκυες γυναίκες, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε αποβολή (δεύτερο/ τρίτο τρίμηνο) ή θνησιγένεια του εμβρύου. Των προαναφερθεισών διαταραχών προηγούνται συνήθως συμπτώματα που μοιάζουν με γρίπη, συμπεριλαμβανομένου και του επίμονου πυρετού. Έχει αναφερθεί επίσης ότι διάφορα γαστροεντερικά συμπτώματα όπως η ναυτία, ο εμετός και η διάρροια μπορούν να προηγηθούν των σοβαρότερων μορφών λιστερίωσης ή πολλές φορές μπορεί να είναι και τα μόνα συμπτώματα που εμφανίζονται. Ο χρόνος εκδήλωσης της ασθένειας στις σοβαρές μορφές λιστερίωσης κυμαίνεται από μερικές ημέρες έως τρεις εβδομάδες (Αρσένη, 1994; W2).

Η μολυσματική δόση του *L. monocytogenes* είναι άγνωστη, αλλά θεωρείται ότι ποικίλει ανάλογα με την αντοχή ή την ευαισθησία του προσβεβλημένου ατόμου. Η *L. monocytogenes* μπορεί να εισβάλει στο γαστροεντερικό επιθήλιο. Το βακτηρίδιο είναι αιμογενές (σεπτισημικό) και μπορεί να αναπτυχθεί όταν εισαχθεί στα μονοκύτταρα του ξενιστή, στα μακρόφαγα, ή πολυμορφοπυρηνικά λευκοκύτταρα. Η παρουσία του βακτηρίου στα ενδοκυτταρικά και φαγοκυτταρικά κύτταρα επιτρέπει επίσης την πρόσβασή του στον εγκέφαλο και πιθανώς στο έμβρυο στην περίπτωση των εγκύων γυναικών. Η παθογένεση της *L. monocytogenes* επικεντρώνεται στη δυνατότητά της να επιζήσει και να πολλαπλασιάζεται στα φαγοκυτταρικά κύτταρα των ξενιστών (Αρσένη, 1994; W2).

4.3.3 Διάγνωση

Η λιστερίωση μπορεί να εντοπιστεί θετικά μέσω προσδιορισμού του μικροοργανισμού μετά από καλλιέργεια με το αίμα, τον εγκεφαλονωτιαίο μυελό, ή τα περιττώματα του πάσχοντος οργανισμού. (Αρσένη, 1994;W2)

4.3.4 Τρόφιμα ευαίσθητα σε μόλυνση

Η *L. monocytogenes* έχει συνδεθεί με τρόφιμα όπως το ακατέργαστο γάλα, τα τυριά (ιδιαίτερα μαλακά), το παγωτό, τα ακατέργαστα λαχανικά, τα ζυμωμένα λουκάνικα ακατέργαστου κρέατος, τα ακατέργαστα και μαγειρευμένα πουλερικά, τα ακατέργαστα κρέατα (όλοι οι τύποι) και τα ακατέργαστα και καπνισμένα ψάρια. Η δυνατότητά της να αυξηθεί σε θερμοκρασίες τόσο χαμηλές όπως 3°C επιτρέπει τον πολλαπλασιασμό της στα κατεψυγμένα τρόφιμα (Αρσένη, 1994;W2).

4.3.5 Πρόληψη

Η συνολική πρόληψη πιθανώς δεν είναι δυνατή, εντούτοις τα κατάλληλα αποθηκευμένα, θερμασμένα και μαγειρευμένα τρόφιμα είναι γενικά ασφαλή, γιατί τα βακτηρίδια σκοτώνονται στην θερμοκρασία των 75°C . Ο μεγαλύτερος κίνδυνος είναι η επιμόλυνση, όπου το μαγειρευμένο υλικό έρχεται σε επαφή με ακατέργαστα προϊόντα ή μολυσμένα υλικά (πάγκος ή σκεύη τεμαχισμού). (Αρσένη, 1994;W2).

4.3.6 Πληθυσμοί σε κίνδυνο

Τα άτομα που διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο προσβολής από την *L. monocytogenes* ανήκουν στις κατηγορίες (McLaurin et al., 2004; Montserrat and Yuste., 2010): (α) των εγκύων γυναικών, με κίνδυνο και για τα έμβρυα, (β) των προσβεβλημένων από καρκίνο ή λευχαιμία ασθενών ή αυτών που λαμβάνουν ανοσολογικά κορτικοστεροειδή, (γ) σε μικρότερο βαθμό, οι διαβητικοί, οι κυρωτικοί, οι ασθματικοί και ασθενείς με έλκος ή κολίτιδα, και τέλος (δ) οι ηλικιωμένοι.(W2)

Στον Πίνακα 4.3-1 μπορούμε να δούμε πιο αναλυτικά τα συμπτώματα που προκαλούν διάφοροι παθογόνοι μικροοργανισμοί στον άνθρωπο (Υπ.Αγροτ.Ανάπτυξης :Οδηγός υγιεινής για κρεοπωλεία).

Πίνακας 4.3- 1 Είδος μικροοργανισμού και συμπτώματα που προκαλεί

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ	
Οι τροφιμογενείς λοιμώξεις μετά από τη κατανάλωση νεπού ακατέργαστου κρέατος και πουλερικών οφείλονται συνήθως στους παρακάτω μικροοργανισμούς:	
Είδος	Συμπτώματα
Μικροοργανισμού	
<i>Escherichia coli</i>	Ήπια έως έντονη διάρροια, εμετός, σπασμοί
<i>Escherichia coli</i> <i>O157:H7</i>	Προκαλεί αιμορραγική κολίτιδα. Ενοχοποιήθηκαν ωμά μπιφτέκια, προϊόντα κρέατος και απαστερίωτο γάλα
<i>Listeria</i>	Προκαλεί λιστερίωση. Έχει τη δυνατότητα να πολλαπλασιάζεται σε χαμηλές θερμοκρασίες (ψύξης 3°C)
<i>monocytogenes</i>	
<i>Salmonella spp.</i>	Προκαλεί τυφοειδή, παρατυφοειδή πυρετό (<i>Salmonella typhi</i> , <i>S. paratyphi A B</i>), γαστρεντερίτιδα (<i>S. typhimurium</i> , <i>S. enteritidis</i> , <i>S. infantis</i> κλπ) Οι <i>Salmonella spp.</i> βρίσκονται κυρίως στον πεπτικό σωλήνα των ζώων.
<i>Staphylococcus aureus</i>	Παράγει θερμοανθεκτική τοξίνη η οποία προκαλεί τροφοδηλητηρίαση, εντερίτιδα, τοξικό σοκ.
<i>Clostridium botulinum</i>	Προκαλεί αλλαντίαση μετά από κατανάλωση της τοξίνης, με υψηλό ποσοστό θνησιμότητας
<i>Clostridium perfringens</i>	Κατά τη σπορογονία του στο πεπτικό σύστημα παράγεται εντεροτοξίνη που προκαλεί έντονη διάρροια και σπάνια εμετό.
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Η νόσος είναι γαστροεντερική με συμπτώματα όπως διάρροια, πυρετό, κοιλιακό πόνο, εμετό.
<i>Trichinella spiralis</i>	Νηματούδες παράσιτο το οποίο εγκυστώνεται σε γραμμωτούς μύες ζώων (κυρίως χοίρων). Η νόσος στους ανθρώπους έχει κυρίως συμπτώματα «γρίπης» (διάρροια, πυρετός, μυϊκό άλγος, αναπνευστικά συμπτώματα). Βαριές περιπτώσεις οδηγούν στον θάνατο.
<i>Taenia saginata</i>	Η προνυμφική μορφή (<i>Cysticercus bovis</i>) εγκυστώνεται σε ιστούς βοοειδών. Άψητο ή ατελώς ψημένο κρέας βοοειδών ενοχοποιείται για τη μετάδοση του παρασίτου
<i>Campylobacter jejuni</i>	Προκαλεί κυρίως εντερίτιδες και διάρροιας. Όλα τα σφάγια των πουλερικών θεωρείται ότι είναι μολυσμένα με <i>Campylobacter</i>
<i>Taenia solium</i>	Η προνυμφική μορφή (<i>Cysticercus cellulosae</i>) εγκυστώνεται σε ιστούς χοίρων, σκύλων και ανθρώπων. Άψητο ή ατελώς ψημένο κρέας χοίρων ενοχοποιείται για τη μετάδοση του παρασίτου. Κύστες στον άνθρωπο έχουν ανιχνευτεί σε υποδόριους ιστούς, μάτια και εγκέφαλο
<i>Toxoplasma gondii</i>	Το πρωτόζωο παράσιτο εγκυστώνεται σε ιστούς χοίρων και άλλων θηλαστικών. Η νόσος στους ανθρώπους έχει κυρίως συμπτώματα «γρίπης», αποβολές σε εγκύους συγγενείς ανωμαλίες σε έμβρυα. Άψητο ή ατελώς ψημένο κρέας χοίρων ενοχοποιείται για τη μετάδοση του
<i>Balantidium coli</i>	Το πρωτόζωο βρίσκεται σε χοίρους. Η νόσος στους ανθρώπους έχει κυρίως συμπτώματα αιμορραγικής δυσεντερίας, αφυδάτωση και σπάνια οδηγεί σε θάνατο. Άψητο ή ατελώς ψημένο κρέας χοίρων, με εντερική επιμόλυνση ενοχοποιείται για τη μετάδοση του.
<i>Cryptosporidium spp.</i>	
Ιώσεις	Μολυσματική ηπατίτιδα Α, Λοιμώδης γαστρεντερίτιδα
Σπογγόμορφη εγκεφαλοπάθεια των βοοειδών (BSE)	Παθολογική πρωτεΐνη (prion) που προκαλεί τη νόσο vCJ (νόσος νευρικού συστήματος με μοιραία για τον άνθρωπο κατάληξη)

Πηγή: Οδηγός υγιεινής για κρεοπωλεία/ Υπουργείο Ανάπτυξης

4.4 Μέτρα για την αντιμετώπιση των μικροβιολογικών κινδύνων

Για να αντιμετωπιστούν οι μικροβιολογικοί κίνδυνοι για το κρέας και τα προϊόντα του, η επιχείρηση θα πρέπει (Abernathy and Hart, 2004; Little et al., 2003):

- 1) Να προμηθεύεται κρέας από αξιόπιστους προμηθευτές.
- 2) Κατά την παραλαβή πρέπει να ελέγχονται τα συνοδευτικά έγγραφα των σφαγίων (υγειονομικά πιστοποιητικά) ή των τεμαχίων κρέατος καθώς και η σήμανσή τους. Από αυτά πρέπει να προκύπτει η προέλευσή τους (χώρα γέννησης, χώρα εκτροφής), η εγκατάσταση σφαγής/ τεμαχισμού, η ημερομηνία σφαγής και η καταλληλότητά τους για ανθρώπινη κατανάλωση (πιστοποιητικό κτηνιατρικού ελέγχου). Απαραίτητος επίσης είναι ο οργανοληπτικός έλεγχος (χρώμα, οσμή, γενική εμφάνιση), ο έλεγχος της θερμοκρασίας και ο έλεγχος της καθαριότητας του οχήματος μεταφοράς.
- 3) Οι εργαζόμενοι κατά τη διάρκεια της παραγωγής θα πρέπει να εφαρμόζουν τις ορθές πρακτικές υγιεινής (GHP) και βιομηχανικής πρακτικής (GMP), έτσι ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος μικροβιακής επιμόλυνσης και επιμόλυνσης των προϊόντων από το προσωπικό. Πρέπει να δίνεται προσοχή ώστε να μην έρχονται σε επαφή "ασύμβατα" μεταξύ τους προϊόντα τα οποία είναι δυνατόν να αλληλοεπιμολυνθούν π.χ. κόκκινα κρέατα ή ωμά πουλερικά με θερμικώς επεξεργασμένα προϊόντα.
- 4) Να τηρούνται οι προδιαγραφές για τις συνθήκες παραγωγής των κρεατοσκευασμάτων. Για παράδειγμα, για τα προϊόντα θερμικής επεξεργασίας (αλλαντικά, καπνιστά) πρέπει να ελέγχεται η επίτευξη των σωστών θερμοκρασιών (πχ. 72° C στον πυρήνα) και χρόνου εφαρμογής τους (πχ. 15 sec) ώστε να επιτυγχάνεται η ασφάλειά τους. Η παρακολούθηση των ανωτέρω θερμοκρασιών καταγράφεται σε ανάλογα αρχεία.
- 5) Να ελέγχεται η τήρηση της ψυκτικής αλυσίδας σε όλα τα στάδια της παραγωγής. Συγκεκριμένα, το κόκκινο κρέας δεν πρέπει διατηρείται σε θερμοκρασία που να ξεπερνά σε κανένα σημείο τους 7° C, τα πουλερικά τους 4° C, τα εντόσθια και ο κιμάς τους 3° C και τα καταψυγμένα προϊόντα τους -18° C. Επίσης, οι χώροι επεξεργασίας πρέπει να έχουν μέγιστη θερμοκρασία τους 12° C για να μετριάζεται η αύξηση της θερμοκρασίας των επεξεργαζόμενων κρεάτων και η ανάπτυξη βακτηρίων.
- 6) Να έχει το προσωπικό της κατάλληλα εκπαιδευμένο.
- 7) Να εφαρμόζονται προγράμματα καθαρισμού και απολύμανσης των εγκαταστάσεων, των μηχανημάτων και των σκευών επεξεργασίας του κρέατος.
- 8) Να εφαρμόζεται σύστημα μυοκτονίας και απεντόμωσης.

- 9) Να διενεργούνται αναλύσεις βάσει προγράμματος αναλύσεων α, β υλών τελικών προϊόντων, νερού σύμφωνα με τον Κανονισμό αριθμ. ΕΚ 1447/2007 για τα μικροβιολογικά όρια των τροφίμων και την Οδηγία 98/83/ΕΚ για το νερό.
- 10) Να φροντίζει να εφαρμόζονται οι αρχές υγιεινής που περιγράφονται στον Κανονισμό αριθμ. ΕΚ 853/2004 και το σύστημα HACCP που πρέπει να τηρεί η επιχείρηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Τα αιθέρια έλαια έχουν ιδιότητες οι οποίες εξαρτώνται από το αρωματικό φυτό από το οποίο προέρχονται, τις δραστικές ουσίες από τις οποίες αποτελούνται και οι οποίες δίνουν τις επιθυμητές ιδιότητες, τη συγκέντρωση αυτών των δραστικών ουσιών οι οποίες διαφοροποιούνται από τη μέθοδο εξαγωγής τους από τα φυτά, το τμήμα του φυτού από το οποίο εξάγονται, την εποχή, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού.

Αιθέρια έλαια χρησιμοποιούνται ήδη σε ζωοτροφές σαν προσθετικά που συμβάλουν στη συντήρηση τους, στη βελτίωση της γεύση τους, σαν διεγερτικά όρεξης, στην βελτίωση παραγωγικών ιδιοτήτων ορισμένων ζώων, στον έλεγχο νοσημάτων εκτρεφόμενων ζώων κá.

Επίσης έχει αποδειχθεί ότι έχουν ευεργετική δράση στον περιορισμό της αλλοίωσης των προϊόντων που προορίζονται προς ανθρώπινη βρώση όπως του κρέατος, δρώντας είτε ως αντιοξειδωτικά είτε ως μικροβιοκτόνα, προς όφελος της υγείας των καταναλωτών. Βέβαια για την αξιοποίηση των αιθερίων ελαίων στη συντήρηση των τροφίμων, είναι σημαντική η περαιτέρω μελέτη των ουσιών που προσδίδουν στα έλαια τις επιθυμητές ιδιότητες οι οποίες όπως προαναφέρθηκε εξαρτώνται από ποικίλους παράγοντες.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να ερευνηθεί η επίδραση της ενσωμάτωσης αιθερίου ελαίου κανέλας (*Cinnamomum zeylanicum blum leaf oil*) στο σιτηρέσιο αμνών, στα φυσικοχημικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατός τους καθώς και στη συντηρησιμότητά του. Επίσης εξετάζεται η επίδραση του ελαίου κανέλας στην εξέλιξη της ανάπτυξης δύο παθογόνων μικροοργανισμών των *Salmonella enteritidis* και *Listeria monocytogenes*, κατά τη συντηρησή του (4°C).

5.1 Ζωικό υλικό

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Γενικής και Ειδικής Ζωοτεχνίας, του Τμήματος Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 15 αρσενικοί αμνοί, εκ των οποίων τα 7 ήταν Χιώτικης φυλής και τα 8 Καραγκούνικης φυλής. Οι αμνοί χωρίστηκαν σε 2 ομάδες από την πρώτη ημέρα της εκτροφής τους αμέσως μετά τον απογαλακτισμό τους σε ηλικία 45 ημερών. Η μία ομάδα αποτέλεσε την ομάδα μάρτυρα (ομάδα Μ), στην οποία δεν προστέθηκε έλαιο κανέλας στο σιτηρέσιό της, και η άλλη την ομάδα στην οποία ενσωματώθηκε αιθέριο έλαιο κανέλας στο μίγμα ανάπτυξης σε συγκέντρωση 1 ml/kg (ομάδα Cin). Οι πειραματικές ομάδες ανά φυλή προβάτων περιελάμβαναν 4 αμνούς, με εξαίρεση την ομάδα του μάρτυρα για την φυλή Χίου, όπου λόγω απώλειας ενός αμνού,

τα ζώα που απέμειναν ήταν 3. Η συνολική διάρκεια εκτροφής ήταν 35 ημέρες, από τα τέλη της Άνοιξης με τις αρχές του Καλοκαιριού.

5.2 Συνθήκες εκτροφής

Οι αμνοί παρελήφθησαν αμέσως μετά τον απογαλακτισμό τους και στη συνέχεια προσδιορίστηκε το ατομικό τους σωματικό βάρος. Ο χώρος του στάβλου στον οποίο τοποθετηθήκαν, είχε καθαριστεί και είχε διαμορφωθεί καταλλήλως για την υποδοχή τους. Υπήρχε αρκετός χώρος προαυλισμού, ενώ ένα μέρος του χώρου ήταν καλυμμένο με στέγη. Ο καλυπτόμενος με τη στέγη χώρος, χωρίστηκε σε 15 κελιά, με σκοπό την ατομική διατροφή τους, χωρίς να εμποδίζεται η οπτική επαφή μεταξύ των αμνών. Οι αμνοί είχαν πρόσβαση σε αυτά τα κελιά μόνο κατά τη διάρκεια της κατανάλωσης της συμπυκνωμένης τροφής, το πρωί και το απόγευμα κάθε ημέρας του πειράματος. Η πρόσβαση των ζώων σε ποτίστρες, καθώς και σε ταΐστρες με χονδροειδή τροφή ήταν κατά βούληση.

5.3 Διατροφή αμνών

Στο συγκεκριμένο πείραμα η διατροφή γινόταν σε ατομικά κελιά για το μίγμα των συμπυκνωμένων ζωοτροφών (ΣΖ), που αποτελούσε και το μέσο για την διαφοροποίηση των 2 επεμβάσεων (π.χ. εμπλουτισμός ή όχι με το αιθέριο έλαιο της κανέλας) (εικ.4) και ομαδικά όσον αφορά τη λήψη των χονδροειδών ζωοτροφών (εικ.4). Η ΣΖ ήταν υπό μορφή συμπύκτων, ενώ ως χονδροειδής ζωοτροφή χρησιμοποιήθηκε αποξηραμένη μηδική. Χρησιμοποιήθηκε ένας τύπος μίγματος ΣΖ για την κάλυψη των αναγκών των αμνών, κατά το διάστημα από τον απογαλακτισμό και μέχρι και τη σφαγή (μίγμα ανάπτυξης). Στο σιτηρέσιο της ομάδας Cln ενσωματώθηκε 1ml αιθερίου ελαίου κανέλας (*Cinnamomum zeylanicum blum leaf oil*) ανά kg μίγματος ΣΖ, ενώ αντίστοιχα στο μίγμα ΣΖ της ομάδας M ενσωματώθηκε 1ml ηλιελαίου ανά kg.

Το αιθέριο έλαιο κανέλας είχε χρυσοκίτρινο χρώμα, υγρή μορφή και περιείχε κινναμαλδεΰδη και ευγενόλη σε ποσοστό 1,3 και 76,7%, αντίστοιχα. Το αιθέριο έλαιο της κανέλας ενσωματώνονταν στο μίγμα ΣΖ με ψεκασμό των συμπύκτων. Αντίστοιχα, παρασκευάζονταν και το σιτηρέσιο της ομάδας M, μόνο που το ηλιέλαιο αντικαθιστούσε το αιθέριο έλαιο της κανέλας. Η χορήγηση του σιτηρεσίου στις ομάδες M και Cln γινόταν δύο φορές την ημέρα, στις 7 πμ και στις 3μμ, καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου.



Εικόνα 4. Λήψη ΣΖ και αποξηραμένης μηδικής από τους αμνούς

Η σύνθεση και η χημική σύσταση του σιτηρεσίου παρουσιάζεται στους πίνακες (5.3-1, 5.3-2).

Πίνακας 5.3-1 Σύνθεση Μίγματος Ανάπτυξης (ΣΖ)

Συστατικά	Μίγμα Ανάπτυξης(%)
Αραβόσιτος	54,5
Σογιάλευρο	22
Πίτυρα σίτου	20
Μαρμαρόσκονη	2
Φωσφορικό διασβέστιο	0,5
Αλάτι	0,5
Πρόμιγμα βιταμινών* και ιχνοστοιχείων	0,5

*Βιταμίνη Α: 10.000 ΔΜ - Βιταμίνη D3: 2.000 ΔΜ - Βιταμίνη Ε: 10 mg (ανά Kg τροφής).

Πίνακας 5.3- 2 Χημική σύσταση σιτηρεσίου

Χημική σύσταση(%)	Μίγμα Ανάπτυξης	Αποξηραμένη μηδική
Ξηρά ουσία	88,0	88,1
Ολικές αζωτούχες	17,2	16,8

Ολικό λίπος	3,5	-
Ολικές ινώδεις ουσίες	4,8	30,4
Τέφρα	6,50	9,78
Υγρασία	12,0	11,9
Ασβέστιο	1,00	-
Ολ.φωσφόρος	0,70	-
Αλάτι	0,50	-
Καθαρή ενέργεια (MJ/Kg)	7,30	4,17

5.4 Προσδιορισμός σωματικού βάρους και κατανάλωσης τροφής των αμνών

Κατά τη διάρκεια της εκτροφής προσδιοριζόταν το σωματικό βάρος των αμνών κάθε εβδομάδα. Η κατανάλωση του μίγματος ΣΖ προσδιοριζόταν ατομικά καθημερινά με ζύγιση.

5.5 Διαδικασία σφαγής

Οι αμνοί πριν από τη διαδικασία της σφαγής είχαν υποστεί νηστεία για 18 ώρες, έχοντας πρόσβαση μόνο σε νερό. Ακριβώς πριν από τη σφαγή, κάθε αμνός ζυγίστηκε και αναισθητοποιήθηκε. Κατόπιν, οι αμνοί υποβλήθηκαν σε αφαιμάξη, εκδορά και σε εκσπλαχισμό. Αφαιρέθηκαν καρδιά, συκώτι, πνεύμονες, σπλήνα, νεφρά και περινεφρικό λίπος, τα οποία και ζυγίστηκαν. Στη συνέχεια ζυγίστηκε το θερμό σφάγιο κάθε αμνού και το σφάγιο τοποθετήθηκε στους 4⁰C για 24 ώρες.

Την επόμενη ημέρα ζυγίστηκε το ψυχρό σφάγιο και αφαιρέθηκε ο επιμήκης ραχιαίος μυς μεταξύ 6-13 θωρακικής πλευράς, ο οποίος χωρίστηκε σε δύο τμήματα. Το δεξιό τμήμα του χρησιμοποιήθηκε για εργαστηριακές αναλύσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών του κρέατος, όπως η μέτρηση της οξύτητας (pH₂₄), ο προσδιορισμός του χρώματος (L, a*, b*), η ικανότητα συγκράτησης νερού (ΙΣΝ), η μέτρηση της τρυφερότητας (δύναμη διάτμησης), η απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα, ο προσδιορισμός του ενδομυϊκού λίπους, καθώς και η εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του κρέατος στη συντήρηση (4⁰C) κατά την 1^η, 3^η, 6^η και 9^η ημέρα μετά τη σφαγή. Το αριστερό τμήμα του επιμήκους ραχιαίου μυός, αφού λήφθηκε με ασηπτικές συνθήκες, συσκευάστηκε σε αποστειρωμένες πλαστικές σακούλες και τοποθετήθηκε στην κατάψυξη στους -70⁰C, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για μικροβιολογικές αναλύσεις.

5.6 pH₂₄ και χρώμα

Το pH₂₄ και το χρώμα μετρήθηκαν απευθείας στο δεξιό τμήμα του επιμήκους ραχιαίου μυός (*longissimus thoracis*) 24 ώρες μετά τη σφαγή. Συγκεκριμένα το pH₂₄ μετρήθηκε με τη χρήση φορητού πεχαμέτρου (pHM210, MeterLab, Copenhagen) μετά από ρύθμιση του μηχανήματος σε ρυθμιστικά διαλύματα pH 4 και 7.

Το τμήμα του *longissimus thoracis* μεταξύ της 12^{ης} και 13^{ης} πλευράς παρελήφθη, αφέθηκε εκτεθειμένο στον αέρα σε θερμοκρασία δωματίου για 30 λεπτά και μετρήθηκε (3 μετρήσεις ανά δείγμα) το χρώμα του κρέατος, χρησιμοποιώντας χρωματόμετρο (Miniscan XE, Hunterlab, Η.Π.Α.), ρυθμισμένο στο σύστημα CIE (L, a*, b*). Το L συμβολίζει τη φωτεινότητα του κρέατος και παίρνει τιμές από 0 για το μαύρο έως 100 για το απόλυτο λευκό. Το a* εκφράζει την ένταση του κόκκινου χρώματος εάν είναι θετικό και την ένταση του πράσινου χρώματος εάν είναι αρνητικό. Τέλος το b* συμβολίζει την ένταση του κίτρινου χρώματος εάν είναι θετικό και την ένταση του μπλε χρώματος εάν είναι αρνητικό.

5.7 Ενδομυϊκό λίπος

Για τον προσδιορισμό του περιεχόμενου ενδομυϊκού λίπους χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Folch et al. (1957). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη διαδικασία της ψυχρής εκχύλισης του λίπους, με τη χρήση διαλύματος 2:1 (v/v) χλωροφορμίου:μεθανόλης. Αρχικά κόπηκαν και ζυγίστηκαν από τον επιμήκη ραχιαίο μυ 2g ιστού. Στη συνέχεια ομογενοποιήθηκαν με 20ml διαλύματος χλωροφορμίου:μεθανόλης, 2:1, στις 2×10^4 στροφές ανά λεπτό για 25 δευτερόλεπτα. Το ομογενοποιημένο μίγμα, τοποθετήθηκε σε ποτήρι ζέσεως και σκεπάστηκε για 1 ώρα. Μετά το πέρας της 1 ώρας, έγινε διήθηση του περιεχομένου, ενώ το χωνί μέσα στο οποίο βρισκόταν το χαρτί διήθησης, ξεπλύθηκε με 2ml διαλύματος χλωροφορμίου:μεθανόλης. Το συνολικό μίγμα τοποθετήθηκε σε σωλήνα με βιδωτό καπάκι μαζί με άλλα 4ml απιονισμένου νερού και αναδεύτηκε επί 20 λεπτά. Μετά από 20 λεπτά το περιεχόμενο τοποθετήθηκε σε προχοΐδα, μαζί με 1ml διαλύματος χλωροφορμίου:μεθανόλης, που χρησιμοποιήθηκε για το ξέπλυμα του εναπομείναντος περιεχομένου του σωλήνα και αφέθηκε για 24ώρες. Την επόμενη ημέρα συλλέχθηκε η στοιβάδα λίπους, σε προζυγισμένο κενό ποτήρι ζέσεως και τοποθετήθηκε σε κλίβανο στους 70°C, όπου και απέμεινε μόνο το λίπος. Ακολούθησε ζύγιση και η διαφορά ανάμεσα στο προζυγισμένο κενό ποτήρι ζέσεως και στο ποτήρι ζέσεως με το λίπος έδωσε το περιεχόμενο ενδομυϊκό λίπος.

5.8 Ικανότητα Συγκράτησης Νερού (ΙΣΝ)

Για τον προσδιορισμό της ικανότητας συγκράτησης νερού αρχικά κόπηκαν και ζυγίστηκαν από τον επιμήκη ραχιαίο μυ 5g ιστού και τεμαχίστηκαν με νυστέρι σε

μικρότερα κομμάτια. Έπειτα τοποθετήθηκαν ανάμεσα σε 2 φύλλα διηθητικού χαρτιού και τοποθετήθηκε βάρος 2,5kg για 5 λεπτά. Μετά το πέρας των 5 λεπτών, το βάρος μετακινήθηκε και τα τεμάχια κρέατος ανάμεσα στα διηθητικά χαρτιά αφαιρέθηκαν με λαβίδα και επαναζυγίστηκαν. Η ΙΣΝ υπολογίστηκε ως η επί τοις εκατό απώλεια υγρού της ποσότητας του ιστού μυός, έναντι της αρχικής ποσότητας (Siera, 1973).

5.9 Απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα και δύναμη διάτμησης

Η απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα και η δύναμη διάτμησης μετρήθηκαν στο δεξιό τμήμα του επιμήκους ραχιαίου μυός (*longissimus thoracis*) κάθε αμνού 24 ώρες μετά τη σφαγή. Δείγματα ιστού ($80 \pm 2g$) τοποθετήθηκαν σε πλαστικές θερμοάντοχες σακούλες και εν συνεχεία μέσα σε υδατόλουτρο στους $75^{\circ}C$ για 20 λεπτά. Έπειτα, τοποθετήθηκαν κάτω από τρεχούμενο νερό για 10 περίπου λεπτά προκειμένου να κρυσώσουν. Η απώλεια οπού υπολογίστηκε ως το ποσοστό απώλειας βάρους των μαγειρεμένων μυών έναντι των νωπών. Για τον προσδιορισμό της δύναμης διάτμησης αποκόπηκαν από το κέντρο των μυών τρεις λωρίδες πλάτους 1 cm, κάθετες ως προς τη διεύθυνση των μυϊκών ινών. Η δύναμη διάτμησης της επιφάνειας (N/mm^2) προσδιορίστηκε με τη χρήση τρυφερομέτρου (Zwick Testing Machine Z2.5/TN1S, Zwick GmbH & Co, Γερμανία) το οποίο ήταν συνδεδεμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή.

5.10 Αντιοξειδωτική Ικανότητα

Για τη μέτρηση της οξειδωτικής ικανότητας των λιπιδίων χρησιμοποιήθηκε η μηλονική δυαλδεΐδη (MDA), ένας δείκτης που χρησιμοποιείται σε μεγάλη συχνότητα για τον έλεγχο της υπεροξειδωσης των λιπιδίων (Nielsen et al., 1997). Η MDA προσδιορίστηκε σε τμήμα ιστού που πάρηκε από τον επιμήκη ραχιαίο μυ, χρησιμοποιώντας τη φασματοφωτομετρική μέθοδο που αναπτύχθηκε από τους Botsoglou et al. (1994). Κατά τη διαδικασία προσδιορισμού, λαμβάνονταν 2 δείγματα ιστού των 2g από κάθε αμνό. Σε κάθε δείγμα προστίθενταν 8ml διαλύματος τριχλωροοξικού οξέος (TCA 5%) και 5ml διαλύματος βουτυλιωμένου υδροξυτολουολίου (BHT). Στη συνέχεια γινόταν ομογενοποίηση του μίγματος στις 20000 στροφές ανά λεπτό για 40 δευτερόλεπτα και φυγοκέντρηση στις 5000 στροφές ανά λεπτό για 5 λεπτά. Από τις στοιβάδες που σχηματίζονταν, απορρίπτονταν η ανώτερη, ενώ η εναπομείνασα κατώτερη στοιβάδα διηθούνταν σε δοκιμαστικό σωλήνα. Εν συνεχεία λαμβάνονταν 2,5ml από το σχηματιζόμενο διάλυμα, αναμιγνύονταν με 1,5ml διαλύματος θειοβαρβιτουρικού οξέος (TBA 8%) σε φιαλίδιο και τοποθετούνταν σε υδατόλουτρο στους $70^{\circ}C$ για 30 λεπτά. Μετά το πέρας των 30 λεπτών τα φιαλίδια με το περιεχόμενο διάλυμα, τοποθετούνταν κάτω από τρεχούμενο νερό για να κρυσώσουν και μεταφέρονταν για μετρήσεις στο φωτόμετρο, προκειμένου να μετρηθεί η τιμή της μέγιστης απορρόφησης φωτός έναντι τυφλού δείγματος, που περιείχε όλα τα αντιδραστήρια πλην του ιστού. Η ποσοτικοποίηση της παραγόμενης MDA,

επιτεύχθηκε με κατασκευή καμπύλης αναφοράς με πρότυπα διαλύματα της MDA, τα οποία πρόεκυψαν με την ίδια μεθοδολογία, όπου αντί για βιολογικά δείγματα, υπήρχαν πρότυπα διαλύματα MDA διαφορετικών συγκεντρώσεων. Η ίδια διαδικασία επαναλήφθηκε την 3^η, 6^η και 9^η ημέρα μετά τη σφαγή.

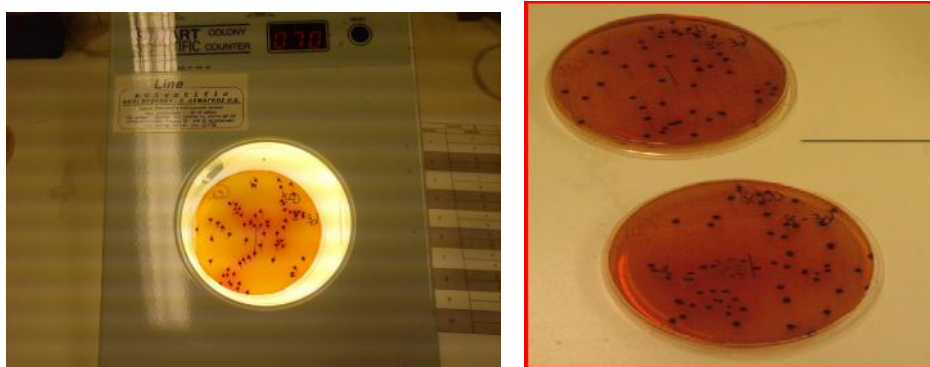
5.11 Μικροβιολογικές αναλύσεις στο κρέας

Για την μελέτη της εξέλιξης της ανάπτυξης δύο παθογόνων μικροοργανισμών (*Salmonella enteritidis* και *Listeria monocytogenes*) κατά τη συντήρηση του κρέατος για χρονικό διάστημα 6 ημερών, χρησιμοποιήθηκαν 10 αμνοί εκ των οποίων 5 ήταν της ομάδας M και 5 της 5 Cin. Η επιλογή της φυλής των αμνών που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία ήταν τυχαία. Για κάθε ζώο που χρησιμοποιήθηκε έγινε απόψυξη του τμήματος του επιμήκους ραχιαίου μυός, που είχε αποθηκευτεί στους -70 °C. Στη συνέχεια ακολούθησε τεμαχισμός και μετατροπή του μυός σε κιμά, ο οποίος κατανεμήθηκε ανά 10g σε 2 τρυβλία. Συνολικά προέκυψαν 20 τρυβλία εκ των οποίων 10 εμβολιάτηκαν με *Salmonella enteritidis* και 10 με *Listeria monocytogenes*.

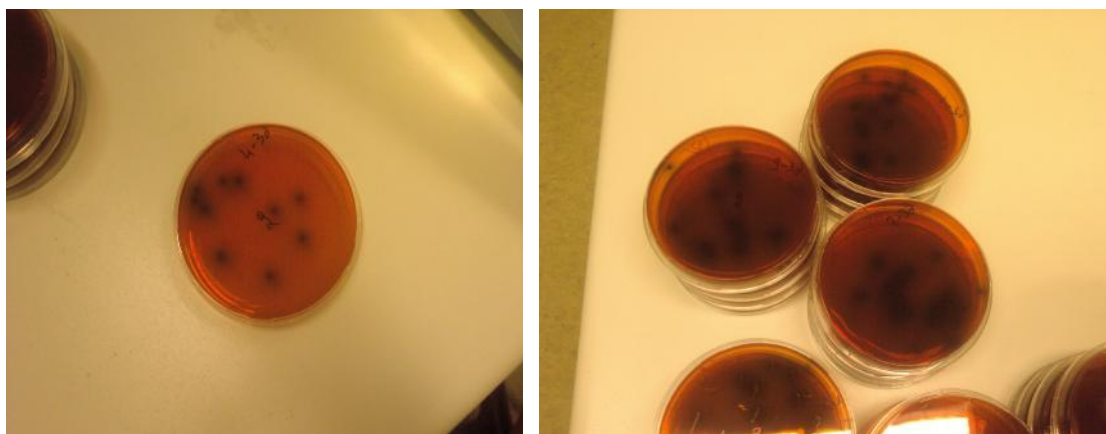
Αμέσως μετά τον εμβολιασμό τους με τους παθογόνους μικροοργανισμούς έγινε καλή ανάμειξη του περιεχομένου του κάθε τρυβλίου και δειγματοληψία 1g (αρχική δειγματοληψία «0 ημέρα») και εν συνεχεία τα τρυβλία τοποθετήθηκαν σε ψυγείο στους 4°C για διάστημα 6 ημερών. Κατά τη διάρκεια του πειράματος έγιναν ακόμα 3 δειγματοληψίες από το περιεχόμενο του κάθε τρυβλίου στις 1, 3 και 6 ημέρες μετά τον εμβολιασμό.

Για τον ποσοτικό προσδιορισμό της συγκέντρωσης της σαλμονέλας και της λιστέριας ανά γραμμάριο κιμά, αμέσως μετά την δειγματοληψία ακολουθούσε ομογενοποίηση του δείγματος σε αραιωτικό διάλυμα MRD (Maximum Recovery Diluent) σε αναλογία 1:9 με τη βοήθεια κατάλληλης συσκευής ομογενοποίησης για 3 λεπτά. Το ομογενοποιημένο δείγμα εν συνεχεία αραιώνονταν σειριακά για 2 επιπλέον δεκαδικές αραιώσεις σε αποστειρωμένο διάλυμα πεπτόνης. Από την κάθε αραιώση, 100μl εναιωρήματος καλλιεργήθηκαν σε τρυβλία που έφεραν κατάλληλο θρεπτικό υπόστρωμα, PALCAM, (*Listeria agar base* και επιλεκτικό πρόσθετο) και XLD (*Xylose lysine desoxycholate agar*) για τη *Listeria* και τη σαλμονέλα αντίστοιχα. Για την ανάπτυξη των αποικιών έγινε καλλιέργεια των τρυβλίων στους 37°C για 24 ώρες για τη *Salmonella enteritidis* και στους 30°C για 48 ώρες για τη *Listeria monocytogenes*.

Μετά από την κατάλληλη επώαση παραπάνω, γινόταν η καταμέτρηση των αποικιών(εικ.5, 6), ο υπολογισμός του δεκαδικού λογαρίθμου τους και η απεικόνιση των αποτελεσμάτων με τη μορφή διαγραμμάτων που περιελάμβαναν τη συγκέντρωση της σαλμονέλας και της λιστέριας ανά g κιμά ανά ημέρα δειγματοληψίας και ανά πειραματική επέμβαση. Μετά το πέρας της διαδικασίας κάθε φορά γινόταν καλή καθαριότητα, απολύμανση με οινόπνευμα 70% (v/v), καλό πλύσιμο χεριών, τοποθέτηση αποβλήτων σε νάιλον σακούλες bio-hazard.



Εικόνα 5. Τροβλίο XLD με αποικίες Σαλμονέλας κατά τη μέτρησή τους



Εικόνα 6. Αποικίες *Listeria monocytogenes*

5.12 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση του θερμού και ψυχρού σφάγιου, της απόδοσης σε σφάγιο, του βάρους των εσωτερικών οργάνων (νεφρά, συκώτι, πνεύμονες, καρδιά, σπλήνα, περινεφρικό λίπος) και των ποιοτικών χαρακτηριστικών του κρέατος των αμνών (pH₂₄, παράμετροι χρώματος, ικανότητα συγκράτησης νερού, απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα, τρυφερότητα, ενδομυϊκό λίπος), πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας ένα γενικό γραμμικό πρότυπο με σταθερές επιδράσεις τη φυλή των αμνών, την επέμβαση καθώς και τη μεταξύ τους αλληλεπίδραση.

Οι στατιστικές αναλύσεις του Σ.Β, της κατανάλωσης τροφής, της συγκέντρωσης MDA ανά εβδομάδα και του προσδιορισμού του μικροβιακού φορτίου, πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας επίσης ένα γενικό γραμμικό πρότυπο, κατάλληλο για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις, όπου σταθερές επιδράσεις ήταν πάλι η φυλή, η επέμβαση, καθώς και η μεταξύ τους αλληλεπίδραση. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο Sas/Stat (2005).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1 Κατανάλωση τροφής

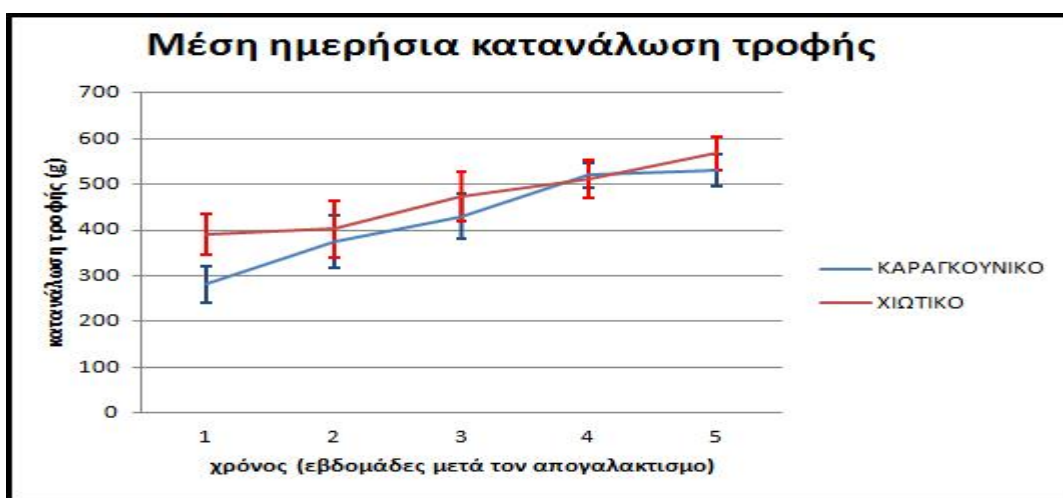
Σύμφωνα με τον Πίνακα 6.1-1, (Διάγραμμα 6.1-1), οι αμνοί της φυλής Χίου έτειναν να έχουν κατά μέσο όρο μεγαλύτερη κατανάλωση μίγματος ΣΖ σε σχέση με την αντίστοιχη κατανάλωση τροφής των αμνών της Καραγκούνικης φυλής, χωρίς ωστόσο να υπάρχει κάποια σημαντική διαφορά, εξαιρουμένης της πρώτης εβδομάδας. Επίσης και στις δύο φυλές παρατηρήθηκε αύξηση της κατανάλωσης τροφής ανά εβδομάδα μέχρι το τέλος του πειράματος.

Εβδομάδα μετά τον απογαλακτισμό	Φυλή		Διαφορά
	Χιώτικα	Καραγκούνικα	
1η	390,28±43,69 ^a	281,78±39,97 ^b	P<0,05
2η	403,27±61,95	375,55±56,67	ΜΣ
3η	472,56±53,88	430,38±49,29	ΜΣ
4η	511,17±41,25	520,24±27,49	ΜΣ
5η	568,11±37,31	531,19±35,96	ΜΣ

ΜΣ: Μη Σημαντική διαφορά

a,b αποτελέσματα μιας γραμμής με διαφορετικό εκθέτη έχουν στατιστικώς σημαντική διαφορά (P<0.05).

Στο μίγμα συμπυκνωμένων ζωοτροφών της ομάδας C_{1n} ενσωματώθηκε με ψεκασμό αιθέριο έλαιο κανέλας (1ml/kg). Οι αμνοί κατανάλωναν σε καθημερινή βάση και αποξηραμένη μηδική που αντιστοιχούσε σε 500g/ ζώο.

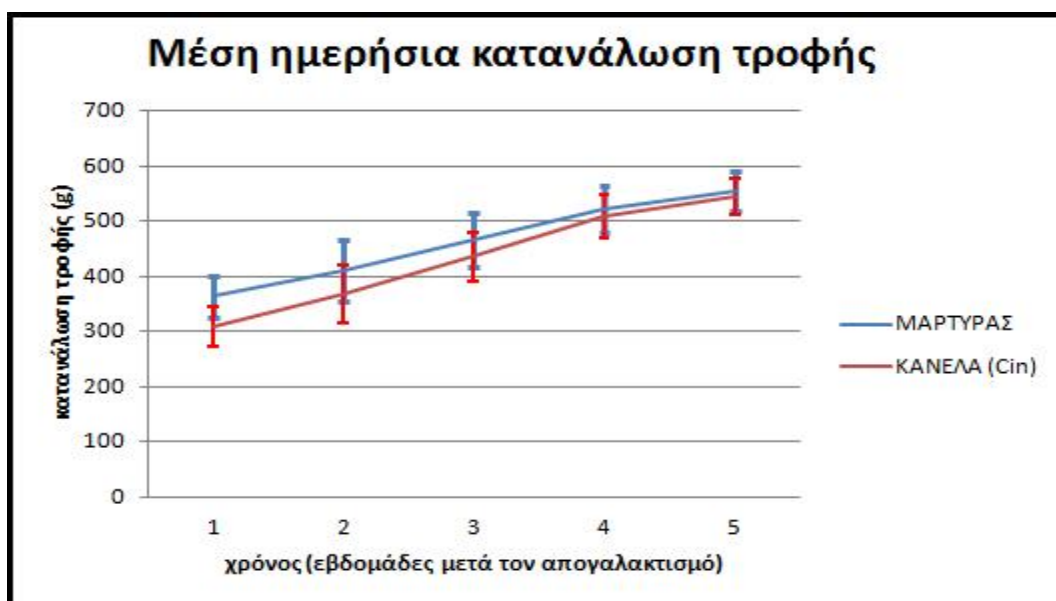


Διάγραμμα 6.1-1 Μέση ημερήσια κατανάλωση μίγματος ΣΖ (g) των αμνών ανάλογα με τη φυλή, για κάθε εβδομάδα της συνολικής διάρκειας του πειράματος

Τα αποτελέσματα επίσης έδειξαν ότι οι αμνοί στους οποίους χορηγήθηκε το εμπλουτισμένο με αιθέριο έλαιο κανέλας μίγμα ΣΖ, έτειναν να έχουν μειωμένη μέση ημερησία κατανάλωση τροφής σε σχέση με τους αμνούς της ομάδας Μ (Πίνακας 6.1-2) χωρίς ωστόσο να σημειωθεί κάποια σημαντική διαφορά. Επίσης παρατηρήθηκε ότι και στις δύο ομάδες υπήρξε αύξηση της κατανάλωσης τροφής με την αύξηση της ηλικίας (Διάγραμμα 6.1-2).

Πίνακας 6.1-2 Μέση ημερήσια κατανάλωση μίγματος ΣΖ (g) των αμνών ανάλογα με την επέμβαση, για κάθε εβδομάδα της συνολικής διάρκειας του πειράματος (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)

Εβδομάδα μετά τον απογαλακτισμό	Επέμβαση		Διαφορά
	Μάρτυρας	Κανέλα (Cin)	
1η	363,67±39,06	308,39±36,16	ΜΣ
2η	410,81±55,37	368,02±51,30	ΜΣ
3η	466,62±48,14	436,31±44,62	ΜΣ
4η	521,86±43,01	509,55±39,85	ΜΣ
5η	554,53±35,34	544,77±32,56	ΜΣ



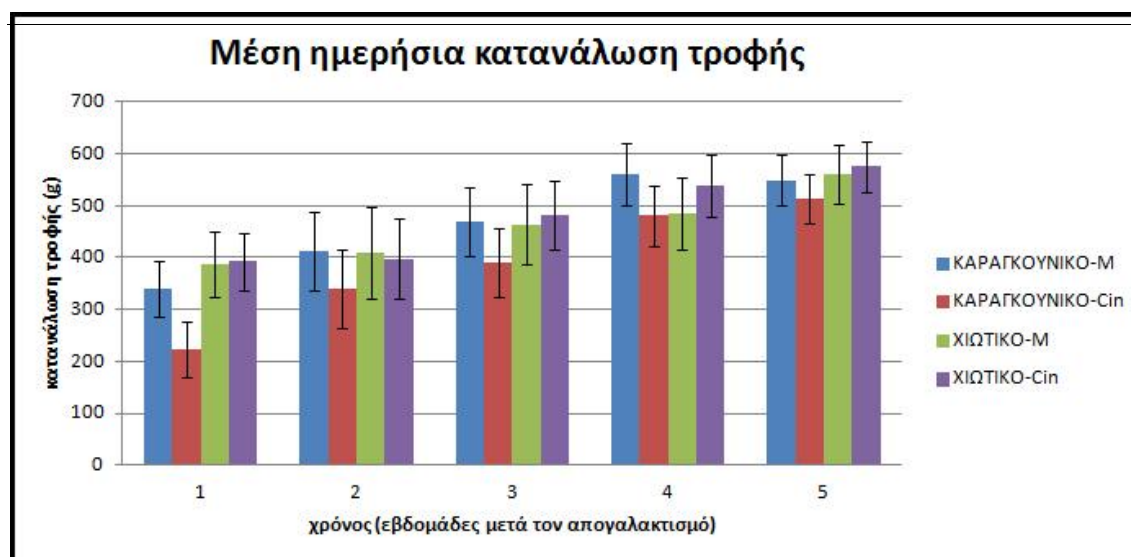
Διάγραμμα 6.1-2 Μέση ημερήσια κατανάλωση μίγματος ΣΖ (g) των αμνών ανάλογα με την επέμβαση, για κάθε εβδομάδα της συνολικής διάρκειας του πειράματος

Στον Πίνακα 6.1-3 όπου υπολογίστηκε η αλληλεπίδραση των παραγόντων φυλής και επέμβασης, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην κατανάλωση τροφής, εκτός από την πρώτη εβδομάδα. Επίσης η μέση ημερήσια κατανάλωση τροφής των

ομάδων Cin, M της φυλής της Χίου και της Καραγκούνικης φυλής, παρουσίασε αυξητική τάση (Διάγραμμα 6.1-3).

Πίνακας 6.1-3 Μέση ημερήσια κατανάλωση μίγματος ΣΖ (g) των αμνών ανάλογα με τη φυλή και την επέμβαση, για κάθε εβδομάδα της συνολικής διάρκειας του πειράματος (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)

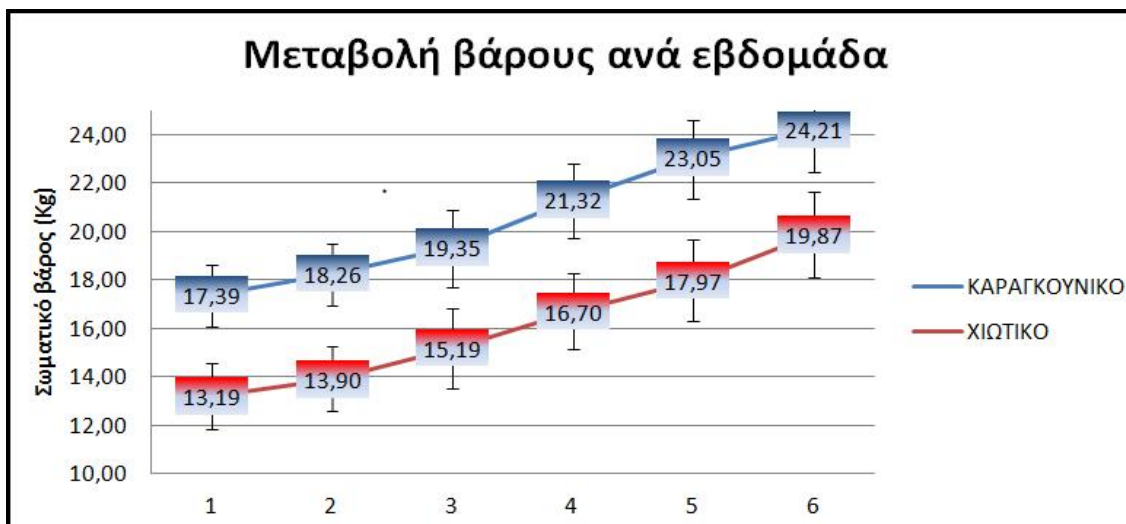
Εβδομάδα μετά τον απογαλακτισμό	Χιώτικα		Καραγκούνικα		Διαφορά
	Μάρτυρας	Κανέλα (Cin)	Μάρτυρας	Κανέλα (Cin)	
1η	387,96±62,47 ^a	392,59±54,46 ^a	339,38±54,39 ^a	224,18±53,43 ^b	P<0,05
2η	409,15±88,57	397,38±77,21	412,45±77,11	338,64±75,75	ΜΣ
3η	463,5±77,04	481,61±67,15	469,75±67,07	391,00±65,89	ΜΣ
4η	484,16±68,79	538,17±59,96	559,56±59,89	480,92±58,83	ΜΣ
5η	560,75±56,21	575,47±49,04	548,31±48,93	514,07±48,07	ΜΣ



Διάγραμμα 6.1-3 Μέση ημερήσια κατανάλωση μίγματος ΣΖ (g) των αμνών ανάλογα με τη φυλή και την επέμβαση, για κάθε εβδομάδα της συνολικής διάρκειας του πειράματος.

6.2 Σωματικό Βάρος προ και μετά σφαγής

Τα αποτελέσματα που συνοψίζονται στο Διάγραμμα 6.2-1 δείχνουν ότι η Καραγκούνικη φυλή είχε σαφώς μεγαλύτερο μέσο όρο (μ.ο) εβδομαδιαίου μέσου σωματικού βάρους (Σ.Β) σε σχέση με την Χιώτικη φυλή ($P<0,05$). Επίσης η Καραγκούνικη φυλή είχε και μεγαλύτερο μ.ο θερμού και ψυχρού σφαγίου ($P<0,05$) ενώ ο μέσος όρος απόδοσης σε σφάγιο δεν επηρεάστηκε από τη φυλή (Πίνακας 6.2-1).



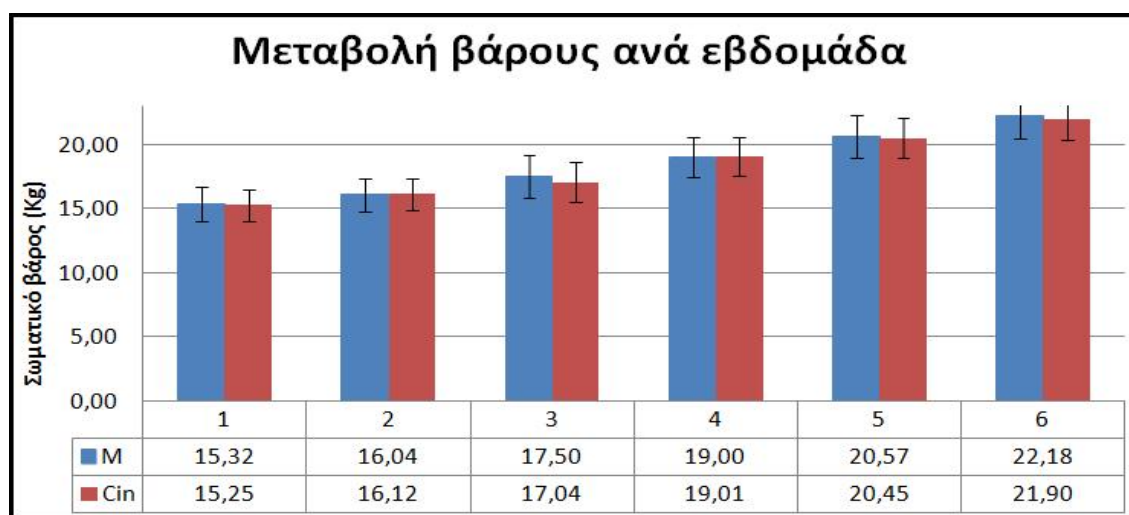
Διάγραμμα 6.2-1 Η εβδομαδιαία μέση μεταβολή του σωματικού βάρους των αμνών ανάλογα με τη φυλή

Πίνακας 6.2-1 Μέσοι όροι αρχικού Σ.Β, Σ.Β προ σφαγής, θερμού και ψυχρού σφαγίου, απόδοσης σε σφάγιο, ανάλογα με την επίδραση του παράγοντα της φυλής (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)

Σ.Β (kg)	Φυλή		Διαφορά
	Χιώτικα	Καραγκούνικα	
Αρχικό	13,19±1,35 ^a	17,39±1,25 ^b	P<0,05
Προ σφαγής	18,95±1,75 ^a	23,28±1,62 ^b	P<0,05
Θερμό σφάγιο	9,67±1,03 ^a	12,12±0,96 ^b	P<0,05
Ψυχρό σφάγιο	9,30±1,06 ^a	11,65±0,98 ^b	P<0,05
Απόδοση σε σφάγιο (%)	49±1,00	50±0,90	ΜΣ

ΜΣ: Μη Σημαντική διαφορά Το θερμό σφάγιο περιελάμβανε πόδια, οσφυϊκή περιοχή, θώρακα, θωρακικές πλευρές, ωμοπλάτη, στήθος, λαϊμό

Όσον αφορά τον παράγοντα της επέμβασης, δεν υπήρξε κάποια στατιστικώς σημαντική επίδραση του στα μέσα ΣΒ των αμνών(Διάγραμμα 6.2-2). Ομοίως οι αμνοί της ομάδας Cin που κατανάλωσαν μίγμα ΣΖ ψεκασμένο με αιθέριο έλαιο κανέλας είχαν παρόμοιο μ.ο εβδομαδιαίου Σ.Β, θερμού-ψυχρού σφαγίου, καθώς και απόδοσης, με τους αμνούς της ομάδας M (Πίνακας 6.2-2).



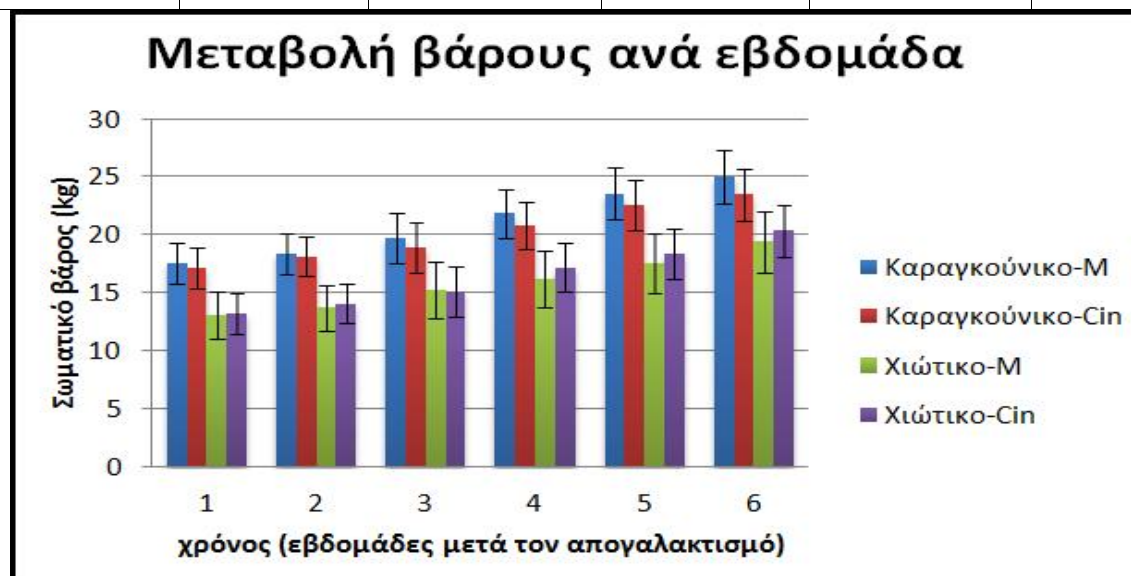
Διάγραμμα 6.2-2 Η εβδομαδιαία μέση μεταβολή του σωματικού βάρους των αμνών ανάλογα με την επέμβαση

Πίνακας 6.2-2 Μέσοι όροι αρχικού Σ.Β, Σ.Β προ σφαγής, Θερμού και ψυχρού σφαγίου, απόδοση σε σφάγιο, ανάλογα με την επίδραση του παράγοντα επέμβασης (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)

Σ.Β (kg)	Επέμβαση		Διαφορά
	Μάρτυρας	Κανέλα (Cin)	
Αρχικό	15,32±1,25	15,25±1,35	ΜΣ
Προ σφαγής	21,26±1,75	20,97±1,62	ΜΣ
Θερμό σφάγιο	10,92±1,04	10,87±0,96	ΜΣ
Ψυχρό σφάγιο	10,53±1,06	10,41±0,98	ΜΣ
Απόδοση σε σφάγιο (%)	49,50±1,00	49,64±0,90	ΜΣ

Επίσης, όπως φαίνεται από την αλληλεπίδραση του παράγοντα της φυλής και της επέμβασης (**Πίνακας 6.2-3**), ο παράγοντας της φυλής επηρέασε στατιστικώς σημαντικά το μέσο εβδομαδιαίο ΣΒ, θερμό και ψυχρό σφάγιο, ενώ η απόδοση σε σφάγιο δεν παρουσίασε κάποια μεταβολή. Η επέμβαση δεν έπαιξε κάποιο σημαντικό ρόλο στην αλληλεπίδραση με τη φυλή. (**Διάγραμμα 6.2-3**).

Πίνακας 6.2-3 Μέσοι όροι αρχικού Σ.Β, Σ.Β προ σφαγής, Θερμού και ψυχρού σφάγιου, απόδοση σε σφάγιο, ανάλογα με την επίδραση του παράγοντα της φυλής και της επέμβασης (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)					
Σ.Β (kg)	Χιώτικα		Καραγκούνικα		Διαφορά
	Μάρτυρας	Κανέλα (Cin)	Μάρτυρας	Κανέλα (Cin)	
Αρχικό	13,09±2,04 ^a	13,29±1,77 ^a	17,56±1,77 ^b	17,21±1,77 ^b	P<0,05
Προ σφαγής	18,49±2,65 ^a	19,42±2,29	24,04 ^b ±2,29	22,53±2,29	P<0,05
Θερμό σφάγιο	9,33±1,57 ^a	10,00±1,36	12,50 ^b ±1,36	11,75±1,36	P<0,05
Ψυχρό σφάγιο	8,97±1,61 ^a	9,62±1,39	12,10 ^b ±1,39	11,20±1,39	P<0,05
Απόδοση σε σφάγιο (%)	48,5±1,03	49,5±0,87	50,3±0,90	49,7±0,86	ΜΣ



Διάγραμμα 6.2-3 Εβδομαδιαία μέση μεταβολή του σωματικού βάρους των αμνών ανάλογα τη φυλή και την επέμβαση.

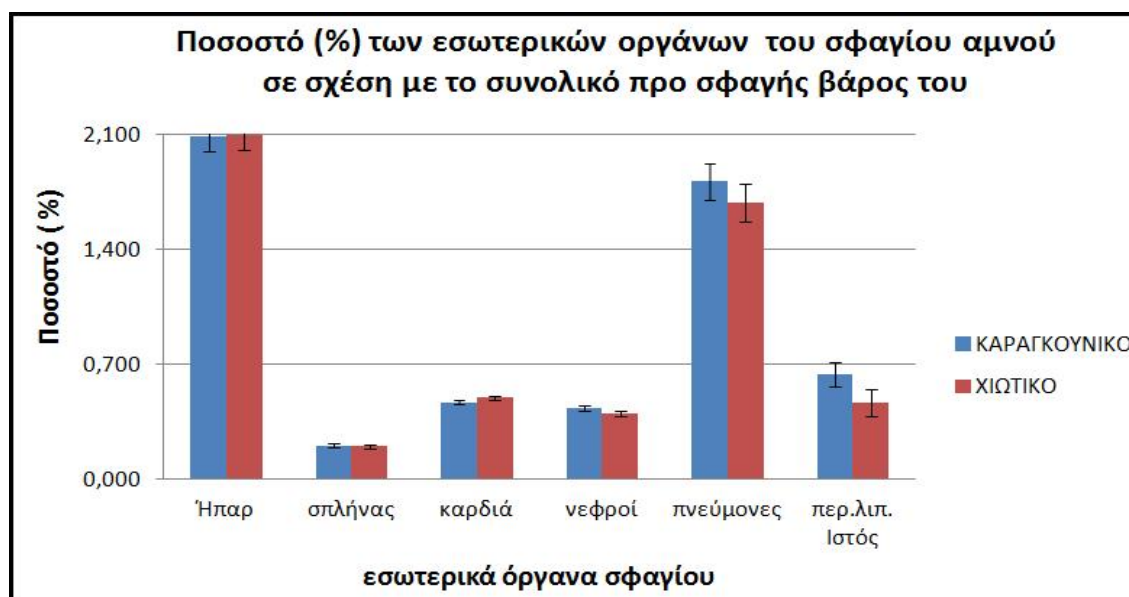
6.3 Βάρος εσωτερικών οργάνων του σφαγίου

Στα αποτελέσματα που παρουσιάζονται Πίνακα 6.3-1 (Διάγραμμα 6.3-1) φαίνεται ότι τα ποσοστά των εσωτερικών οργάνων των σφαγέντων αμνών, σε σχέση με το προ σφαγής βάρος τους, δεν είχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φυλών, εκτός από το ποσοστό της καρδιάς και του περινεφρικού λιπώδη ιστού τους ($P < 0,05$).

Πίνακας 6.3-1 Ποσοστό εσωτερικών οργάνων σφαγίου αμνού σε σχέση με το προ σφαγής βάρος του, ανάλογα με τη φυλή (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)			
Ποσοστό (%)	Φυλή		Διαφορά
	Χιώτικα	Καραγκούνικα	
Ήπαρ	2,097±0,097	2,087±0,089	ΜΣ
Σπλήνας	0,199±0,013	0,201±0,012	ΜΣ
Καρδιά	0,493±0,011 ^a	0,466±0,010 ^b	P<0,05
Νεφροί	0,399±0,016	0,429±0,015	ΜΣ
Πνεύμονες	1,684±0,117	1,810±0,108	ΜΣ
Περινεφρ.λιπώδης ιστός	0,465±0,083 ^a	0,635±0,077 ^b	P<0,05

ΜΣ: Μη Σημαντική διαφορά

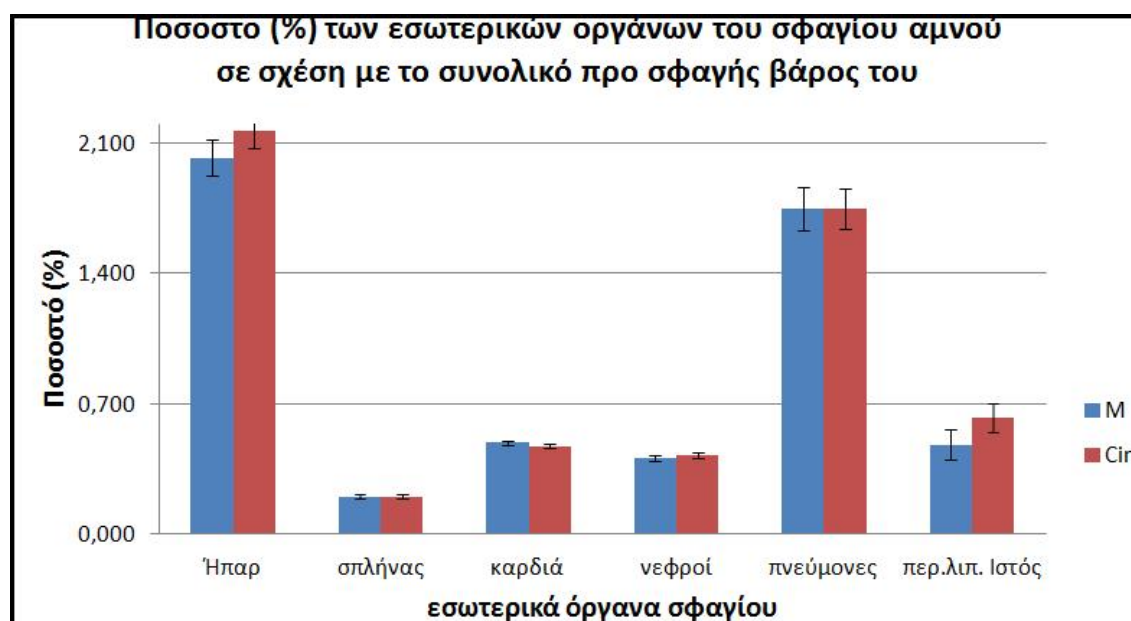
a,b: αποτελέσματα μιας γραμμής με διαφορετικό εκθέτη έχουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($P < 0,05$)



Διάγραμμα 6.3-1 Ποσοστό εσωτερικών οργάνων σφαγίου αμνού ανάλογα με τη φυλή.

Μεταξύ της ομάδας επέμβασης του αιθερίου ελαίου κανέλας Cin και της ομάδας Μ τα ποσοστά των εσωτερικών οργάνων των αμνών, σε σχέση με το προ σφαγής βάρος τους δεν παρουσίασαν κάποια στατιστικώς σημαντική διαφορά (Πίνακας 6.3-2 , Διάγραμμα 6.3-2).

Πίνακας 6.3-2 Ποσοστό εσωτερικών οργάνων σφαγίου αμνού, σε σχέση με το προ σφαγής βάρος του, ανάλογα με την επέμβαση (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)			
Ποσοστό (%)	Επέμβαση		Διαφορά
	Μάρτυρας	Κανέλα (Cin)	
Ήπαρ	2,021±0,097	2,163±0,089	ΜΣ
Σπλήνας	0,201±0,013	0,199±0,012	ΜΣ
Καρδιά	0,488±0,011	0,471±0,010	ΜΣ
Νεφροί	0,409±0,016	0,419±0,015	ΜΣ
Πνεύμονες	1,748±0,117	1,746±0,108	ΜΣ
Περνεφρ.λιπώδης ιστός	0,478±0,083	0,622±0,077	ΜΣ

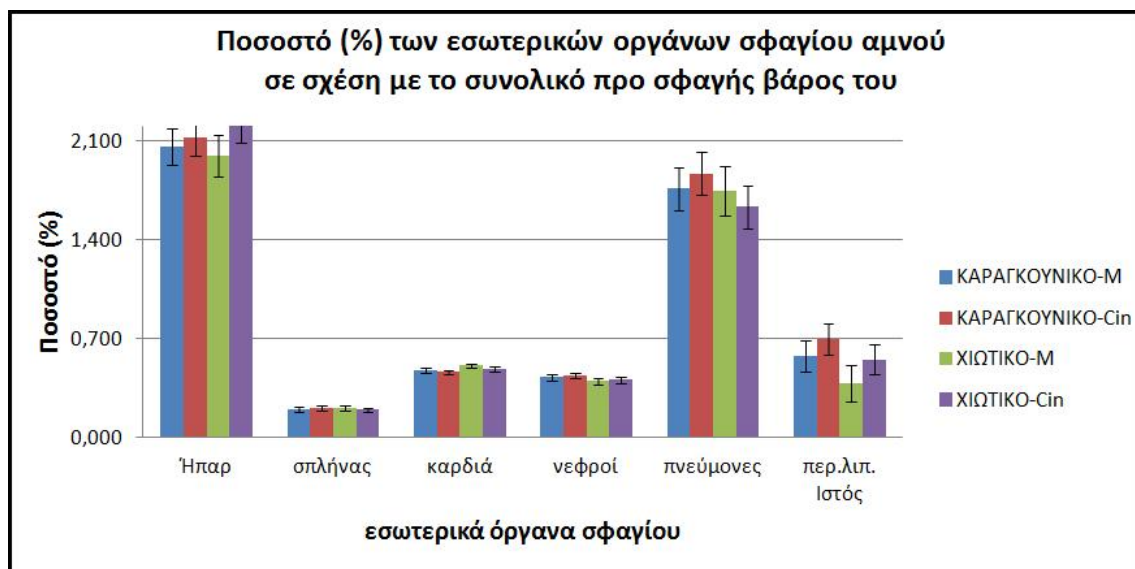


Διάγραμμα 6.3-2 Ποσοστό εσωτερικών οργάνων σφαγίου αμνού ανάλογα με την επέμβαση

Τέλος στον Πίνακα 6.3-3 (Διάγραμμα 6.3-3) φάνηκε ότι η αλληλεπίδραση της φυλής με την επέμβαση δεν επηρέασε, τα ποσοστά των εσωτερικών οργάνων των αμνών, (εκτός της καρδιάς και του περιν.λιπώδη ιστού), σε σχέση με το προ σφαγής βάρος τους, δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Πάντως υπήρξε μία τάση ως προς το ήπαρ της κάθε φυλής, να είναι ελαφρώς πιο βαρύ υπέρ της ομάδας Cin.

Πίνακας 6.3-3 Ποσοστό εσωτερικών οργάνων σφαγίου αμνού, σε σχέση με το προ σφαγής βάρος του ανάλογα με τη φυλή και την επέμβαση (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)

Ποσοστό (%)	Χιώτικα		Καραγκούνικα		Διαφορά
	Μάρτυρας	Κανέλα (Cin)	Μάρτυρας	Κανέλα (Cin)	
Ήπαρ	1.989±0.146	2.205±0.127	2.053±0.127	2.122±0.127	ΜΣ
Σπλήνας	0.205±0.019	0.192±0.017	0.196±0.017	0.206±0.017	ΜΣ
Καρδιά	0.505±0.017 ^a	0.480±0.015	0.472±0.015	0.461±0.015 ^b	P<0,05
Νεφροί	0.394±0.025	0.404±0.021	0.423±0.021	0.435±0.021	ΜΣ
Πνεύμονες	1.740±0.177	1.628±0.153	1.756±0.153	1.864±0.153	ΜΣ
Περινεφρ.λιπώδης ιστός	0.381±0.126 ^a	0.550±0.109	0.576±0.109	0.694±0.109 ^b	P<0,05



Διάγραμμα 6.3-3 Ποσοστό εσωτερικών οργάνων σφαγίου αμνού ανάλογα με τη φυλή και την επέμβαση

6.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά κρέατος

Στον Πίνακα 6.4-1 Όσον αφορά τον παράγοντα της φυλής οι τιμές ήταν παραπλήσιες για τα περισσότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σφαγίου εκτός του ενδομυϊκού λίπους, όπου η περιεκτικότητα του ήταν υψηλότερη στους αμνούς της Καραγκούνικης φυλής ($P<0,05$) και της απώλειας οπού κατά το μαγείρεμα, όπου η τιμή της ήταν μεγαλύτερη στους αμνούς της φυλής Χίου ($P<0,05$).

Πίνακας 6.4-1 Μέσες τιμές των χαρακτηριστικών, τμήματος κρέατος του επιμήκους ραχιαίου μυός αμνών, των δύο εξεταζόμενων φυλών (Μέσοι \pm τυπικό σφάλμα)			
	Φυλή		Διαφορά
	Χιώτικα	Καραγκούνικα	
pH ₂₄	5.62 \pm 0.02	5.60 \pm 0.02	ΜΣ
L	39.55 \pm 1.12	39.94 \pm 1.04	ΜΣ
a*	8.99 \pm 0.46	8.380 \pm 0.42	ΜΣ
b*	9.16 \pm 0.33	9.32 \pm 0.31	ΜΣ
Απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα (%)	20.66 \pm 1.12 ^a	14.90 \pm 1.04 ^b	P<0,05
I.Σ.N (%)	11.16 \pm 0.87	10.62 \pm 0.81	ΜΣ
Δύναμη διάτμησης (N/mm ²)	34.58 \pm 1.26	33.68 \pm 1.17	ΜΣ
Ενδομυϊκό λίπος (%)	1.40 \pm 0.13 ^a	1.68 \pm 0.12 ^b	P<0,05

ΜΣ: Μη Σημαντική διαφορά

a,b: αποτελέσματα μιας γραμμής με διαφορετικό εκθέτη έχουν στατιστικώς σημαντική διαφορά ($P<0,05$)

Επίσης δε φάνηκε να υπάρχει κάποια διαφορά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του τμήματος μυϊκού ιστού που αφαιρέθηκε από τον επιμήκη ραχιαίο μυ, όσον αφορά τον παράγοντα της επέμβασης Πίνακας 6.4-2. Αντιθέτως τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλες οι τιμές των ποιοτικών χαρακτηριστικών του κρέατος, των αμνών της ομάδας Μ και της ομάδας C_{in} ήταν παραπλήσιες.

Πίνακας 6.4-2 Μέσες τιμές των χαρακτηριστικών, τμήματος κρέατος του επιμήκους ραχιαίου μύος των αμνών στους οποίους έγιναν οι δύο επεμβάσεις (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα).			
	Επέμβαση		Διαφορά
	Μάρτυρας	Κανέλα (Cin)	
pH ₂₄	5.60±0.02	5.61±0.02	ΜΣ
L	40.18±1.12	39.29±1.04	ΜΣ
a*	8.52±0.46	8.84±0.42	ΜΣ
b*	9.24±0.33	9.24±0.31	ΜΣ
Απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα (%)	17.83±1.12	17.73±1.04	ΜΣ
I.Σ.N (%)	10.23±0.87	11.55±0.81	ΜΣ
Δύναμη διάτμησης (N/mm ²)	34.91±1.26	33.35±1.17	ΜΣ
Ενδομυϊκό λίπος (%)	1.57±0.13	1.52±0.12	ΜΣ

Στην αλληλεπίδραση της φυλής με την επέμβαση για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σφαγίου των αμνών **Πίνακας 6.4-3** δε διαπιστώθηκε κάποια στατιστικώς σημαντική διαφορά εκτός από το περιεχόμενο ενδομυϊκό λίπος και την απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα ($P < 0,05$).

Πίνακας 6.4-3 Μέσες τιμές των χαρακτηριστικών, τμήματος κρέατος του επιμήκους ραχιαίου μυός αμνών, ως προς τον παράγοντα της φυλής και της επέμβασης (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)					
	Χιώτικα		Καραγκούνικα		Διαφορά
	Μάρτυρας	Κανέλα (Cin)	Μάρτυρας	Κανέλα (Cin)	
pH ₂₄	5.65±0.04	5.59±0.03	5.57±0.03	5.63±0.03	ΜΣ
L	40.78±1.69	38.32±1.47	39.62±1.47	40.25±1.47	ΜΣ
a*	8.66±0.69	9.31±0.60	8.38±0.60	8.37±0.60	ΜΣ
b*	9.46±0.50	8.85±0.43	9.01±0.43	9.63±0.43	ΜΣ
Απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα (%)	19.73±1.69 ^a	21.58±1.47 ^a	15.93±1.47 ^b	13.88±1.47 ^b	P<0,05
I.Σ.N (%)	10.17±1.32	12.14±1.14	10.29±1.14	10.96±1.14	ΜΣ
Δύναμη διάτμησης (N/mm ²)	35.37±1.91	33.80±1.65	34.46±1.65	32.9±1.65	ΜΣ
Ενδομυϊκό λίπος (%)	1.34±0.19 ^a	1.46±0.17	1.79±0.17 ^b	1.58±0.17	P<0,05

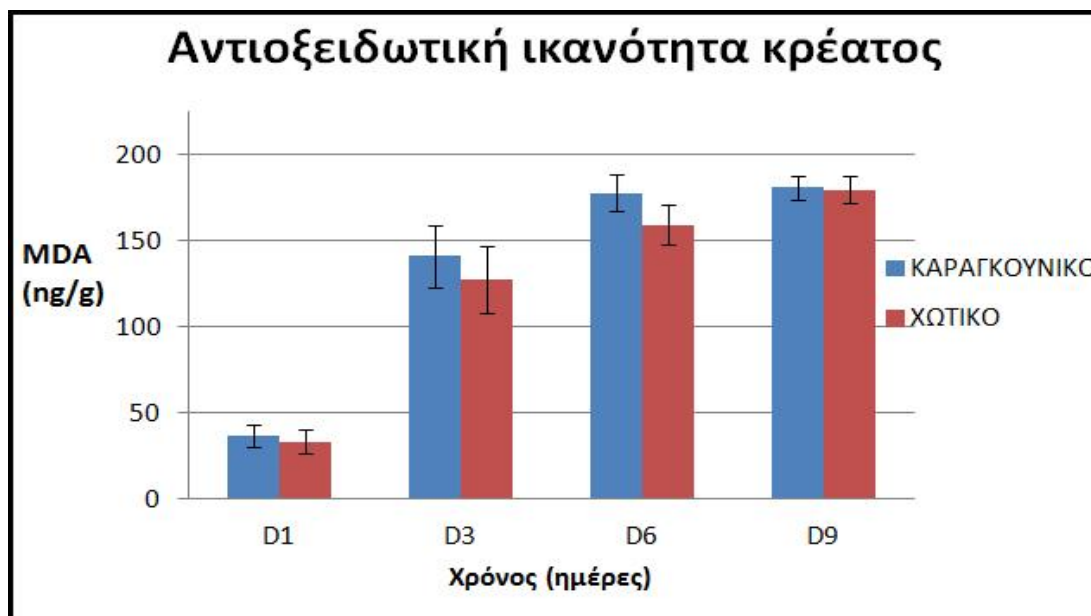
6.5 Εκτίμηση Αντιοξειδωτικής ικανότητας κανέλας στο κρέας

Στον Πίνακα 6.5-1 (Διάγραμμα 6.5-1) παρατηρείται ότι το κρέας των αμνών της φυλής Χίου είχε μία μικρή τάση να οξειδώνεται πιο αργά, κατά τη συντήρηση στην ψύξη στους 4°C, συγκριτικά με αυτό των αμνών της Καραγκούνικης φυλής, προσδιορίζοντας την MDA σε ng/g.

Πίνακας 6.5-1 Αντιοξειδωτική ικανότητα κρέατος (MDA, ng/g) στους αμνούς των δύο φυλών (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)				
MDA (ng/g)		Χιώτικα	Καραγκούνικα	Διαφορά
ημέρες στους 4°C	1	33.26±6.91	37.04±6.40	ΜΣ
	3	127.05±19.18	140.69±17.79	ΜΣ
	6	158.86±11.83	177.39±10.95	ΜΣ
	9	179.29±7.69	180.51±7.12	ΜΣ

ΜΣ: Μη Σημαντική διαφορά

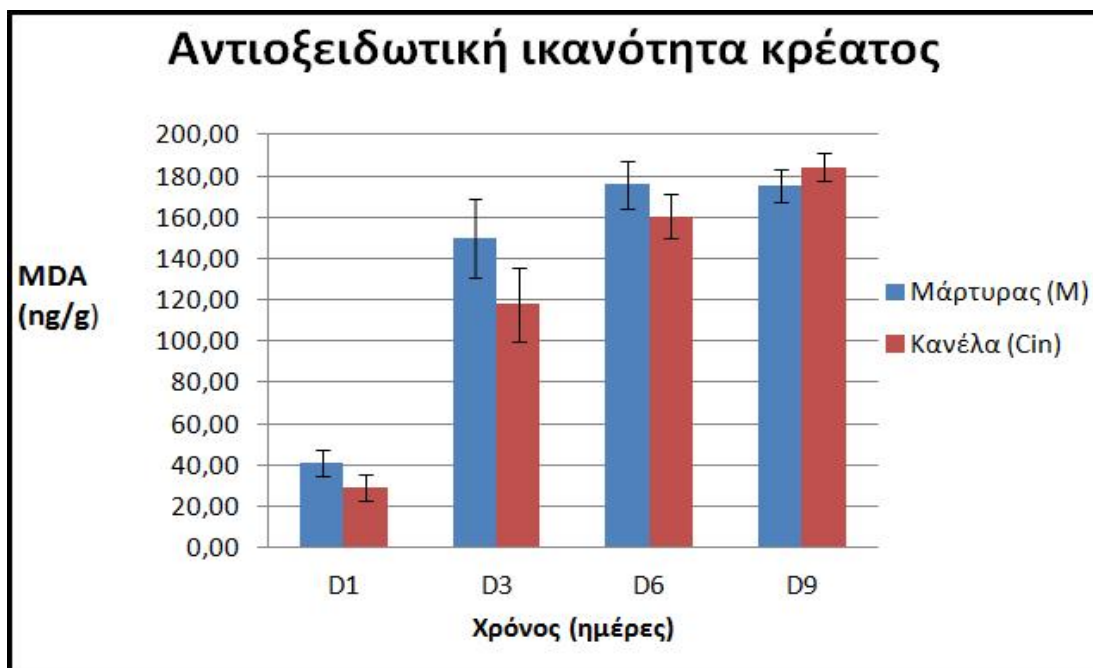
a,b: αποτελέσματα μιας γραμμής με διαφορετικό εκθέτη έχουν στατιστικώς σημαντική διαφορά (P<0,05)



Διάγραμμα 6.5-1 Αντιοξειδωτική ικανότητα κρέατος ανάλογα με τη φυλή

Η επέμβαση (Πίνακας 6.5-2, Διάγραμμα 6.5-2) έδειξε μια τάση της ομάδας Cin να οξειδώνεται πιο αργά συγκριτικά με την ομάδα M αλλά όχι στατιστικώς σημαντική. Η χορήγηση μίγματος ΣΖ ψεκασμένου με αιθερίου έλαιο κανέλας στα ζώα της ομάδας Cin, δεν επέφερε κάποια σημαντική αλλαγή όσον αφορά την ικανότητα συντήρησης του κρέατος τους, σε σχέση με το κρέας των ζώων της ομάδας M, όπως αυτή εκτιμάται με την μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του κρέατος.

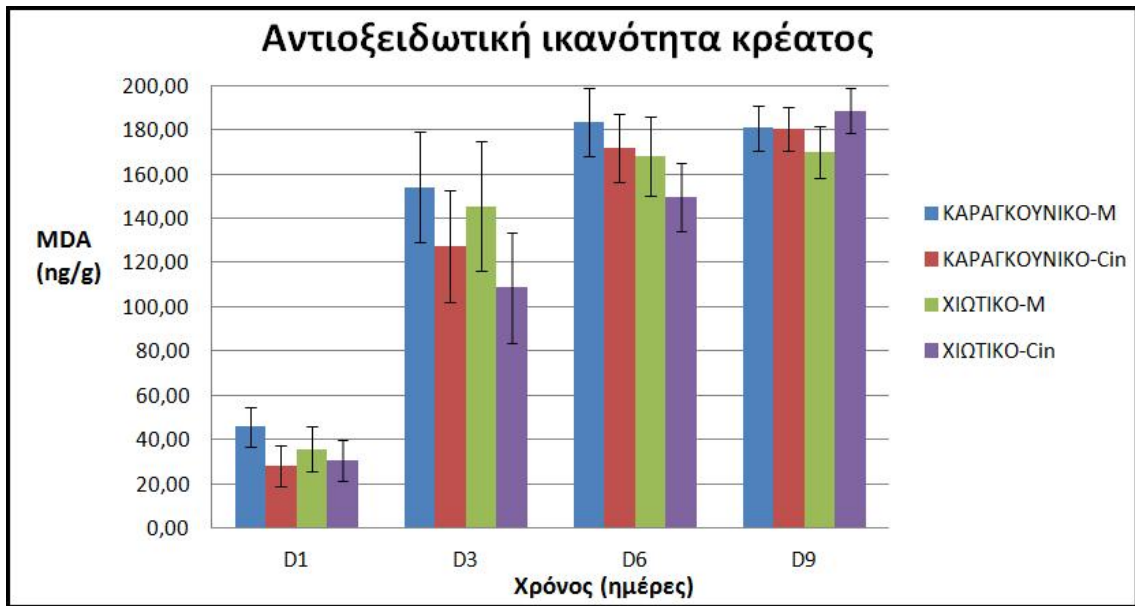
MDA (ng/g)		Μάρτυρας	Κανέλα (Cin)	Διαφορά
ημέρες στους 4°C	1	40.88±6.91	29.42±6.40	ΜΣ
	3	149.83±19.18	117.91±17.76	ΜΣ
	6	175.73±11.83	160.52±10.95	ΜΣ
	9	175.36±7.69	184.45±7.12	ΜΣ



Διάγραμμα 6.5-2 Αντιοξειδωτική ικανότητα κρέατος ανάλογα με την επέμβαση.

Στην αλληλεπίδραση της επέμβασης με τη φυλή φάνηκε ότι το κρέας της ομάδα Cin των αμνών της Καραγκούνικης και Χιώτικης φυλής, (Πίνακας 6.5-3, Διάγραμμα 6.5-3), είχε μια μικρή τάση να οξειδώνεται πιο αργά σε σχέση με τους αμνούς της ομάδας Μ των αντίστοιχων φυλών τις πρώτες 6 ημέρες συντήρησης καθώς είχε μικρότερη παραγωγή μηλονικής δυαλδεϋδης, η οποία αποτελεί δείκτη της οξείδωσης των λιπιδίων.

MDA (ng/g)		Χιώτικα		Καραγκούνικα		Διαφορά
		Μάρτυρας	Κανέλα (Cin)	Μάρτυρας	Κανέλα (Cin)	
ημέρες στους 4°C	1	35.91±10.45	30.60±9.05	45.85±9.05	28.23±9.05	ΜΣ
	3	145.50±28.99	108.59±25.11	154.16±25.11	127.22±25.11	ΜΣ
	6	168.22±17.88	149.49±15.49	183.30±15.49	171.54±15.49	ΜΣ
	9	169.95±11.63	188.62±10.07	180.76±10.07	180.27±10.07	ΜΣ



Διάγραμμα 6.5-3 Αντιοξειδωτική ικανότητα κρέατος ανάλογα με τη φυλή και την επέμβαση

6.6 Μικροβιολογικές αναλύσεις στο κρέας

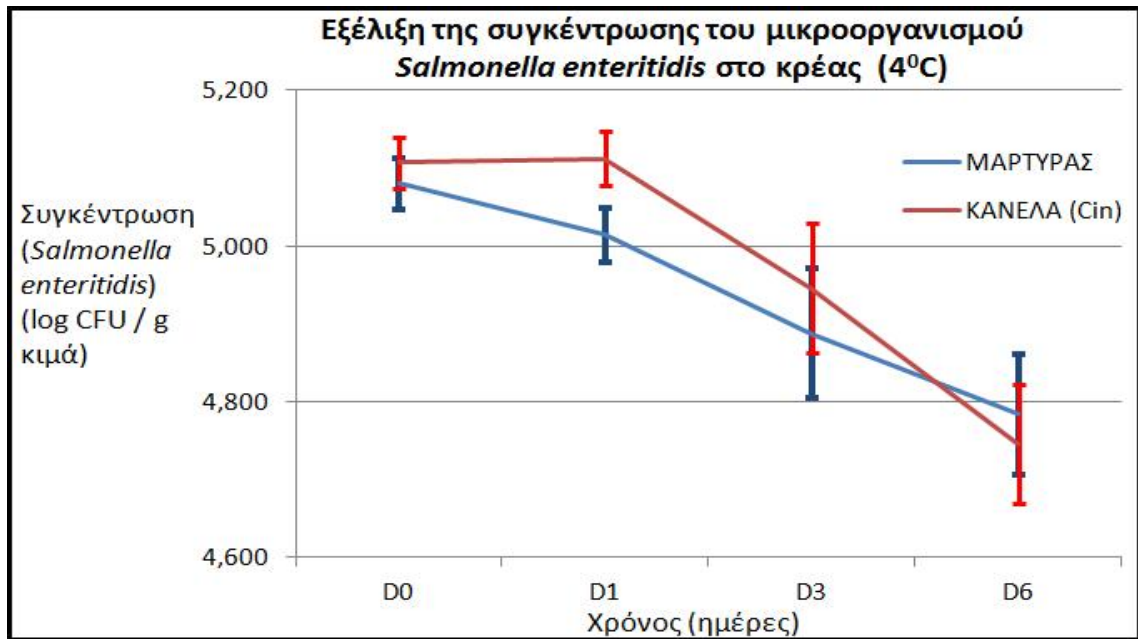
Από τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν προκειμένου να μελετηθεί η εξέλιξη της ανάπτυξης 2 παθογόνων μικροοργανισμών κατά τη συντήρηση κρεάτος αμνών που καταλάωναν το αιθέριο έλαιο κανέλας δεν προέκυψε σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων Μ και Cin (**Πινάκας 6.6-1**). Όπως προκύπτει και από το **Διάγραμμα 6.6-1**, υπήρξε μια τάση ελάττωσης της συγκέντρωσης της *Salmonella enteritidis* κατά τη συντήρηση του κρεάτος ανεξάρτητα από την επέμβαση, ειδικά μετά την τρίτη ημέρα επώασης. Αντίθετα η χορήγηση κανέλας στα ζώα της ομάδας Cin φάνηκε να περιορίζει αριθμητικά την ανάπτυξη της της *Listeria monocytogenes* συγκριτικά με την ομάδα Μ, ιδιαίτερα κατά την τελευταία δειγματοληψία. (**Πινάκας 6.6-2, Διάγραμμα 6.6-2**).

Ημέρα	Μάρτυρας	Κανέλα (Cin)	Διαφορά
0	5.08±0.03	5.10±0.03	ΜΣ
1	5.01±0.03 ^a	5.11±0.03 ^b	P<0,05
3	4.89±0.08	4.95±0.08	ΜΣ
6	4.78±0.08	4.74±0.08	ΜΣ

ΜΣ: Μη Σημαντική διαφορά

a,b: αποτελέσματα μιας γραμμής με διαφορετικό εκθέτη έχουν στατιστικώς σημαντική διαφορά (P<0,05)

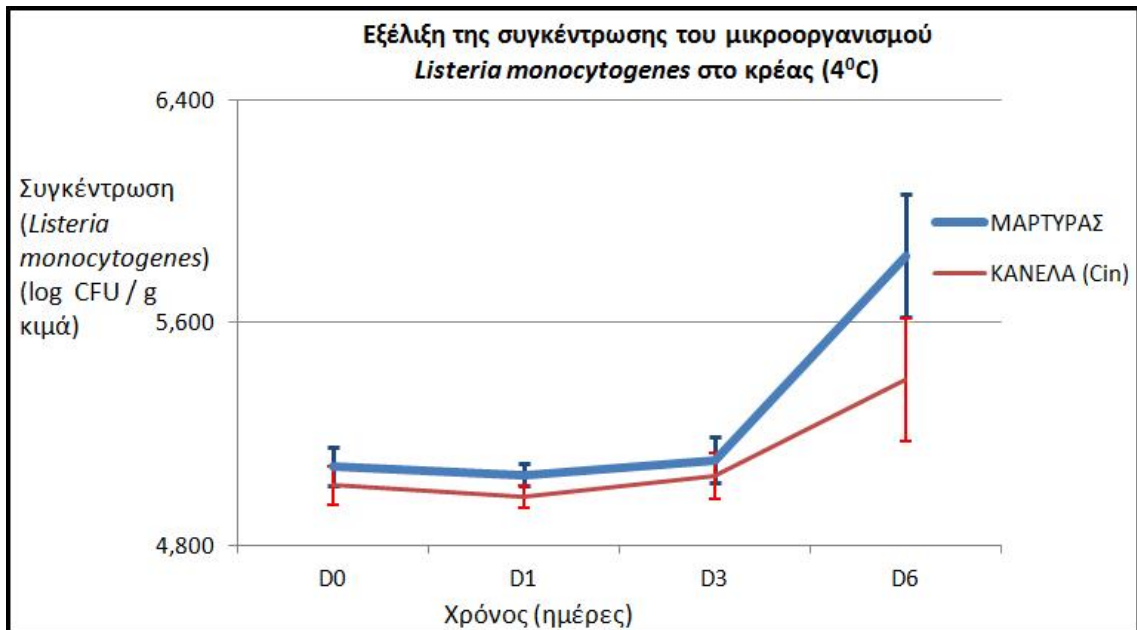
Τα παραπάνω αποτελέσματα διαμορφώθηκαν μετά από επεξεργασία των αρχικών μετρήσεων με τον τύπο ($\log\{\text{μέσος όρος αποικιών/ημέρα} \times \text{αραίωση}\}$), ενώ ο παράγοντας της φυλής απομακρύνθηκε διότι τα δείγματα που επιλέχθηκαν και επεξεργάστηκαν ήταν τυχαία.



Διάγραμμα 6.6-1 Εξέλιξη της συγκέντρωσης του μικροοργανισμού *Salmonella enteritidis* στο κρέας ανά ημέρα συντήρησης στους 4 °C.

Πίνακας 6.6-2 Επίδραση της χορήγησης ελαίου κανέλας επί της ανάπτυξης του παθογόνου μικροοργανισμού *Listeria monocytogenes*, στο κρέας των σφαγέντων αμνών (Μέσοι ± τυπικό σφάλμα)

Ημέρα	Μάρτυρας	Κανέλα (Cin)	Διαφορά
0	5.08±0.07	5.02±0.07	ΜΣ
1	5.05±0.04	4.97±0.04	ΜΣ
3	5.11±0.08	5.05±0.08	ΜΣ
6	5.84±0.22	5.40±0.22	ΜΣ



Διάγραμμα 6.6-2 Εξέλιξη της συγκέντρωσης του μικροοργανισμού *Listeria monocytogenes* στο κρέας ανά ημέρα συντήρησης στους 4 °C.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7- ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

7.1 Κατανάλωση τροφής

Σχετικά με τη μέση κατανάλωση τροφής δεν υπήρξε κάποια σημαντική διαφορά πέρα από την πρώτη εβδομάδα του πειράματος (Πίνακας 6.1-3). Το αποτέλεσμα αυτό ήρθε σε συμφωνία βιβλιογραφικά με άλλες *in-vivo* μελέτες όπως των Chaves et al., (2008a; 2008b; 2011), όπου αναφέρεται ότι η ενσωμάτωση ποσοτήτων κινναμαλδεΐδης (43 - 400mg/kg τροφής) στο σιτηρέσιο αμνών δεν επηρεάζει σημαντικά τη μέση κατανάλωση της τροφής, αλλά ούτε το μέσο σωματικό βάρος και το ρυθμό ανάπτυξής τους. Επίσης οι Simitzis et al., 2008 κατέληξαν στο ίδιο συμπέρασμα μετά από χορήγηση σε αμνούς αιθερίου ελαίου ρίγανης (1ml/kg τροφής), με εξαίρεση τις πρώτες ημέρες του πειράματος όπου παρατηρήθηκε μείωση στη μέση κατανάλωση της τροφής με το ενσωματωμένο έλαιο, λόγω του χρόνου που χρειάστηκε προκειμένου να προσαρμοστεί η μικροβιακή χλωρίδα του στομάχου των αμνών στη νέα τροφή (Simitzis et al., 2005). Στα βοοειδή οι Yang et al.,(2010a, 2010b) ομοίως δεν παρατήρησαν μεταβολές στη μέση κατανάλωση τροφής όταν ενσωμάτωσαν στο σιτηρέσιο τους ποσότητες κινναμαλδεΐδης της τάξεως των 43, 86 και 196 mg/kg τροφής αντίστοιχα, ενώ σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Benchaar et al.,(2008a) όταν χορήγησαν κινναμαλδεΐδη 43mg/kg τροφής, σε αγελάδες γαλακτοπαραγωγής. Επίσης στους χοίρους δεν παρατηρήθηκε κάποια μεταβολή στη μ.κατανάλωση τροφής κατά τη χορήγηση αιθερίου ελαίου ρίγανης 0,25 – 0,5 και 1ml/kg τροφής αντίστοιχα (Simitzis et al.,2010). Διαφοροποιήσεις όσον αφορά τη μ. κατανάλωση τροφής δεν υπήρξαν ούτε στους κόνικλους όταν ενσωματώθηκε έλαιο ρίγανης σε συγκεντρώσεις 100 και 200mg/kg τροφής (Botsoglou et al., 2004) αλλά ούτε στις όρνιθες (Symeon et al., 2009b) όταν ενσωματώθηκε έλαιο ρίγανης 100 και 250mg/kg τροφής στο σιτηρέσιο τους. Αντίθετα οι Lee et al. (2003), Basmacioglu et al. (2004), Cabuk et al. (2006) παρατήρησαν μείωση της μέσης κατανάλωσης τροφής μετά την προσθήκη αιθερίου ελαίου κανέλας, ρίγανης και σκευάσματος αιθερίων ελαίων, αντιστοίχως σε σιτηρέσιο ορνίθων. Στις γαλοπούλες επίσης παρατηρήθηκε μείωση στη μέση κατανάλωση της τροφής μετά τη χορήγηση 3,75gr αποξηραμένων φύλλων ρίγανης (περιεκτικότητας 3,6ml αιθερίου ελαίου /100gr) (Bampidis et al., 2005), ενώ ο Wenk (2006) υποστήριξε ότι πολλά αρωματικά φυτά και βότανα είναι ικανά να αυξήσουν τον ρυθμό ανάπτυξης των ζώων μέσω της αύξησης της κατανάλωσης τροφής.

Σημαντικό ρόλο στην κατανάλωση τροφής ιδίως την πρώτη εβδομάδα διαδραμάτισε και ο παράγοντας του stress. Η απότομη αλλαγή περιβάλλοντος και η απομάκρυνση

από τη μητέρα τους λειτούργησαν ως στρεσογόνοι παράγοντες με αρνητικές επιπτώσεις στην όρεξη τους (Arthington et al., 2008; McGuire et al., 1989).

7.2 Σωματικό βάρος και απόδοση σε σφάγιο

Στο παρόν πείραμα οι δύο φυλές είχαν από την έναρξη του πειράματος σημαντική διαφορά στο μέσο σωματικό βάρος ($P < 0.05$) (οι αμνοί της φυλής της Χίου είχαν μικρότερο αρχικό σωματικό βάρος, σε σχέση με αυτά της Καραγκούνικης), (Πίνακας 6.2-1). Παρόλα αυτά ο παράγοντας της επέμβασης δεν επηρέασε το αρχικό και τελικό μέσο ΣΒ βάρος των αμνών, το θερμό και ψυχρό βάρος του σφαγίου τους αλλά και τη μέση απόδοση σε σφάγιο (Πίνακας 6.2-3). Συγκριτικά με την παρούσα μελέτη άλλοι ερευνητές δεν παρατήρησαν σημαντικές διαφορές στο μέσο ΣΒ όταν ενσωμάτωσαν ποσότητες κινναμαλδεΐδης (Chaves et al., 2008a; 2008b; 2011) ή αιθέριο έλαιο ρίγανης σε σιτηρέσιο προβάτων (Simitzis et al., 2008) καθώς επίσης και σκευάσματα που περιείχαν φλοιό και βολβό σκόρδου (Bampidis et al., 2005). Ομοίως στα βοοειδή οι Benchaar et al., (2008a), Yang et al., (2010a; 2010b), δεν παρατήρησαν διαφορές στο μέσο ΣΒ μετά τη χορήγηση ποσοτήτων κινναμαλδεΐδης στην τροφή τους ενώ ούτε στους χοίρους στους οποίους ενσωματώθηκε αιθέριο έλαιο ρίγανης στο σιτηρέσιο τους (Simitzis et al., 2010) παρατηρήθηκαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές στο μέσο σωματικό τους βάρος. Παράλληλα οι Janz et al., (2007), έδειξαν ότι η ενσωμάτωση αιθερίου ελαίου σκόρδου, ρίγανης, δεντρολίβανου και πιπερόριζας σε σιτηρέσια ομάδων χοίρων δεν επηρέασαν το μέσο βάρος του σφαγίου τους. Στους κόνικλους (Botsoglou et al., 2004) και στις όρνιθες (Symeon et al., 2009) η ενσωμάτωση ελαίου ρίγανης στο σιτηρέσιο τους επίσης δεν επέφερε διαφορές στατιστικώς σημαντικές στο μέσο ΣΒ, ενώ αντίθετα οι Sarica et al., (2005) παρατήρησαν μείωση στο μέσο ΣΒ των ορνίθων όταν ενσωματώθηκε στην τροφή τους μπαχαρικό σκόρδου.

7.3 Βάρος εσωτερικών οργάνων του σφαγίου

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά κατά τη ζύγιση των οργάνων που αφαιρέθηκαν από το θερμό σφάγιο και εκφράστηκε σαν ποσοστό ως προς το τελικό προ σφαγής ΣΒ των αμνών (Πίνακας 6.3-3). Τα όργανα, τα οποία ζυγίστηκαν ήταν το ήπαρ, ο σπλήνας, η καρδιά, οι νεφροί, οι πνεύμονες καθώς και ο περινεφρικός λιπώδης ιστός. Παρατηρήθηκε όμως ότι τα ζώα της ομάδας Cin, εμφάνισαν τάση να έχουν πιο βαρύ συκώτι. Τέτοια τάση παρατηρήθηκε και στη μελέτη των Chaves et al., (2008a, 2008b) όταν χορηγήθηκε σε αμνούς σκεύασμα με καρβακρόλη και κινναμαλδεΐδη, χωρίς ωστόσο να γίνει κατανοητός ο τρόπος δράσης του, ενώ σε παρόμοια μελέτη των Chaves et al., (2011) δεν παρατηρήθηκε τέτοια τάση. Γενικά τα εσωτερικά όργανα που αφαιρέθηκαν από το σφάγιο υπολογισμένα σε ποσοστό ως προς το τελικό προ σφαγής ΣΒ των αμνών δεν επηρεάστηκαν από την κινναμαλδεΐδη του αιθερίου ελαίου της κανέλας που ενσωματώθηκε στο σιτηρέσιο των αμνών, κάτι που επιβεβαιώθηκε και

από μελέτη των Mürsel Özdoğan et al. (2011) όταν έδωσαν σε αμνούς σκεύασμα που περιείχε ένα μίγμα αρωματικών φυτών που προέρχονταν από αποξηραμένα φύλλα θυμαριού, δάφνης, μυρτιάς, φασκόμηλου και τσαγιού. Γενικά, τα βάρη των εσωτερικών οργάνων μπορεί να επηρεαστούν από τη διατροφή (Olfaz et al., 2005), από το βάρος σφαγής (Balci and Karakas, 2007), καθώς και από τη φυλή (Pérez et al., 2007).

7.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά σφάγιου

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων δεν έδειξαν κάποια στατιστικώς σημαντική διαφορά όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά μεταξύ των επεμβάσεων (Πίνακας 6.4-3). Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Chaves et al. (2008a; 2008b; 2011), όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά σφαγίων αμνών, που κατανάλωσαν κινναμαλδεύδη.

Σε αντίστοιχα πειράματά τους οι Simitzis et al. (2008) και Young et al. (2003), όταν χορηγήσαν αιθέριο έλαιο ρίγανης στο σιτηρέσιο αμνών και ορνίθων αντιστοίχως, βρήκαν σημαντικά υψηλότερες τιμές των χαρακτηριστικών του χρώματος a^* , b^* , πιθανόν λόγω μείωσης της οξειδωσης της αιμοσφαιρίνης και ενεργοποίησης μηχανισμών τροποποίησης της διανομής χρωστικών στους διάφορους ιστούς, ενώ οι Janz et al. (2007) δεν ανέφεραν κάποια μεταβολή όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του χρώματος σφαγίων χοίρων.

Οι τιμές του pH επίσης δεν παρουσίασαν κάποια αξιόλογη διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων. Μη σημαντική μεταβολή του pH παρατήρησαν και οι Young et al. (2003) σε όρνιθες, μεταξύ της ομάδας του μάρτυρα και της ομάδας στην οποία χορηγήθηκε αιθέριο έλαιο ρίγανης, ενώ παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στους χοίρους (Janz et al., 2007). Σε μελέτες βρέθηκε ότι οι τιμές του pH μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με το φύλο στα πρόβατα (Johnson et al., 2005; Simitzis et al., 2008). Ωστόσο αποδείχθηκε ότι η σφαγή αμνών σε νεαρή ηλικία, μπορεί να εξισώσει το στρες της σφαγής μεταξύ των φύλων και να μην υπάρξει σημαντική μεταβολή του pH (Teixeira et al., 2005).

Σύμφωνα με έρευνα των Hopkins et al., (2001) σε αμνούς η τρυφερότητα και το περιεχόμενο ενδομυϊκό τους λίπος φάνηκε να μην επηρεάζεται από τη διατροφική επέμβαση που πραγματοποιήθηκε, αλλά αντιθέτως έδειξε να επηρεάζεται από το φύλο τους (Johnson et al., 2005). Στους χοίρους όταν στη τροφή τους ενσωματώθηκε αιθέριο έλαιο ρίγανης (Simitzis et al., 2010), η περιεκτικότητα σε ενδομυϊκό λίπος και η τρυφερότητα δεν επηρεάστηκαν από τη διατροφική επέμβαση αλλά ούτε και από το φύλο. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Fortin et al., (2005) όσον αφορά το ενδομυϊκό λίπος και οι Latorre et al., (2003) όσον αφορά την τρυφερότητα κρέατος σφάγιου χοίρου.

Στις τιμές της ικανότητας συγκράτησης νερού και απώλειας οπού κατά το μαγείρεμα, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές μεταξύ των ομάδων επέμβασης της, όταν ενσωματώθηκε αιθέριο έλαιο ρίγανης στο σιτηρέσιο χοίρων (Janz et al., 2007; Simitzis et al., 2010) ή ορνίθων (Young et al., 2003), ενώ οι Olfaz et al. (2005) επισήμαναν ότι το pH, η ΊΣΝ και η απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα είναι χαρακτηριστικά τα οποία μπορεί να επηρεαστούν από τον παράγοντα της διατροφής, του στρες πριν από τη σφαγή, αλλά και τους χειρισμούς μετά τη σφαγή.

7.5 Αντιοξειδωτική ικανότητα

Ο προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας, που έλαβε χώρα στο δεξιό τμήμα του επιμήκους ραχιαίου μυός με τη μέθοδο της μηλονικής δυαλδεΐδης (MDA), εμφάνισε μία μικρή αριθμητική τάση του κρέατος των αμνών, οι οποίοι κατανάλωναν εμπλουτισμένη με αιθέριο έλαιο κανέλας τροφή, να οξειδώνεται πιο αργά σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα, διαφορά που όμως σε καμμία περίπτωση δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική (Πίνακας 6.5-3). Συγκεκριμένα, η κινναμαλδεΐδη και η ευγενόλη, που ως συστατικά του αιθερίου ελαίου της κανέλας, έχουν έντονες *in vitro* αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες, δεν εκδήλωσαν τις παραπάνω ιδιότητες *in vivo*. Έχει δειχθεί ότι σε *in vivo* πειράματα χρειάστηκε να δοθούν σε μηρυκαστικά πολλαπλάσιες ποσότητες των προς μελέτη ουσιών συγκριτικά με τα *in vitro* προκειμένου να υπάρξει ένας κοινός παρονομαστής ως προς τη σύγκριση των μεταξύ τους αποτελεσμάτων. Αυτό, σύμφωνα με την βιβλιογραφία, μπορεί να αποδοθεί στα βακτήρια της μικροβιακής χλωρίδας της μεγάλης κοιλίας των μηρυκαστικών και στην ικανότητα τους να προσαρμόζονται και να υποβαθμίζουν βασικά συστατικά του ελαίου της κανέλας. (Wohlt et al., 1981).

Σε παρόμοιο πείραμα οι Chaves et al. (2008) δεν εντόπισαν κάποια επίδραση των ουσιών κινναμαλδεΐδης και καρβακρόλης στην ποιότητα του σφαγίου των αμνών. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Janz et al. (2007) σε αντίστοιχη έρευνα που έκαναν χρησιμοποιώντας χοίρους, ενώ αντίθετα οι Carpenter et al. (2007) και οι Mitsumoto et al. (2005) παρατήρησαν μείωση της οξειδωσης των λιπιδίων, όταν οι επιφάνειες χοιρινού και βόειου σφαγίου ψεκάστηκαν αντίστοιχα με φυτικά εκχυλίσματα φύλλων της κόκκινης αμπέλου (*Vitis vinifera L*) και κατεχινών από τσάι. Επίσης η προσθήκη αιθερίου ελαίου ρίγανης στο σιτηρέσιο ορνίθων είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της συντηρησιμότητας του κρέατος, λόγω της καθυστέρησης της οξειδωσης των λιπιδίων τους (Botsoglou et al., 2002), ενώ το ίδιο συνέβη και σε πειραματική εργασία με τις γαλοπούλες (Botsoglou et al., 2003b). Οι Djenane et al. (2003) και Nerin et al. (2006) επισήμαναν την επίδραση των φυσικών αντιοξειδωτικών στην παρεμπόδιση του αποχρωματισμού και της δημιουργίας δυσάρεστων οσμών στο κρέας κατά τη συσκευασία του, λόγω περιορισμού της οξειδωσης των λιπιδίων και της ανάπτυξης μικροοργανισμών, συμπεριλαμβανομένων και των παθογόνων. Βέβαια, βρέθηκε ότι

υπάρχουν διαφορές, όσον αφορά μελέτες που έχουν γίνει σχετικά με το κατά πόσο η προσθήκη αιθερίων ελαίων επηρεάζει την αντιοξειδωτική ικανότητα του κρέατος, οι οποίες εντοπίζονται σε παράγοντες όπως ο αριθμός των δειγμάτων που εξετάστηκαν, η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρησή της καθώς και από τον τρόπο και το τμήμα του φυτού από το οποίο έγινε η εξαγωγή του αιθερίου ελαίου (Karadag et al. 2009; Tabart et al., 2009).

7.6 Μικροβιολογικές αναλύσεις στο κρέας

Στην παρούσα εργασία βρέθηκε ότι τα συστατικά του αιθερίου ελαίου της κανέλας (κινναμαλδεΐδη, ευγενόλη), δεν είχαν περιοριστική δράση όσον αφορά τον παθογόνο μικροοργανισμό *Salmonella enteritidis*, σε αντίθεση με την *Listeria monocytogenes* όπου φάνηκε ότι ο κιμάς από τα ζώα της επέμβασης C_{1n} έδωσε αριθμητικά χαμηλότερες συγκεντρώσεις σε σχέση με την επέμβαση M που πλησίασε τα όρια στατιστικής σημαντικότητας κατά την τελευταία δειγματοληψία. Αυτό το αποτέλεσμα συμφωνεί με τα αποτελέσματα της Burt (2004) σύμφωνα με τα οποία η ευγενόλη είχε μεγαλύτερη περιοριστική δράση στον μικροοργανισμό της *Listeria monocytogenes* συγκριτικά με άλλους μικροοργανισμούς, ενώ οι Tassou et al. (2004) βρήκαν ότι τα αιθέρια έλαια διαφόρων φυτών είχαν μικρή περιοριστική δράση στον μικροοργανισμό της *Salmonella enteritidis*. Το συμπέρασμα αυτό ενισχύθηκε και από έρευνα σύμφωνα με την οποία τα Gram + (θετικά) βακτήρια, όπως η *Listeria monocytogenes*, είναι πιο ευαίσθητα στα αιθέρια έλαια φυτών, σε σχέση με τα Gram – (αρνητικά) βακτήρια, όπως η *Salmonella enteritidis* (Proestos et al., 2008). Γενικά, οι αντιμικροβιακές ιδιότητες των αιθερίων ελαίων χρησιμοποιούνται για την παρεμπόδιση της ανάπτυξης ενός ευρέος φάσματος μικροοργανισμών (Chao et al., 2000; Dean και Ritchie, 1987; Sivropoulou et al, 1996). Ως εκ τούτου, τα αιθέρια έλαια μπορεί να θεωρηθεί ότι έχουν προοπτική χρησιμοποίησης με την προσθήκη τους στις ζωοτροφές τόσο για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητάς τους, όσο και για τον έλεγχο της εξάπλωσης των παθογόνων μικροοργανισμών στα παραγωγικά ζώα και τα προϊόντα τους (Benchaar et al., 2008)

Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας τα παραπάνω αποτελέσματα που βρέθηκαν κατά την πειραματική διαδικασία, σε συνδυασμό με παρόμοιες έρευνες που έγιναν κατά καιρούς, εξάγονται τα κάτωθι συμπεράσματα.

- Η ενσωμάτωση αιθερίου ελαίου κανέλας στο σιτηρέσιο των αμνών δεν επέφερε μεταβολή όσον αφορά τη μέση κατανάλωση τροφής μεταξύ των ομάδων του Μάρτυρα (Μ) και Κανέλας (Cin), εκτός από την πρώτη εβδομάδα κατά την οποία οι αμνοί της ομάδας Cin είχαν μειωμένη κατανάλωση τροφής, πιθανόν λόγω της ανάγκης προσαρμογής στο μίγμα ΣΖ στο οποίο είχαν προστεθεί νέα συστατικά με έντονη οσμή σε συνδυασμό με το stress απομάκρυνσης από τη μητέρα τους και την αλλαγής περιβάλλοντος μετά τον απογαλακτισμό.
- Το εβδομαδιαίο και τελικό ζων μέσο ΣΒ, το βάρος θερμού και ψυχρού σφαγίου, η μέση απόδοση σε σφάγιο επίσης δεν επηρεάστηκαν από την επέμβαση μεταξύ των ομάδων Μ και Cin.
- Δεν υπήρξε κάποια αξιοσημείωτη διαφορά μεταξύ των ομάδων Μ και Cin ως προς το ποσοστό των εσωτερικών οργάνων του σφαγίου αμνών, σε σχέση με το μέσο προ σφαγής ΣΒ τους (καρδιά, ήπαρ, νεφροί, σπλήνας, πνεύμονες και περινεφρικός λίπώδης ιστός).
- Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος των αμνών των ομάδων Μ και Cin, όπως το pH₂₄, το χρώμα (L a* b*), η ικανότητα συγκράτησης νερού (ΙΣΝ), η τρυφερότητα (δύναμη διάτμησης), η απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα (%), καθώς και το περιεχόμενο ενδομυϊκό λίπος (%), δεν επηρεάστηκαν από την επέμβαση.
- Από τις μετρήσεις που έγιναν στις ομάδες επέμβασης, σε τμήμα μυός που αποκόπηκε από τον επιμήκη ραχιαίο μυ κάθε αμνού, δε βρέθηκε να υπάρχει στατιστικώς σημαντική επίδραση του αιθερίου ελαίου της κανέλας στην αντιοξειδωτική ικανότητα του κρέατος.
- τα συστατικά του αιθερίου ελαίου της κανέλας (κινναμαλδεΐδη, ευγενόλη), δεν είχαν περιοριστική δράση όσον αφορά τον παθογόνο μικροοργανισμό *Salmonella enteritidis*, σε αντίθεση με την *Listeria monocytogenes* όπου φάνηκε ότι ο κιμάς από τα ζώα της επέμβασης Cin έδωσε αριθμητικά χαμηλότερες συγκεντρώσεις σε σχέση με την επέμβαση Μ που πλησίασε τα όρια στατιστικής σημαντικότητας κατά την τελευταία δειγματοληψία.

Αντίστοιχα πειράματα (*in vivo*) που να έχουν γίνει με ενσωμάτωση αιθερίου ελαίου κανέλας σε σιτηρέσιο αμνών είναι περιορισμένα, ώστε να αποτελέσουν έναν δείκτη σύγκρισης ως προς την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του παρόντος πειράματος. Παρόλα αυτά, το αντικείμενο αυτό αποτελεί γόνιμο έδαφος για μελλοντική έρευνα δεδομένης της ευεργετικής ιδιότητας της κανέλας.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abernathy T, Hart R., (2004).** Evaluation of a H.A.C.C.P. pilot program for the foodservice industry. *Can. J. Public Health*, 95:470-472.
- Amiot, J., Salmon Y., Collin C., Thompson J. D., (2005).** Differential resistance to freezing a spatial distribution in a chemically polymorphic plant *Thymus vulgaris*. *Ecology Letters*, 8(4):370-377.
- Anderson RA., Broadhurst CL., Polansky MM., Schmidt WF., Khan A., Flanagan VP, Schoene NW, Graves DJ, (2004).** Isolation and characterization of polyphenol type-A polymers from cinnamon with insulin-like biological activity. *J Agric Food Chem*, 52(1):65-70
- Ando S., Nishida T., Ishida M., Hosoda K. and Bayaru E., (2003).** Effect of peppermint feeding on the digestibility ruminal fermentation and protozoa. *Livestock Production Science* 82, (2-3), 245-248
- Arthington J. D., Qiu X., Cooke R. F., J. Vendramini M. B., Araujo DB., Chase Jr C. C., and Coleman S. W.(2008).** Effects of preshipping management on measures of stress and performance of beef steers during feedlot receiving. *J. Anim. Sci.*86:2016–2023.
- Balci F, Karakas E (2007).** The effect of different slaughter weights on the fattening performance, slaughter and carcass characteristics of male Karayaka lambs. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 31(1): 25-31
- Bampidis V.A., Christodoulou V., Christaki E., Florou-Paneri P. and Spais A.B. (2005).** Effect of dietary garlic bulb and garlic husk supplementation on performance and carcass characteristics of growing lambs, *Anim. Feed Sci. Technol.* 121, pp. 273–283
- Bampidis V.A., Christodoulou V., Florou-Paneri P., Christaki E., Chatzopoulou P.S., Tsiligianni T., Spais A.B.(2005).** Effect of dietary dried oregano leaves on growth performance, carcass characteristics and serum cholesterol of female early maturing turkeys. *Br. Poult. Sci.* 46, 591–601.
- Bampidis V.A., Christodoulou V., Florou-Paneri P. and Christaki E., (2006).** Effect of dried oregano leaves versus neomycin in treating newborn calves with colibacillosis. *Journal of Veterinary Medicine A*, 53, 154-156
- Basaga, H., Tekkaya, C., Acikel, F., (1997).** Antioxidative And Free Radical Scavenging Properties Of Rosemary Extracts. *Lebensm.-Wiss.u.- Technol.*, 30: 105-108.

- Basmacioglu H., Tokusoglu O., Ergul M. (2004).** The effect of oregano and rosemary by essential oils or alpha-tocopheryl acetate on performance and lipid oxidation of meat enriched with n-3 PUFAs in broilers. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 34, 197–210.
- Benchaar C., Calsamiglia S., Chaves A.V., Fraser G.R., Colombatto D., McAllister T.A., and Beauchemin K.A. (2008).** A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Animal Feed Science and Technology* 145:209-228
- Benchaar C., McAllister T.A., Chouinard P.Y., (2008a).** Digestion, ruminal fermentation, ciliate protozoal populations, and milk production from dairy cows fed cinnamaldehyde, quebracho condensed tannin, or *Yucca schidigera* saponin extracts. *J. Dairy Sci.* 91, 4765–4777
- Blomhoff R.,(2004).** Dietary antioxidants and oxidative stress. *Tidsskr. NorLaegeforen,* 1224:1643-1645.
- Botsoglou N.A., Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I., & Spais A. B. (2004).** Performance of rabbits and oxidative stability of muscle tissues as affected by dietary supplementation with oregano essential oil. *Archives of Animal Nutrition,* 58, 209–218
- Botsoglou N.A., Christaki E., Florou-Paneri P., Giannenas J., Papageorgiou G & Spais A.B., (2004).** The effect of a mixture of herbal essential oils or atocopheryl acetate on performance parameters and oxidation of body lipid in broilers. *S. Afr. J Animal Science,* 34:52-61
- Botsoglou N.A., Fletouris D.J., Florou-Paneri P., Christaki E. and Spais A.B. (2003a).** Inhibition of lipid oxidation in long-term frozen stored chicken meat by dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate supplementation. *Food Research International* 36:207-213
- Botsoglou N.A., Grigoropoulou S.H., Botsoglou E., Govaris A. and Papageorgiou G. (2003b).** The effects of dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. *Meat Science* 65:1193-1200.
- Botsoglou N.A., Christaki E., Fletouris D.J., Florou- Paneri P. and Spaisa A.B.(2002).** The effect of dietary oregano essential oil on lipid oxidation in raw and cooked chicken during refrigerated storage. *Meat Science* 62:259-265.
- Botsoglou N.A., Fletouris D.J., Papageorgiou G.E., Vassilopoulos V.N., Mantis A.J. and Trakatellis A.G.,(1994).** A rapid, sensitive and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissues, food and feedstuff samples, *Journal of Agriculture and Food Chemistry,* 42:1931–1937
- Braun Lesley (2007).** Herbs and natural supplements an evidence based guide, 2nd Edition. *Elsevier Australia:*238-241

- Burt S. (2004)**, Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods – A review, *International Journal of Food Microbiology* 94 (3), pp. 223–253
- Cabuk M., Bozkurt M., Alcicek A., Akbas Y., Kücüyilmaz K. (2006)**. Effect of a herbal essential oil mixture on growth and internal organ weight of broilers from young and old breeder flocks. *South Afric. J. Anim. Sci.* 36, 135–141
- Carpenter R., O’Grady M.N., O’Callaghan Y.C, O’Brien N.M. and Kerry J.P.(2007)**. Evaluation of the antioxidant potential of grape seed and bearberry extracts in raw and cooked pork. *Meat Science* 76:604-610
- Caverio A.A., Matos F.J.A., Alena J.W., and Plumel. M.M., (1989.)***Flavor and Fragrance J.*, 4, 43-44.
- Chao S.C., Young D.G., and Oberg.C.J. (2000)**. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. *Journal of Essential Oil Research* 12:639-649.
- Chaves A.V., Dugan M.E.R., Stanford K., Gibson L.L., Bystrom J.M. , McAllister T.A. , Van Herk F., Benchaar C. (2011)** . A dose-response of cinnamaldehyde supplementation on intake, ruminal fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs *Livestock Science* LIVSCI-01595
- Chaves A.V., Stanford K., Gibson L.L., McAllister T.A., BenchaarC.(2008a)**. Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 145, 396–408.
- Chaves A.V., Stanford K., Dugan M.E.R., Gibson L.L., McAllister T.A., Van Herk F., Benchaar C.(2008b)**. Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Livest. Sci.* 117, 215–224.
- Chevallier A.** Βοτανοθεραπεία, Μεγάλη Εγκυκλοπαίδεια Θεραπευτικών Φυτών.*New Εκδόσεις Δομική. Αθήνα, 1999:80*
- Chorianopoulos, N., E. Kalpoutzakis, N. Aligiannis, S. Mitaku, G. J. Nychas & S. A. Haroutounian (2004)**. Essential oils of *Satureja*, *Origanum* and *Thymus* species: chemical composition and antibacterial activities against foodborne pathogens. *J. Agric. Food Chem* 52(26): 8261-8267
- Close C. D. and C. Mc Arthur (2002)**. Rethinking the role of many plant Phenolics-protection from Photo damage not herbivores. *Oikos*, 99 (1): 166-172
- Dean, S.G., and G. Ritchie. (1987)**. Antibacterial properties of plant essential oils. *International Journal Food Microbiology* 5:165-180.

- De Souza., E. L., T. L.M. Stamford, E. De Oliveira Lima, V. N. Trajano, J. M. Barbosa Filho (2005).** Antimicrobial effectiveness of spices : an approach for use in food conservation systems. *Brazilian Arc. Biol. Technol.* 48(4): 549-558.
- Djenane D., Sánchez-Escalante A., Beltrán J.A. and Roncalés P.(2003).** Extension of the shelf life of beef steaks packaged in a modified atmosphere by treatment with rosemary and displayed under UV-free lighting. *Meat Science* 64:417-426.
- Dorman, H. J. D., S. G. Deans (2000).** Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.* 88(2): 308-316
- Dorman, H. J. D., S. G. Deans (2004).** Chemical composition, antimicrobial and in vitro antioxidant properties of *Monarda citriodora* var *citriodora*, *Myristica fragrans*, *Origanum vulgare* ssp *hirtum*, *Pelargonium* ssp and *Thymus zygis* oils. *J. Ess Oil Res.* 16(2): 145-150
- Dugoua JJ, Seely D, Perri D, Cooley K, Forelli T, Mills E, Koren G (2007).** From type 2 diabetes to antioxidant activity: a systematic review of the safety and efficacy of common and cassia cinnamon bark. *Can J. Physiol. Pharmacol.* 85:837-847.
- Earl S (2003).** Findings From the Third National Health and Nutrition Examination Survey
- Eskilsson G.S., Bjorklund E., (2000).** Review Analytical –Scale Microwave – Assisted Extraction, *J. Chrom. A.,* , 902, 227-250.
- Folch J., Lees M. Stanley and S.G.H.,(1957).** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues, *Journal of Biological Chemistry*, 226:497–509.
- Fortin A., Robertson W. M.& Tong A. K. W. (2005).** The eating quality of Canadian pork and its relationship with intramuscular fat. *Meat Science*, 69, 297–305.
- Galli C and.Visioli F (2002).** Antioxidant and other biological activities of Phenols from olives and olive oil, *Med Res Rev* 22,6S- 7S.
- Genigeorgis C. (2004).** Foodborne infections and intoxications. “Notes for the Food Safety-H.A.C.C.P”. Medical School University of Crete, Heraklion, November 15-22 2004.
- Gropper, Smith, Groff (2005).** Advanced nutrition and human metabolism, fourth edition
- Halliwell B. and Gutteridge JM (1999).** Free radicals in biology and medicine, 3rd Oxford University Press

- Hargreaves, L.L., Jarvis, B., Rawlinson, A.P. and Wood, J.M. (1975)** The antimicrobial effects of spices, herbs and extracts from these and other food plants. *The British Food Manufacturing Industries Research Association Scientific and Technical Surveys*, **88**.
- Hopkins D. L., Hall D. G., Channon H. A., & Holsy P. J. (2001)**. Meat quality of mixed sex lambs grazing pasture and supplemented with roughage, oats or oats and sunflower meal. *Meat Science*, *59*, 277–283.
- Jadhav S.J., Nimbalkar S.S., Kulkarni A.D. and Madhavi D.L.,(1996)**. Role of antioxidants in inhibiting lipid peroxidation. In: Food Antioxidants. Technological, Toxicological and Health Perspectives. *Madhavi D.L., Deshpande S.S. and Salunkhe D.K. (eds). Marcel Dekker, Inc*, pp. 5-53.
- Janz J. A. M., Morel P. C. H., Wilkinson B. H. P., & Purchas R. W. (2007)**. Preliminary investigation of the effects of low-level dietary inclusion of fragrant essential oils and oleorins on pig performance and pork quality. *Meat Science*, *75*, 350–355.
- Jellin J.M., Gregory P.J., et al.(2007)** Pharmacist's Letter/Prescriber's Letter Natural Medicines Comprehensive Database. *Therapeutic Research Faculty*, 687-8
- Johnson P. L., Purchas R. W., McEwan J. C., & Blair H. T. (2005)**. Carcass composition and meat qualities differences between pasture reared ewe and ram lambs. *Meat Science*, *71*, 383–391
- Kabouche, A., Z. Kabouche, M. Ozturk, U. Kolak & G. Topcu (2007)**. Antioxidant abietane diterpenoids from *Salvia barrelieri*. *Food Chem.* *102* (4): 1281-1287
- Karadag A., Ozcelik B. and Saner S.(2009)**. Review of methods to determine antioxidant capacities. *Food Analytical Methods* *2*:41-60
- Kneifel, W., E. Czech, B. Kopp (2002)**. Microbial contamination of medicinal plants – a review. *Plant Med.* *68*(1): 5-15
- Koh W.S., Yoon S.Y., Kwon B.M., Jeong T.C, Nam K.S., Han M.Y., (1998)** Cinnamaldehyde inhibits lymphocyte proliferation and modulates T-cell differentiation. *Int J.ImmunoPharmacol*, *20*:643-660.
- Kokkini S., R. Karousou and D. Vokou (1994)**. Pattern of geographic variation of *Origanum vulgare* trichomes and essential oil content in Greece. *Biochem. Syst. Ecol*, *22*: 517-528.
- Konig D (2001)**. Exercise and oxidative stress: significance of antioxidants with reference to inflammatory, muscular and systemic stress. *Exerc.Immune. Rev.* *7*: 108-133.

- Krishnamurthy KY.(2009)** Daalchini (*C. zeylanica* and *C. cassia*), tejpat (*C. tamala*, Nees). *J. New Approaches to Medicine and Health*;17:60-72
- Latorre M. A., Lazaro R., Gracia M. I., Nieto M. & Mateos G. G. (2003).** Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 117 kg body weight. *Meat Science*, 65, 1369–1377
- Lee K.W., Everts H., Kappert H.J., Frehner M., Losa R., Beynen A.C.(2003).** Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *Br. Poult. Sci.* 44, 450–457.
- Lee S.H., Oe T. and Blair I.A.,(2001).** Vitamin C-induced decomposition of lipid hydroperoxides to endogenous genotoxins. *Science*, 292:2083-2086
- Little C.L., Lock D., Barnes J., Mitchell RT., (2003).** Microbiological quality of food in relation to hazard analysis systems and food hygiene training in UK catering and retail premises. *Commun. Dis. Public Health*, 6:250-8.
- Lopez-Bote, C.J., Gray J.I., Gomaa E.A. and Flegal C.J.,(1998).** Effect of dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat. *Br. Poult. Sci.*, 39: 235-240.
- Mahmoud S. S. & Croteau R. B.,(2002).** Strategies for transgenic manipulation of monoterpene biosynthesis in plants, *Plant Sci.* 7(8):366-373.
- Man, J., (2001)** Users Manual, Micro – Steam – Distillation – Extraction of Biosynthesis.
- Mc Laurin J.S., Mitchell R.T., Smerdon W.J.,(2004).** *Listeria monocytogenes* and listeriosis: a review of hazard characterization for use in microbiological risk assessment of foods. *Journal Food Microbiol.*, 92:15-33
- McGuire M. A., Beede D. K., DeLorenzo M. A., Wilcox C. J., Huntington G. B., Reynolds C. K., and Collier R. J.(1989).** Effects of thermal stress and level of feed intake on portal plasma flow and net fluxes of metabolites in lactating Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 67:1050–1060.
- Mitsumoto M., . O’Grady M.N, Kerry J.P. and Buckley D.J.(2005).** Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties. *Meat Science* 69:773-779.
- Montserrat Mor-Mur and Josep Yuste (2010)** Emerging Bacterial Pathogens in Meat and Poultry: "An Overview Food and Bioprocess Technology", Volume 3, Number 1, Pages 24-35

- Mossel D.A., Struijk C.B.,(1995).** Escherichia coli, other Enterobacteriaceae and additional indicators as markers of microbiologic quality of food: advantages and limitations. *Microb.*, 11:75-90
- Mürsel Özdoğan , Sibel Soyacan Önenç and Alper Önenç (2011).**A Fattening performance, blood parameters and slaughter traits of Karya lambs consuming blend of essential oil compounds. *Journal of Biotechnology* Vol. 10(34), pp. 6663-6669
- Nerín C., Tovar L., Djenane D., Camo J., Salafranca J., Beltrán J.A. and Roncalés P. (2006).** Stabilization of beef meat by a new active packaging containing natural antioxidants. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 52:5598-5605
- Nielsen F., Mikkelsen B.B., Nielsen J.B., Andersen H.R., Grandjean P.,(1997).** Plasma malondialdehyde as biomarker for oxidative stress: reference interval and effects of life-style factors. *Clin Chem. Jul*,43(7):1209-14
- Olfaz M., Ocak N., Erener G., Cam M.A. and Garipoglu A.V (2005).** Growth, carcass and meat characteristics of Karayaka growing rams fed sugar beet pulp, partially substituting for grass hay as forage. *Meat Sci.*, 70: 7-14
- Ooi L.S., Li Y., Kam S., Wang H., Wong E.L., Ooi V.C.,(2006).** Antimicrobial activities of cinnamon oil and cinnamaldehyde from the Chinese medicinal herb Cinnamomum cassia. *Am J. Chin Med*, 34:511-522
- Park H.J., Jung W.T., Choi J., Nam J.H., Lee K.T., Kwon B.M.,(2004).** Quality evaluation of the cinnamon essential oils based on gas chromatographic analysis and cytotoxicity. *Korean J. Pharmacogn*, 35:288-292.
- Pérez P, Maino M, Morales MS, Köbrich C, Bardon C, Pokniak J (2007).** Gender and slaughter weight effects on carcass quality traits of suckling lambs from four different genotypes. *Small Ruminant Res.*, 70: 124-130
- Proestos C., Boziaris I., Kapsokefalou S.M. and Komaitis M. (2008),** Natural antioxidant constituents from selected aromatic plants and their antimicrobial activity against selected pathogenic microorganisms, *Food Technology and Biotechnology* 46, pp. 151–156
- Ranjbar A., Ghasmeinezhad S., Zamani H., Malekirad A.A., Baiaty A., Mohammadirad A., Abdolahi M.,(2006).**Antioxidative stress potential of Cinnamomum zeyanicum in humans: A comparative cross-sectional clinical study. *Therapy*, 3:113-117
- Ravindran P.N., Babu K.N., Shylaja M., (2003).** Cinnamon and cassia: the genus Cinnamomum. *Medicinal and Aromatic Plants, CRC Press*
- Rosen G.M., Britigan B.E., Halpern H.J. and Pou S., (1999).** Free Radicals. Biology and Detection by Spin Trapping, *New York Oxford University Press.*

- Sarica S., Ciftci A., Demir E., Kilinc K., Yildirim Y.(2005).** Use of an antibiotic growth promoter and two herbal natural feed additives with and without exogenous enzymes in wheat based broiler diets. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 35, 61–72.
- Schoene N.W., Kelly M.A., Polansky M.M., Anderson R.A., (2005).** Water soluble-polymeric polyphenols from cinnamon inhibit proliferation and alter cell cycle distribution patterns of hematologic tumor cell lines. *Cancer Lett*, 230:134-140
- Sierra, I. (1973).** Aportación al estudio del cruce Blanco Belga x Landrace: Caracteres productivos, calidad de la canal y de la carne. *I.E.P.G.E.*, 16, 43.
- Simitzis P.E, G.K. Symeon, M.A. Charismiadou, J.A. Bizelis, S.G. Deligeorgis (2010)** The effects of dietary oregano oil supplementation on pig meat characteristics *P.E. Meat Science* 84 670–676
- Simitzis P.E. , Deligeorgis S.G. , Bizelis J.A. , Dardamani A. , Theodosiou I. , Fegeros K. (2008).**Effect of dietary oregano oil supplementation on lamb meat characteristics. *Meat Science* 79 217–223
- Simitzis P. E, Feggeros K, Bizelis J. A, & Deligeorgis, S. G. (2005).** Behavioural reaction to essential oils dietary supplementation in sheep. *Biotechnology in Animal Husbandry* 21, 97–103.
- Sivropoulou A., Papanikolaou E., Nikolaou C., Kokkini S., Lanaras T., and Arsenakis M. (1996).** Antimicrobial and cytotoxic activities of Origanum essential oils. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 44:1202-1205.
- Standen M.D., Myers S.,(2004).** The roles of essential oils in the modulation of immune function inflammation: survey of aromatherapy educators. *Theinternational Journal of Aromatherapy*, 14: 150-161.
- Statistical Analysis Systems User’s Guide**, Version 9.1.3.SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Symeon G. K., Zintilas C., Ayoutanti A., Bizelis J. A., & Deligeorgis S. G. (2009b).** Effect of dietary oregano essential oil supplementation for an extensive fattening period on growth performance and breast meat quality of female medium-growing broilers. *Canadian Journal of Animal Science*, 89, 331–334
- Tabart J., Kevers C., Pincemail J., Defraigne J.-D. and. Dommes J. (2009).** Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various methods. *Food Chemistry* 113:1226-1233
- Tang S., Kerry J.P., Sheeman D., Buckley D.J. & Morrissey P.A.,(2001).** Antioxidative effect of dietary tea catechins on lipid oxidation of long-term frozen stored chicken meat. *Meat Science* ,57: 331-336.

- Tassou C.C., Nychas G.J.E., Skandamis P.N. (2004):** Herbs and Spices and Antimicrobials. In: *Handbook of Herbs and Spices*, K.V. Peter (Ed.), Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, UK pp. 22–40.
- Teixeira A., Batista S., Delfa R., & Cadavez V. (2005).** Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. *Meat Science*, 71, 530–536.
- Urso Maria L., Clarkson Priscilla M. (2003).** Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology* 189 41-54.
- Varel V.H. and Miller D.N., (2001a).** Plant-derived oils reduce pathogens and gaseous emissions from stored cattle waste. *Applied and Environmental Microbiology* 67, (3), 1366-1370.
- Varel V.H. and Miller D.N., (2001b).** Effect of carvacrol and thymol on odor emissions from livestock wastes. *Water Science and Technology* 44, (9), 143-148.
- Varel V.H., (2002).** Carvacrol and thymol reduce swine waste odor and pathogens: Stability of oils. *Current Microbiology* 44, (1), 38-43.
- Varel V.H., Miller D.N. and Lindsay A.D., (2004).** Plant oils thymol and eugenol affect cattle and swine wastes emissions differently. *Water Science and Technology* 50, (4), 207-213.
- Vaya J., and Aviram M., (2001)** Nutritional antioxidants: mechanisms of action and medical applications. *Current Medicinal Chemistry-Immunology Endocrinology and Metabolic Agents*, 99-117
- Viljoen, A.M, S. Petcar, S. F. van Vuuren, A. C. Figueiredo, L. G. Pedro & J. G. Barroso (2006)** The chemo- geographical variation in essential oil. Composition and the antimicrobial properties of “Wild Mint”- *Mentha longifolia* subsp. *polyadena* (Lamiaceae) in Southern Africa. *J. Ess. Oil Res.* 18: 60-65
- Wenk C., (2006).** Are herbs, botanicals and other related substances adequate replacements for antimicrobial growth promoters? In: Barug, D., de Jong, J., Kies, A.K., Verstegen, M.W.A. (Eds.), *Antimicrobial Growth Promoters*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, pp. 329–340.
- Werker E., (1993).** Function of essential oil secreting glandular hairs in aromatic plants of Lamiaceae - a review. *Flav. Frag. J.*, 8: 249-255
- Wohlt J.E., Fiallo J.F. and Miller M.E.(1981).** Composition of by-products of the essential- oil industry and their potential as feeds for ruminants. *Anita. Feed Sci. Technol.*, 6: 115-121.

- Yang W.Z., Ametaj B.N., Benchaar C., He M.L., Beauchemin K.A.(2010a).** Cinnamaldehyde in feedlot cattle diets: intake, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. *J. Anim. Sci.* 88,1082–1092.
- Yang W.Z., Ametaj B.N., Benchaar C., He M.L., Beauchemin K.A.(2010b).** Dose response to cinnamaldehyde supplementation in growing beef heifers: ruminal and intestinal digestion. *J. Anim. Sci.* 88, 680–688.
- Young, J. F., Stagsted, J., Jensen, S. K., Karlsson, A. H., & Henckel, P.(2003).** Ascorbic acid, a-tocopherol and oregano supplements reduce stress-induced deterioration of chicken meat quality. *Poultry Science*, 82, 1343–1351.
- Zeinali, H., K. Razmjoo & A. Arzani (2003).** Diversity among Iranian mints in relation to yield and mineral content. *Com. Soil. Sci. plant. Anal.* 34(15-16): 2203-2217
- Αρσένη Α. (1994).** “Κλινική Μικροβιολογία και Εργαστηριακή Διάγνωση Λοιμώξεων.” Τόμος 1 (Τέταρτη έκδοση) , Ζήτα Ιατρικές Εκδόσεις.
- Βολιώτης Δ (1998).** “ Οικονομική Βοτανική” δεύτερη έκδοση, Αθήνα,266 σελ
- Βουτσά, Δ.** Εργαστηριακές Σημειώσεις, Τοξικές Οργανικές Ενώσεις σε Περιβαλλοντικά Δείγματα, *Α.Π.Θ., 2001-2002, σελ. 27.*
- Δεληβόπουλος, Γ.Σ., (1994).** “Μορφολογία και Ανατομία Φυτών”. *Εκδόσεις: Α. Σιμώνη –Σ. Χατζηπάντου Ο.Ε.*
- Δημόπουλος Κ.Α. - Αντωνοπούλου Σ. (2009).** “Βασική ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ, 2^η έκδοση, με βελτιώσεις και προσθήκες”. *Εκδότες Κ.Α. Δημόπουλος - Σ. Αντωνοπούλου Έτος έκδοσης 2009, 754 σελίδες*
- Κατσής Χ.** Τα βότανα στην Τρίτη Χιλιετία και η Χρήση τους στην Οικογένεια.. *Εκδόσεις Χιλιόφυλλο, Αθήνα, 2001:80-39.*
- Λέτσας, Ν.Α. (1957).** “ΜΥΘΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ”. Τόμος ΙΙΙ. Τύποις: Μ. Τριανταφύλλου Υοί, Θεσσαλονίκη. 212 σελ
- Μητσόπουλος Ι., Τσιτουρίδης Π., Μελισσάς Α., Μητράκος Π., Χρηστάκη Ε., Ντότας Δ. (2006).** Παραγωγικά και αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά εγκύων-θηλαζουσών χοίρων στα σιτηρέσια των οποίων προστέθηκε οξική α- τοκοφερόλη ή αιθέριο έλαιο ρίγανης. *Ανακοινώθηκε στο 22ο Ετήσιο Επιστημονικό Συνέδριο της Ελληνικής Ζωοτεχνικής Εταιρίας (Ε.Ζ.Ε.), που πραγματοποιήθηκε στη Σπάρτη 4-6 Οκτωβρίου 2006. Ειδική Έκδοση, Τεύχος 31, 75-76, Δεκέμβριος 2006*
- Μπαζαίος Κ. (1990).** 100 Βότανα 1000 Θεραπείες. *Εκδόσεις Nuticare AE, Αθήνα:185-187*
- Πολυσίου, Μ. (επιμέλεια) 2002.** “Επενδυτικές δυνατότητες στον τομέα αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα”. *Υ.Ε.Ο., Γ.Π.Α., Αθήνα. 218 σελ.*

Σκρουμπής Β., (1985). “Αρωματικά φυτά και αιθέρια έλαια”. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις OFFSET Γιαχούδη-Γιαχούδη Ο.Ε. 10-15, 27-32, 53-56, 64-136.

Σκούφος Ι.,(2005). **Βιοεκτροφές και βιοτρόφιμα.** “Από την υγεία των ζώων, στην υγεία του ανθρώπου”.1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Τεχνολογίας Ζωικής Παραγωγής, σελ. 29-40

Τσίνας Α., Κ. Κυριάκης, Κ. Αλεξόπουλος, Κ. Σαουλίδης (1999). **Use of Oregano essential oils in swine nutrition.** *Εις: Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Κτηνιατρικού Συνεδρίου: «Ζωική παραγωγή και κτηνιατρική τεχνική διατροφής αγροτικών ζώων –χοίροι»*

- **W1=<http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodborneIllness/FoodborneIllness/FoodbornePathogensNaturalToxins/BadBugBook/ucm069966.htm>**
- **W2=<http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodborneIllness/FoodborneIllness/FoodbornePathogensNaturalToxins/BadBugBook/ucm070064.htm>**
- **W3=<http://www.muralimanohar.com/Ayurveda.htm>**