



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

**<<ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ
ΕΛΑΙΩΝ ΜΟΣΧΟΛΕΜΟΝΟΥ (*Citrus Aurantifolia*) ΚΑΙ
ΡΙΓΑΝΗΣ (*Origanum Vulgare*) ΣΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ
ΧΟΙΡΙΝΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ>>**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΖΕΛΚΑ ΕΙΡΗΝΗ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2017

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

<<ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ
ΕΛΑΙΩΝ ΜΟΣΧΟΛΕΜΟΝΟΥ(*Citrus Aurantifolia*) ΚΑΙ
ΡΙΓΑΝΗΣ (*Origanum Vulgare*) ΣΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ
ΧΟΙΡΙΝΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ>>



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΖΕΛΚΑ ΕΙΡΗΝΗ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:
Γ.ΖΑΚΙΝΘΥΝΟΣ(ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)
Ι.ΣΠΗΛΙΟΠΟΥΛΟΣ
Φ.ΚΟΥΤΡΟΥΜΠΗΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οφείλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ζακινθινό Γεώργιο για την πολύτιμη καθοδήγηση του. Επιπλέον, ευχαριστώ θερμά την οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση που μου παρείχε σε όλα τα χρόνια φοίτησης μου στο ΤΕΙ Πελοποννήσου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το χοιρινό κρέας είναι ένα ιδιαίτερα ευπαθές προϊόν. Οι τεχνολογίες συντήρησης είναι σημαντικές για την διατήρηση της ασφάλειας και της ποιότητας του. Η επιδίωξη των φυσικών προϊόντων ως συντηρητικά κρέατος έχει επικεντρωθεί σε μεγάλο βαθμό σε ουσίες που λαμβάνονται από φυτικά υλικά όπως τα αιθέρια έλαια. Από την χρήση αιθέριων ελαίων ως συντηρητικά έχουν ταυτοποιηθεί οφέλη όπως, αντιμικροβιακή δράση, αντιοξειδωτική δράση και παράταση διάρκειας ζωής.

Στην παρούσα εργασία, μελετήθηκε η συμβολή των αιθέριων ελαίων Lime(Citrus aurantifolia), ρίγανης(Origanum vulgare)μεμονωμένα και σε συνδυασμό με ελαιόλαδο με σκοπό την παρατήρηση της συντήρησης χοιρινού κρέατος σε διαφορετικές συνθήκες ψύξης για 7 ημέρες κρέας. Πραγματοποιήθηκαν δύο πειράματα. Στο πρώτο πείραμα, συγκρίθηκε το pH των δειγμάτων με το pH μάρτυρα σε συνθήκες ψύξης με θερμοκρασία 7°C. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το pH του μάρτυρα από την 3^η μέρα είχε αυξηθεί περισσότερο από τα υπόλοιπα δείγματα αλλά παρ' όλα αυτά, όλα τα δείγματα είχαν αυξημένες τιμές pH. Μέχρι την 7^η μέρα, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά όλων των δειγμάτων είχαν πλήρως αλλοιωθεί, το pH των δειγμάτων είχε αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό κι έτσι ευνοείται η ανάπτυξη μικροοργανισμών που ευδοκιμούν σε θερμοκρασίες 0-10°C και συμβάλλουν στο σχηματισμό μεταμυοσφαιρίνης και ανάπτυξης καστανού χρώματος στο κρέας. Στο δεύτερο πείραμα, τα δείγματα χοιρινού κρέατος εμβαπτίστηκαν εξίσου σε διαλύματα αιθέριων ελαίων και ελαιόλαδου και σε διαλύματα μόνο με αιθέρια έλαια. Συγκρίθηκε το pH τους με το pH μάρτυρα σε συνθήκες ψύξης με θερμοκρασία 0-3°C με σχετική υγρασία 85-90% την 3^η, 5^η και 7^η μέρα. Τα αποτελέσματα την 3^η, 5^η και 7^η ημέρα έδειξαν ότι το pH των δειγμάτων με διαλύματα αιθέριων ελαίων και ελαιόλαδο και διαλύματα μόνο με αιθέρια έλαια ήταν πολύ χαμηλότερο από το pH του μάρτυρα. Οι αντιμικροβιακές ιδιότητες των αιθέριων και του ελαιόλαδου εμποδίζουν την ανάπτυξη παθογόνων βακτηρίων που αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες 0-5°C. Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των αιθέριων ελαίων και του ελαιόλαδου επιβραδύνουν την απώλεια χρώματος στο κρέας και διατηρούν το κόκκινο χρώμα καθυστερώντας τον σχηματισμό καστανού χρώματος.

Λέξεις κλειδιά: αιθέρια έλαια, συντήρηση, ιδιότητες

ABSTRACT

Pork is a very delicate product. The conservative technologies are important for the preservation of the security and the quality of the product. The purpose of the natural products as meat additives has been focused in a great degree in substances that are received by natural materials like essences. From the usage of the essences as preservatives benefits as antimicrobial activity, antioxidant activity and extended life duration have been identified.

In this paper, the contribution of the essences Lime(*Citrus aurantifolia*), oregano(*Origanum vulgare*) has been studied individually and in combination with olive oil with purpose of the observation of meat's preservation in different freeze circumstances for 7 days. Two experiments took place. In the first experiment the pH of samples were compared to the pH of "witness" in freeze circumstances with a temperature of 7 degrees. The result have shown that the pH of "witness" after the third day had been increased more than the others samples, however all the samples had increased pH's rate. Until the 7th day the quality characteristics of all the samples had been fully altered, the pH of samples had been increased in a great degree as a result of that, the development of microorganisms is favored and these microorganisms survive in temperatures 0-10°C, contribute in the formation of metamyosferin and develop the brown color in meat. In the second experiment, the samples of pork meat were dipped equally in essences and olive oil solutions and in solutions only with essences. Their pH was compared with pH of "witness". In freeze circumstances of 0-3°C with relative humidity 85-90% the third, fifth and seventh day. The results of the third, fifth and seventh day showed that the pH of the samples which are either essences and olive oil solutions or just solutions with essences were lower than the "witness" pH . The antimicrobial properties of essences and olive oil stop the growth of pathogenic bacteria that grow in temperature of 0-5°C. The antioxidant properties of the essences and olive oil slow down the loss of color in meat and preserve the red color delaying the formation of brown color .

Key words: essential oils, preservation, capacities

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
Α' ΜΕΡΟΣ	12
1.ΚΡΕΑΣ	12
1.2 ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΡΕΑΤΟΣ	13
1.2.1 ΞΗΡΑΝΣΗ.....	13
1.2.2 ΚΑΠΝΙΣΜΑ	14
1.2.3 ΑΛΑΤΙΣΜΑ	14
1.2.4 ΨΥΞΗ.....	16
1.2.5 ΚΑΤΑΨΥΞΗ	17
1.2.6 ΙΟΝΙΖΟΥΣΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ.....	19
1.2.7 ΧΗΜΙΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΑ ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΑ.....	20
1.2.8 ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ(ΗΗΡ)	21
1.2.9 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΣΕ ΚΕΝΟ ΑΕΡΟΣ	22
1.2.10 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΣΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ.....	22
1.2.11 ΕΝΕΡΓΟΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ.....	22
1.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΟΙΡΙΝΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ.....	24
1.3.1 ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΧΟΙΡΙΝΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ	24
1.3.2 ΤΟ pH ΤΟΥ ΧΟΙΡΙΝΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ	28
1.3.3 ΤΟ ΧΡΩΜΑ ΤΟΥ ΧΟΙΡΙΝΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ.....	29
2. ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ	32
2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	30
2.2 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ.....	30
2.3 ΤΡΟΠΟΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ.....	31
2.4 ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ ΣΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ.....	36
2.4.1 ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΙΔΙΟΤΗΤΑ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΣΤΟ ΚΡΕΑΣ.....	37
2.4.2 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΣΤΟ ΚΡΕΑΣ.....	38
2.4.3 ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΡΙΓΑΝΗΣ ΣΤΟ ΧΟΙΡΙΝΟ ΚΡΕΑΣ	39

2.4.4 ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ LIME ΣΤΟ ΧΟΙΡΙΝΟ ΚΡΕΑΣ.....	42
3.ΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ ΩΣ ΦΥΣΙΚΟ ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΟ ΓΙΑ ΤΟ ΚΡΕΑΣ.....	44
3.1 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ.....	44
3.2 ΒΑΚΤΗΡΙΟΚΤΟΝΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ	47
Β'ΜΕΡΟΣ.....	49
1. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	49
1.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	49
1.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	56
1.2.1ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΛΑΙΩΝ ΣΤΟ ΡΗ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΧΟΙΡΙΝΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ.....	57
1.2.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΡΗ ΣΤΟ ΧΡΩΜΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΥΦΗ ΤΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ.....	71
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	87
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	90

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.....	24
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.....	26
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.....	27
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.....	30
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.....	58
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.....	61
ΠΙΝΑΚΑΣ 7.....	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 8.....	63
ΠΙΝΑΚΑΣ 9.....	64
ΠΙΝΑΚΑΣ 10.....	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 11.....	67
ΠΙΝΑΚΑΣ 12.....	68
ΠΙΝΑΚΑΣ 13.....	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 14.....	70

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 Συσκευή υδροαπόσταξης.....	52
Εικόνα 2 Απόσταγμα αιθέριου ελαίου Lime.....	53
Εικόνα 3 Εκχύλιση με διαχωριστική χοάνη ελαίου Lime.....	53
Εικόνα 4 Αραίωση 5ml Lime σε 100ml ελαιόλαδο.....	54
Εικόνα 5 Αραίωση 5ml Lime σε 100ml ελαιόλαδο.....	55
Εικόνα 6 Αραίωση 5ml ρίγανης σε 100ml ελαιόλαδο.....	55
Εικόνα 7 Αραίωση 5ml ρίγανης σε 100ml ελαιόλαδο.....	56
Εικόνα 8 Εμβαπτισμένα δείγματα φιλέτου χοιρινού	57
Εικόνα 9 Δείγμα χοιρινού κρέατος πριν την εμβάπτιση	73
Εικόνα 10 Δείγμα μάρτυρα μετά την εμβάπτιση.....	73
Εικόνα 11 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε(εμπορίου) Lime με ελαιόλαδο.....	74
Εικόνα 12 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε αιθέριο έλαιο Lime με ελαιόλαδο.....	74
Εικόνα 13 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε αιθέριο έλαιο Lime	75
Εικόνα 14 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε (εμπορίου) ρίγανης και ελαιόλαδο	75
Εικόνα 15 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης με ελαιόλαδο	76
Εικόνα 16 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης.....	76
Εικόνα 17 Δείγμα κρέατος σε α.ε (εμπορίου)Lime και ελαιόλαδο μετα απο 3 μέρες συντήρησης	77
Εικόνα 18 Δείγμα κρέατος σε α.ε Lime και ελαιόλαδο μετα απο 3 μέρες συντήρησης.....	77
Εικόνα 19 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε Lime μετά απο 3 μέρες συντήρησης.....	78
Εικόνα 20 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε(εμπορίου) ρίγανης και ελαιόλαδο μετα από 3 μέρες συντήρησης.....	78
Εικόνα 21 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης και ελαιόλαδο μετά από 3 μέρες συντήρησης	79
Εικόνα 22 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης μετά από 3 μέρες συντήρησης ..	79
Εικόνα 23 Μάρτυρας μετά απο 3 μέρες συντήρησης.....	80
Εικόνα 24 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε (εμπορίου) Lime και ελαιόλαδο μετά απο 5 μέρες συντήρησης.....	81
Εικόνα 25 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε Lime και ελαιόλαδο μετά απο 5 μέρες συντήρησης	81
Εικόνα 26 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε Lime	82
Εικόνα 27 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε(εμπορίου) ρίγανης και ελαιόλαδο	82
Εικόνα 28 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης και ελαιόλαδο.....	83
Εικόνα 29 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης.....	83
Εικόνα 30 Μάρτυρας στις 5 μέρες συντήρησης.....	84
Εικόνα 31 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε(εμπορίου)Lime και ελαιόλαδο μετά απο 7 μέρες συντήρηση	85
Εικόνα 32 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε Lime και ελαιόλαδο μετά από 7 μέρες συντήρησης	85
Εικόνα 33 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε Lime ,μετά απο 7 μέρες συντήρησης.....	85
Εικόνα 34 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε(εμπορίου) ρίγανης και ελαιόλαδο μετά απο 7 μέρες συντήρησης.....	86
Εικόνα 35 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης και ελαιόλαδο μετά απο 7 μέρες συντήρησης	86
Εικόνα 36 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης μετά απο 7 μέρες συντήρησης ..	87
Εικόνα 37 Μάρτυρας μετά απο 7 μέρες συντήρησης.....	87

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το χοιρινό κρέας είναι ένα ιδιαίτερα ευπαθές προϊόν. Η διαφορετική σύνθεση του καθιστά ένα ιδανικό περιβάλλον για την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό μικροοργανισμών προκαλώντας αλλοίωση στο κρέας. Οι τεχνολογίες συντήρησης είναι σημαντικές για την διατήρηση της ασφάλειας και της ποιότητας του κρέατος. Οι διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για την συντήρηση του αφορούν την αναστολή της μικροβιακής αλλοίωσης και την ελαχιστοποίηση βλαπτικών αλλαγών όπως το χρώμα, η φρεσκάδα και η υφή.

Στη σημερινή εποχή διαπιστώνεται μια έντονη στροφή και αναζήτηση των καταναλωτών για φυσικά και περισσότερο φιλικά ως προς το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία, προϊόντα. Οι χημικές ουσίες που προστίθενται στο κρέας, είτε ως συντηρητικά είτε ως πρόσθετα είτε ως ενισχυτές γεύσης απωθούν ολοένα και περισσότερο το καταναλωτικό κοινό εξαιτίας των επιπτώσεων που προκαλούν στην υγεία. Η επιδίωξη των φυσικών προϊόντων ως συντηρητικά κρέατος έχει επικεντρωθεί σε μεγάλο βαθμό σε ουσίες που λαμβάνονται από φυτικά υλικά όπως τα αιθέρια έλαια. Αρκετά οφέλη από την χρήση αιθέριων ελαίων ως συντηρητικά έχουν ταυτοποιηθεί όπως βελτίωση της γεύσης, του αρώματος, αντιμικροβιακή δράση, αντιοξειδωτική δράση, παράταση διάρκειας ζωής. Έχουν διεξαχθεί μελέτες για τις ιδιότητες αιθέριων ελαίων όπως το δενδρολίβανο, το σκόρδο, το φασκόμηλο, η ρίγανη στο κρέας και παρατηρήθηκαν θετικά αποτελέσματα στην συντήρηση του. Οι αντιβακτηριακές ιδιότητες των αιθέριων ελαίων αποδίδονται σε ουσίες όπως είναι η θυμόλη, η καρβακρόλη, η ευγενόλη, καρβόνη, κινναμαλδεύδη, α-πινένιο, κινεόλη, λιμονένιο, λιναλοόλη. Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα των αιθέριων ελαίων των φρούτων και λαχανικών αποτελείται από συγκεντρώσεις ασκορβικού οξέος (βιταμίνη C), α-τοκοφερόλη (βιταμίνη E), β-καροτένιο (βιταμίνη), διάφορα φλαβονοειδή και άλλες φαινολικές ενώσεις.

Στην παρούσα εργασία, μελετήθηκε η συμβολή των αιθέριων ελαίων Lime (*Citrus aurantifolia*), ρίγανης (*Origanum vulgare*) μεμονωμένα και σε συνδυασμό με ελαιόλαδο με σκοπό την παρατήρηση της συντήρησης χοιρινού κρέατος σε διαφορετικές συνθήκες ψύξης για 7 ημέρες. Πραγματοποιήθηκαν δύο πειράματα για να αξιολογηθεί η δράση

των ελαίων στο pH του κρέατος , στις διαφορετικές συνθήκες ψύξης και κατ' επέκταση στο χρώμα και την υφή του κρέατος.

Α΄ ΜΕΡΟΣ

1.ΚΡΕΑΣ

1.1 ΚΡΕΑΣ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΚΡΕΑΤΟΣ

Ως κρέας ορίζονται τα εδώδιμα μέρη των ζώων που αναφέρονται στα σημεία 1.2 έως 1.8(κατοικίδια οπληφόρα, πουλερικά, λαγόμορφα ,άγρια θηράματα, εκτρεφόμενα θηράματα, μικρά άγρια θηράματα, μεγάλα άγρια θηράματα), συμπεριλαμβανομένου του αίματος.

Ως νωπό κρέας ορίζεται τα τμήματα των σφαγίων των θερμόαιμων ζώων και πτηνών, που είναι κατάλληλα για τη διατροφή του ανθρώπου, σύμφωνα με τις εκάστοτε ισχύουσες διατάξεις, και τα οποία διατίθενται στην κατανάλωση όπως είναι χωρίς καμία επεξεργασία, εκτός από τον τεμαχισμό και την ψύξη.

Ως καταψυγμένο κρέας ορίζεται, το νωπό κρέας το οποίο, το ταχύτερο δυνατό μετά την επεξεργασία και την προετοιμασία του, έχει υποστεί την επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών, ώστε η εσωτερική του θερμοκρασία να κατέλθει στο συντομότερο δυνατό χρόνο, στο κέντρο της μυϊκής μάζας, κάτω από τους -12°C , στη συνέχεια δε συντηρείται σε ψυκτικό θάλαμο σε θερμοκρασία ίση ή κατώτερη αυτής.

Ως σφάγιο ορίζεται το σώμα ζώου μετά τη σφαγή και τον καθαρισμό.

Τα εκτρεφόμενα είδη των θερμόαιμων ζώων, τα οποία αποτελούν και την κύρια πηγή κρέατος για τις αναπτυγμένες χώρες, είναι τα βοοειδή, οι χοίροι, τα πρόβατα και οι αίγες, ενώ τα εκτρεφόμενα πουλερικά είναι οι όρνιθες, οι γαλοπούλες, οι πάπιες και οι χήνες. Το βοδινό/μοσχαρίσιο, το χοιρινό και το αιγοπρόβειο κρέας χαρακτηρίζονται ως ερυθρά κρέατα, ενώ το κρέας των πουλερικών ως λευκό κρέας. Ωστόσο σε διάφορες χώρες του κόσμου πηγή κρέατος αποτελούν και άλλα είδη εκτρεφόμενων ή μη ζώων, ανάλογα με τις τοπικές συνήθειες. Το κρέας του αλόγου και του ελαφιού καταναλώνεται από ορισμένους λαούς της Ευρώπης, της φώκιας και της πολικής αρκούδας από τους Εσκιμώους, του ρινόκερου, του ιπποπόταμου και του ελέφαντα από φυλές της Κεντρικής Αφρικής και το

καγκουρό από αυτόχθονες της Αυστραλίας. Άλλα είδη ζώων τα οποία εκτρέφονται για το κρέας τους είναι το βουβάλι, το κουνέλι και το ελάφι, η πέρδικα, ο φασιανός.

1.2 ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΡΕΑΤΟΣ

Το νωπό κρέας είναι ένα ιδιαίτερα ευπαθές προϊόν λόγω της βιολογικής του σύνθεσης. Μια σειρά αλληλένδετων παραγόντων επηρεάζουν την διάρκεια ζωής και την διατήρηση ποιότητας του κρέατος όπως η θερμοκρασία, το ατμοσφαιρικό οξυγόνο (O₂), τα ενδογενή ένζυμα, η υγρασία, το φώς και το σημαντικότερο οι μικροοργανισμοί. Όλοι αυτοί οι παράγοντες είτε μόνοι τους είτε σε συνδυασμό, οδηγούν σε επιζήμιες αλλαγές στο χρώμα, την οσμή, την υφή και την γεύση του κρέατος. Επιπλέον, η διαφορετική θρεπτική σύνθεση του κρέατος καθιστά ένα ιδανικό περιβάλλον για την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό μικροοργανισμών και συχνά παθογόνων, προκαλώντας την αλλοίωση του κρέατος.

Επομένως, οι τεχνολογίες συντήρησης είναι σημαντικές για την διατήρηση της ασφάλειας και της ποιότητας του κρέατος. Οι διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για την συντήρηση του κρέατος αφορούν πρώτα απ' όλα την αναστολή της μικροβιακής αλλοίωσης αλλά και την ελαχιστοποίηση βλαβερών αλλαγών όπως οξειδωτικές αλλαγές και το χρώμα. Παραδοσιακοί μέθοδοι που έχουν χρησιμοποιηθεί για χιλιάδες χρόνια για την συντήρηση του κρέατος είναι η ξήρανση στον άνεμο, το αλάτισμα και το κάπνισμα. Επίσης, μέθοδοι συντήρησης αποτελούν η ψύξη, η κατάψυξη, η ιονίζουσα ακτινοβολία τα χημικά συντηρητικά, τα φυσικά συντηρητικά, η υψηλή υδροστατική πίεση, η συσκευασία κενού, η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP) και ενεργός συσκευασία.

1.2.1 ΞΗΡΑΝΣΗ

Η ξήρανση του άπαχου κρέατος κάτω από φυσικές συνθήκες έχει πραγματοποιηθεί για αιώνες. Εξακολουθεί να είναι μια δημοφιλής μέθοδος σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες, ιδίως όταν δεν υπάρχει ψυκτική αλυσίδα. Η ξήρανση μπορεί να γίνει για το μοναδικό σκοπό της συντήρησης του κρέατος, αλλά μπορεί επίσης να είναι ένα από τα διάφορα στάδια επεξεργασίας κατά την παρασκευή προϊόντων με βάση το κρέας.

Τα κομμάτια του κρέατος κόβονται σε ένα συγκεκριμένο ομοιόμορφο σχήμα που επιτρέπει τη σταδιακή και ίση ξήρανση ολόκληρων των παρτίδων κρέατος. Η μείωση της περιεκτικότητας σε υγρασία επιτυγχάνεται με τη συνεχή μετανάστευση του νερού από τα

βαθύτερα στρώματα του κρέατος στην περιφερική ζώνη του και την εξάτμιση από εκεί στην ατμόσφαιρα.

Κατά τη ξήρανση στο κρέας δεν έχουμε απώλειες στα θρεπτικά συστατικά παρ' όλα αυτά η εξάτμιση και η απώλεια βάρους κατά την ξήρανση επιφέρει αλλαγές στο σχήμα του κρέατος. Τα κομμάτια του κρέατος γίνονται μικρότερα, λεπτότερα και σε κάποιο βαθμό ζαρωμένα και με πιο σκούρο χρώμα. Η υφή αλλάζει επίσης από μαλακά σε σφικτή έως σκληρή.

1.2.2 ΚΑΠΝΙΣΜΑ

Το κάπνισμα γίνεται με την τοποθέτηση του κρέατος μέσα σε ειδικούς θαλάμους όπου λόγω της καύσης των ξύλων σχηματίζεται πυκνός καπνός, τα τεμάχια του κρέατος εκτίθενται στο θερμό αυτό καπνό για μεγάλο ή βραχύτερο χρονικό διάστημα. Λόγω του θερμού καπνού η επιφανειακή στοιβάδα ξηραίνεται και αποβάλλει μεγάλη ποσότητα νερού. Ο καπνός περιέχει μια σειρά υλών οι οποίες δρουν καταστρεπτικά για τους μικροοργανισμούς. Έτσι θανατώνονται όχι μόνο αυτοί που υπάρχουν ήδη στην ξηρή επιφάνεια αλλά και οι μεταγενέστεροι μικροοργανισμοί. Με το κάπνισμα δεν συμβαίνει πλήρη θανάτωση αυτών των μικροοργανισμών εμποδίζεται όμως σημαντικά η ανάπτυξη τους. Το κάπνισμα έχει αρνητική επίδραση στην γεύση και την οσμή. Κατά συνέπεια, η μέθοδος αυτή θεωρείται ως μέτρο έκτακτης ανάγκης, όταν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν άλλες μέθοδοι.

1.2.3 ΑΛΑΤΙΣΜΑ

Η ταρίχευση του κρέατος υλοποιείται με την τοποθέτηση του κρέατος μέσα σε διάλυμα μαγειρικού αλάτος (10 -25 %) ή με την τριβή του κρέατος με αλάτι και τοποθέτηση των τεμαχίων του κρέατος σε βαρέλια.

Η ικανότητα συγκράτησης του νερού του κρέατος μπορεί να αυξηθεί με την προσθήκη αλατιού σε συγκέντρωση έως και περίπου 5% σε άπαχο κρέας και στη συνέχεια μειώνεται συνεχώς. Σε μια συγκέντρωση περίπου 11% στο κρέας, η ικανότητα δέσμευσης νερού είναι στο ίδιο επίπεδο με το φρέσκο ανάλατο κρέας. Η ικανότητα του χλωριούχου νατρίου να καταστρέφει τους μικροοργανισμούς είναι μικρή. Δεσμεύει το νερό όμως και στερεί από το κρέας την υγρασία του. Το "ελεύθερο" νερό προσελκύεται από τα ιόντα νατρίου

και χλωρίου προκαλώντας μείωση της ενεργότητας του νερού (a_w) του προϊόντος. Αυτό σημαίνει ότι λιγότερο νερό θα είναι διαθέσιμο και το περιβάλλον θα είναι λιγότερο ευνοϊκό για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Τα βακτήρια δεν αναπτύσσονται σε δραστηριότητα νερού κάτω από 0,91 το οποίο αντιστοιχεί σε ένα διάλυμα 15 g NaCl / 100 ml νερού ή περίπου 15% αλάτι στο προϊόν. Τα στοιχεία αυτά εξηγούν το πώς το αλάτι λειτουργεί ως συντηρητικό του κρέατος.

1.2.4 ΨΥΞΗ

Από τους πρώιμους πολιτισμούς, η αποθήκευση των ευπαθών προϊόντων όπως το κρέας πραγματοποιούνταν σε φυσικές σπηλιές όπου η θερμοκρασία ήταν σχετικά χαμηλή. Η ψύξη είναι κρίσιμης σημασίας για την υγιεινή του κρέατος, την ασφάλεια, την διάρκεια ζωής και την εμφάνιση. Κατά την ψύξη μειώνεται η θερμοκρασία του σφάγιου από τους 38°C σε θερμοκρασίες μικρότερες από τους 7°C και στη συνέχεια το κρέας διατηρείται σε θερμοκρασίες υψηλότερες από το σημείο πήξης του κρέατος (-1,5°C έως -2°C). Η ψύξη επιβραδύνει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών, καθώς και τον ρυθμό των φυσικοχημικών και βιοχημικών μεταβολών που συμβαίνουν στο κρέας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να επιμηκύνεται η διάρκεια συντήρησης ενώ ταυτόχρονα διατηρούνται τα χαρακτηριστικά του νωπού προϊόντος.

Οι μέθοδοι ψύξης των σφαγίων για την συντήρησή τους είναι οι εξής :

- Ταχεία ψύξη(quick chilling): Τα σφάγια οδηγούνται σε ψυκτικούς θαλάμους με θερμοκρασία -1°C έως + 2°C όπου κυκλοφορεί ψυχρός αέρας με σχετική υγρασία 85-90% και ταχύτητα 2-4m/sec. Κάτω από τις συνθήκες αυτές τα σφάγια αποκτούν στον πυρήνα τους θερμοκρασία 4°C μέσα σε 12-24 ώρες. Οι απώλειες βάρους κατά την ψύξη αυτή είναι 0,7-1,0 %. Η ταχεία ψύξη του σφάγιου αυξάνει την απόδοση του προϊόντος λόγω της χαμηλότερης εξάτμισης από την επιφάνεια, ενώ η ταχεία ξήρανση της επιφάνειας του σκελετού βοηθά στην μείωση ανάπτυξης βακτηριδίων.
- Υπερταχεία ψύξη(shock chilling): Το σφάγιο ψύχεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο (δραστική ψύξη) χρησιμοποιείται ψυχρός αέρας με σχετική υγρασία 90%, ταχύτητα κυκλοφορίας αέρα 1-4 m/sec και θερμοκρασία χαμηλότερη από το σημείο πήξης. Ειδικότερα για τα βοδινά, η θερμοκρασία κυμαίνεται από -3°C έως -5°C και για τα χοιρινά -5°C έως -8°C. Μόλις η θερμοκρασία στην επιφάνεια των σφαγίων φθάνει στο σημείο πήξης(περίπου -1,5°C) αρχίζει το δεύτερο στάδιο(παθητική ψύξη). Στο στάδιο αυτό, η θερμοκρασία στο θάλαμο ψύξης διατηρείται στους 0 °C , η σχετική υγρασία στο 90% και η ταχύτητα κυκλοφορίας του αέρα μειώνεται σε 0,1-0,3m/sec. Με την μέθοδο αυτή τα σφάγια αποκτούν στον πυρήνα τους θερμοκρασία 4°C σε 8-18 ώρες. Η υπερταχεία ψύξη δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για τη μεταφορά και επεξεργασία του κρέατος.

Συντηρούνται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και η επιφάνεια τους διατηρεί καλύτερα τα χαρακτηριστικά του νωπού κρέατος. Επίσης, επιβραδύνεται σημαντικά η ανάπτυξη μικροοργανισμών που έχουν μολύνει το σφάγιο λόγω της ικανοποιητικής μείωσης της θερμοκρασίας και ξήρανσης της επιφάνειας του σφάγιου.

- Ψύξη με ψεκασμό(spray chilling): Στη μέθοδο αυτή, το σφάγιο ψεκάζεται για 8 έως 30 sec ανά διαστήματα 15 έως 30 min με ψυχρό νερό θερμοκρασίας 2-3°C .Η διαδικασία αυτή διαρκεί 8-12 ώρες και μπορεί να ενισχύσει την οξυγόνωση της επιφάνειας της μυοσφαιρίνης χωρίς αύξηση μεταμυοσφαιρίνης διατηρώντας έτσι μια φωτεινή εμφάνιση και την εξάλειψη της απώλειας βάρους. Ωστόσο, υπάρχει κίνδυνος να παραμείνει υγρή η επιφάνεια του σφάγιου και να αναπτυχθούν μικροοργανισμοί.

1.2.5 ΚΑΤΑΨΥΞΗ

Στην κατάψυξη, η θερμοκρασία του κρέατος μειώνεται σε χαμηλότερη του σημείου πήξης (-1,5 έως -2°C), κατά κανόνα χαμηλότερες από -18°C .Η μετατροπή του νερού σε παγοκρυστάλλους κατά την κατάψυξη έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της ενεργότητας του νερού, η οποία σε συνδυασμό με τις χαμηλές θερμοκρασίες συμβάλλει στην συντήρηση του κρέατος. Η μέθοδος αυτή επιβραδύνει την δράση των ενζύμων και αναστέλλει την ανάπτυξη μικροοργανισμών για όσο διάστημα το κρέας συντηρείται σε θερμοκρασία μικρότερη από -18°C .

Η διάρκεια συντήρησης του κρέατος υπό κατάψυξη χωρίς συσκευασία εξαρτάται από το είδος του κρέατος και τη θερμοκρασία συντήρησης του. Προϋπόθεση για καλή διατήρηση του κρέατος είναι η σταθερή θερμοκρασία και το απόλυτο σκοτάδι και η προστασία από ξένες οσμές. Ο ρυθμός κατάψυξης εξαρτάται από τον όγκο του κρέατος, τις θερμικές ιδιότητες(π.χ ειδική θερμότητα, θερμική αγωγιμότητα, θερμοκρασία ψυκτικού περιβάλλοντος)

Οι μέθοδοι συντήρησης του κρέατος με κατάψυξη είναι οι εξής :

- Κατάψυξη με ρεύμα ψυχρού αέρα: Αποτελεί ευρύτατα διαδεδομένη μέθοδος. Στις μεγάλες βιομηχανίες, η κατάψυξη μεγάλων ποσοτήτων κρέατος γίνεται σχεδόν αποκλειστικά με ρεύμα ψυχρού αέρα βεβιασμένης κυκλοφορίας θερμοκρασίας -30°C έως -45°C με μέση ταχύτητα 3-6

m/sec. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα κυκλοφορίας του αέρα, τόσο μεγαλύτερος ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας. Έκθεση όμως του κρέατος σε αέρα με χαμηλή θερμοκρασία και υψηλή ταχύτητα κυκλοφορίας, επιφέρει σημαντικές απώλειες υγρασίας. Επίσης, είναι να δυνατόν να σχηματιστούν στις ακάλυπτες επιφάνειες του κρέατος κηλίδες που χαρακτηρίζονται ως εγκαύματα κατάψυξης. Ο σχηματισμός των κηλίδων, οφείλεται στην εξάχνωση των παγοκρυστάλλων από την επιφάνεια που δημιουργεί θύλακες αέρα που διασκορπούν το φως που προσπίπτει σε αυτούς και δημιουργούν ανοιχτές αποχρώσεις.

- Κατάψυξη δια επαφής με ψυχρή επιφάνεια: Η μέθοδος αυτή λαμβάνει χώρα με την τοποθέτηση του κρέατος μεταξύ οριζόντιων ή κατακόρυφων διπλότοιχων μεταλλικών πλακών στο εσωτερικό των οποίων κυκλοφορεί ψυκτικό υγρό. Οι θερμοκρασίες κατάψυξης κυμαίνονται μεταξύ -10°C και -30°C και ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας είναι ελαφρώς μεγαλύτερος από την κατάψυξη σε ρεύμα ψυχρού αέρα. Βασική προϋπόθεση αυτής της μεθόδου είναι η άμεση επαφή του κρέατος με τις μεταλλικές πλάκες, οι οποίες πρέπει να διατηρούνται ελεύθερες από αποθέσεις πάγου.
- Κατάψυξη με ψυκτικά υγρά: Η μέθοδος αυτή γίνεται με την βύθιση του κρέατος στα ψυκτικά υγρά ή τον ψεκασμό του με αυτά. Τα α ψυκτικά υγρά που χρησιμοποιούνται είναι η γλυκερόλη, η γλυκόλη, μείγματα γλυκερόλης και αλκοόλης ή προπυλενίου με νερό και διαλύματα χλωριούχου νατρίου, τα οποία όμως είναι διαβρωτικά. Τα ψυκτικά υγρά έχουν χαμηλό ιξώδες, χαμηλό σημείο πήξης και δεν είναι τοξικά. Η κατάψυξη με ψυκτικά υγρά χαρακτηρίζεται για τον υψηλό συντελεστή μεταφοράς θερμότητας και προτιμάται για κρέας με ακανόνιστο σχήμα και εφαρμόζεται σχεδόν αποκλειστικά για τα πουλερικά. Η δημιουργία μικρών παγοκρυστάλλων στην επιφάνεια του πουλερικού προσδίδει σε αυτό λευκότερο χρώμα. Βασική προϋπόθεση για τη μέθοδο αυτή, αποτελεί η προσυσκευασία του προϊόντος σε πλαστικές μεμβράνες, ώστε το προϊόν να μην έρχεται σε επαφή με το ψυκτικό υγρό.
- Κατάψυξη με κρυογενή μέσα: Γίνεται με επαφή του κρέατος με ουσίες οι οποίες μεταβάλλουν την φυσική κατάσταση στην οποία ανήκουν. Τα συνηθέστερα κρυογενή μέσα είναι το υγρό άζωτο, το οποίο μετατρέπεται από υγρό σε αέριο και το στερεό διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο με

εξάχνωση μετατρέπεται σε αέριο. Η κρυογονική κατάψυξη προσφέρει ταχύτερους ρυθμούς ψύξης σε σχέση με την συμβατική δέσμευση του αέρα λόγω των μεγάλων διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ κρέατος και κρυογόνου μέσου. Η μέθοδος αυτή δεν απαιτεί μηχανολογικό εξοπλισμό ψύξης. Απλά μια δεξαμενή κρυογόνου με κατάλληλο εξοπλισμό ψεκασμού. Ωστόσο, μπορεί να συμβεί παραμόρφωση του σχήματος του προϊόντος και έχει αντίκτυπο στην εμπορική εφαρμογή. Γι αυτό ενδείκνυται για προϊόντα μικρού μεγέθους όπως μπριζόλες, τεμάχια πουλερικών.

1.2.6 ΙΟΝΙΖΟΥΣΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η πρώτη σχετική έρευνα εμφανίστηκε στη Σουηδία το 1914, με θέμα τις εφαρμογές της στην συντήρηση σε φρούτα και λαχανικά (κυρίως στη φράουλα). Το 1931, η μέθοδος εφαρμόστηκε στην Αμερική για τη εξυγίανση του χοιρινού κρέατος από το παράσιτο *Tricinella spiralis*, ενώ το 1930, εκδόθηκε στη Γαλλία η πρώτη άδεια ευρεσιτεχνίας για την συντήρηση των τροφίμων με την χρήση ακτινοβολιών. Έκτοτε, η εξέλιξη της μεθόδου ήταν ταχύτατη, τόσο όσον αφορά στις χώρες εφαρμογής αλλά όσο και το πεδίο εφαρμογής της. Το 1980 οι φορείς FAO και WHO προτείνουν ότι η ακτινοβόληση με μία δόση μικρότερη από 10 kGy (1 Mrad) είναι αποδεκτή για τη διατήρηση σημαντικών κατηγοριών τροφίμων (WHO, 1981) αρκεί τα ακτινοβολημένα τρόφιμα να έχουν μια ετικέτα που να υποδεικνύουν ότι έχουν λάβει τέτοια ακτινοβολία.

Τα ραδιονουκλίδια που έχουν εγκριθεί για την ακτινοβόληση τροφίμων περιλαμβάνουν ^{137}Cs και ^{60}Co . Ραδιενεργό κοβάλτιο (^{60}Co) διασπάται σε μη ραδιενεργό νικέλιο εκπέμποντας σωματίδια υψηλής ενέργειας και ακτίνες X. Οι ακτίνες X έχουν πολύ μεγαλύτερη διεισδυτική ικανότητα και σταδιακά μπορούν να περάσουν και μέσα από υλικό συσκευασίας στο ίδιο το τρόφιμο. Η μέγιστη δόση των 10 kGy αντιπροσωπεύει ένα χαμηλό ποσότητα ενέργειας το οποία είναι ο λόγος που η τεχνολογία αυτή θεωρείται μη θερμική, διατηρώντας έτσι τη φρεσκάδα και την θρεπτική ποιότητα του κρέατος και των προϊόντων του σε σύγκριση με θερμικές μεθόδους (Aymerich et al., 2008).

Αλλαγές χρώματος σε ακτινοβολημένα νωπά κρέατα συμβαίνουν λόγω της εγγενούς ευαισθησίας του μορίου μυοσφαιρίνης με την είσοδο της ακτινοβολίας. Ο

Brewer (2004) συνόψισε τα αποτελέσματα της ιονίζουσας ακτινοβολίας σχετικά με το χρώμα του κρέατος, και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η διατήρηση του ιδανικού χρώματος του κρέατος κατά τη διάρκεια της ακτινοβολίας θα μπορούσε να ενισχυθεί με διάφορους συνδυασμούς όπως εμπλουτισμός τροφής ζώου με αντιοξειδωτικά, προσθήκη αντιοξειδωτικών απευθείας στο προϊόν. Εξαρτάται επίσης, η κατάσταση του κρέατος πριν από την ακτινοβολία (pH).

1.2.7 ΧΗΜΙΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΑ ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΑ

Όσον αφορά τα χημικά συντηρητικά, το διοξείδιο του άνθρακα και το όζον έχουν χρησιμοποιηθεί για να επιβραδύνουν την αύξηση των μικροοργανισμών των βοοειδών κατά τη διάρκεια της παρατεταμένης αποθήκευσής τους σε ψυχρές θερμοκρασίες. Παρά το γεγονός όμως ότι το όζον δεν αφήνει τοξικά κατάλοιπα στο κρέας, η χρήση του σε ένα περιβάλλον παραγωγής μπορεί να είναι επικίνδυνο για το προσωπικό. Επιπλέον, επιταχύνει την οξείδωση του λίπους και είναι πιο αποτελεσματική έναντι των μικροοργανισμών που μεταδίδονται με τον αέρα από ό,τι εναντίον εκείνων στο κρέας (Lawrie & Ledward, 2006).

Το γαλακτικό οξύ, είναι ένας αποτελεσματικός ανασταλτικός παράγοντας που χρησιμοποιείται για την διατήρηση κρέατος. Ωστόσο, άλλα οργανικά οξέα έχουν επίσης βρεθεί ότι είναι υπεύθυνα για αποχρωματισμό και παραγωγή οξείας οσμής. Τα άλατα όπως γαλακτικό νάτριο έχουν χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία κρέατος λόγω της ικανότητάς τους να παρατείνουν τη ζωή στο ράφι, και να βελτιώνουν την μικροβιολογική ασφάλεια των προϊόντων (Diez, Santos, Jaime, & Rovira, 2009). Οι αντιμικροβιακές επιδράσεις των γαλακτικών οξέων οφείλονται στην ικανότητά τους να μειώνουν την ενεργότητα του νερού και το άμεση ανασταλτική επίδραση του γαλακτικού ιόντος (Houtsma, Wit, & Rombouts, 1993; Koos & Jansener, 1995). Αρκετοί ερευνητές έχουν επεκτείνει με επιτυχία την διάρκεια ζωής των κρέατων προϊόντων με βάση το κρέας (Shelef, Mohammed, Wei, και Webber, 1997; Vasavada, Carpenter, Cornforth, & Ghorpade, 2003) με την προσθήκη γαλακτικού νατρίου.

Φυσικές ενώσεις, όπως τα αιθέρια έλαια, χιτοζάνη, νισίνη και λυσοζύμη, έχουν ερευνηθεί για την αντικατάσταση των χημικών συντηρητικών ώστε να αποκτήσουν τα

προϊόντα «πράσινο σήμα». Η διάρκεια αποθήκευσης είναι εκτεταμένη και η ασφάλεια αυξάνεται με τη χρήση φυσικής ή ελεγχόμενης μικροχλωρίδα, εκ των οποίων οξυγαλακτικά βακτήρια (LAB) και τα αντιμικροβιακά προϊόντα τους, όπως το γαλακτικό οξύ και βακτηριοσίνες έχουν μελετηθεί εκτενώς. Βακτηριοσίνες αποτελούν ετερογενής ομάδες αντιβακτηριακών πρωτεϊνών που διαφέρουν στον τρόπο δράσης, το μοριακό βάρος, τη γενετική προέλευση και βιοχημικές ιδιότητες (Stiles & Hastings, 1991).

Διάφορα μπαχαρικά και αιθέρια έλαια έχουν συντηρητικές ιδιότητες και έχουν χρησιμοποιηθεί για να παρατείνουν τη διάρκεια αποθήκευσης των προϊόντων με βάση το κρέας.

1.2.8 ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ(HHP)

Μια μη θερμική τεχνολογία κύριου ενδιαφέροντος, επειδή μπορεί να αδρανοποιήσει μικροοργανισμούς και ένζυμα σε χαμηλές θερμοκρασίες χωρίς να αλλάζουν τα διατροφικά χαρακτηριστικά του προϊόντος. Η επεξεργασία πίεσης συνήθως διεξάγεται σε ένα χαλύβδινο κύλινδρο που περιέχει ένα υγρό μέσο μετάδοσης της πίεσης, όπως το νερό, με το δείγμα να προστατεύεται από την άμεση επαφή, με τη χρήση σφραγισμένης εύκαμπτης συσκευασίας. Η διατήρηση του δείγματος υπό πίεση για ένα παρατεταμένο χρονικό διάστημα δεν απαιτεί καμία πρόσθετη ενέργεια εκτός από εκείνη που απαιτείται για να διατηρηθεί η θερμοκρασία που έχει επιλεγεί (Sheftel & Culioli, 1997). Η HHP καθιστά τα τρόφιμα πιο σταθερά χάρη στην ικανότητά της να αποτρέπει την αλλοίωση των παθογόνων μικροοργανισμών, και να αδρανοποιεί ορισμένα ένζυμα τροφίμων (Patterson, 2005). Η HHP είναι επίσης ένα ισχυρό εργαλείο για την τον έλεγχο των κινδύνων που συνδέονται με *Salmonella spp.* και τη *Listeria monocytogenes* σε ακατέργαστη ή μαριναρισμένα κρέατα (Hugas, Garriga, & Monfort, 2002).

Η αποτελεσματικότητα της HHP για μικροβιακό έλεγχο εξαρτάται από παράγοντες όπως το επίπεδο πίεσης, θερμοκρασία καθώς και από ενδογενείς παράγοντες της ίδιου του κρέατος όπως το pH, το στέλεχος και το στάδιο ανάπτυξης των μικροοργανισμών (Hugas et al., 2002; Garriga, Grebol, Aymerich, Monfort, & Hugas, 2004). Η HHP σε συνδυασμό με μέτρια θερμοκρασία, έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στις μηχανικές ιδιότητες που οδηγούν σε βελτίωση της τρυφερότητας του κρέατος. Παρ'όλα αυτά, η HHP σε χαμηλές θερμοκρασίες μπορεί να έχει ανεπιθύμητες συνέπειες στο φρέσκο χρώμα του κρέατος.

1.2.9 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΣΕ ΚΕΝΟ ΑΕΡΟΣ

Η συσκευασία κενού είναι μια ακόμα μέθοδος συντήρησης του φρέσκου κρέατος. Εδώ αφαιρείται εντελώς ο ατμοσφαιρικός αέρας και εφαρμόζεται συχνότερα σε φέτες φρέσκου κρέατος (μπέικον, ζαμπόν, γαλοπούλα, κλπ). Η έλλειψη του O_2 σε συσκευασίες μπορεί να ελαχιστοποιήσει τις οξειδωτικές αντιδράσεων και να μειώσει αερόβια ανάπτυξη βακτηρίων. Όλα τα συσκευασμένα κρέατα και προϊόντα τους σε κενό, φυλάσσονται σε χαμηλές θερμοκρασίες και διατηρούνται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα(3 έως 5 φορές από την διάρκεια υπό συνήθη ψύξη $4^{\circ}C$)χωρίς να μειώνονται οι οργανοληπτικές ιδιότητες όπως η ποιότητα, το χρώμα, το άρωμα και η γεύση.

1.2.10 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΣΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Στην σημερινή εποχή, η βιομηχανία κρέατος και κρεατοσκευασμάτων παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη συσκευασία σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας (MAP - Modified Atmosphere Packaging). Ο σκοπός της MAP είναι να παρεμποδίσει την αλλοίωση, να διατηρήσει την ποιότητα και να παρατείνει τη διάρκεια ζωής του κρέατος. Το κρέας συσκευάζεται σε αέριο περιβάλλον διαφορετικής σύστασης από αυτή του ατμοσφαιρικού αέρα. Στην τροποποιημένη ατμόσφαιρα συνήθως χρησιμοποιείται μίγμα αερίων διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και αζώτου (N_2)οξυγόνου (O_2), αν και είναι δυνατό όμως να χρησιμοποιηθούν και άλλα μη τοξικά αέρια, όπως π.χ. τα ευγενή αέρια.

Η τροποποίηση της σύστασης του αέρα μέσα στη συσκευασία των τροφίμων επιβραδύνει την ποιοτική υποβάθμιση μέσω χημικών αντιδράσεων και την ανάπτυξη αλλοιογόνων μικροοργανισμών. Έχειδειχτεί ότι η τροποποίηση της σύστασης των αερίων στον ελεύθερο χώρο της συσκευασίας και ειδικότερα η μείωση της συγκέντρωσης του O_2 με την ταυτόχρονη αύξηση της συγκέντρωσης του CO_2 και του N_2 σε συνδυασμό με ψύξη, είναι δυνατόν να αυξήσουν σημαντικά, πρακτικά να διπλασιάσουν έως τριπλασιάσουν, τη διάρκεια ζωής των ευαλλοίωτων τροφίμων και ιδιαίτερα του κρέατος.

1.2.11 ΕΝΕΡΓΟΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Η ενεργός συσκευασία αποτελεί τεχνική όπου αλληλεπιδρά το τρόφιμο με το εσωτερικό περιβάλλον της συσκευασίας προκειμένου να διατηρήσει ή να βελτιώσει την ποιότητα ή την ασφάλεια του κρέατος και ενδεχομένως να παρατείνει τον χρόνο ζωής του τροφίμου. Η κατηγορία ενεργού συσκευασίας που χρησιμοποιείται για το κρέας είναι η απορρόφηση

ή απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα.(CO₂). Το διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να έχει θετική επίδραση στην διατήρηση ενός κρέατος παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη μικροβίων. Οι υψηλές συγκεντρώσεις όμως διοξειδίου του άνθρακα προκαλούν αρνητικές συνέπειες στην ποιότητα του προϊόντος γι αυτό και απομακρύνεται από το εσωτερικό χώρο της συσκευασίας χρησιμοποιώντας πλαστικά φιλμ υψηλής διαπερατότητας.

1.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΟΙΡΙΝΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ

Το χοιρινό παράγεται από νεαρά ζώα χοίρων (6-7 μηνών), τα οποία ζυγίζουν από 85 έως 120 κιλά. Εκτός από το νωπό χοιρινό, από τα κρέας αυτό παράγεται μια ποικιλία αλατισμένων – παστωμένων προϊόντων, όπως χοιρομέρι, μπέικον, λουκάνικα και αλλαντικά. Το χοιρινό κρέας χαρακτηρίζεται ως ερυθρό κρέας λόγω της ποσότητας της μυογλοβίνης στους ιστούς του.

1.3.1 ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΧΟΙΡΙΝΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ

Το χοιρινό κρέας περιέχει μια μεγάλη ποικιλία σημαντικών θρεπτικών συστατικών, συμπεριλαμβανομένων των πρωτεϊνών υψηλής ποιότητας (βιολογικής αξίας), της βιταμίνης D, των βιταμινών του συμπλέγματος B, ιδιαιτέρως του B12, καθώς επίσης και του σιδήρου, του ψευδαργύρου και του σεληνίου. Όταν καταναλώνεται με μέτρο, το κρέας αυτό αποτελεί μέρος μιας υγιεινής και ισορροπημένης διατροφής. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα ποσά των θρεπτικών συστατικών του χοιρινού κρέατος.

Πίνακας 1 : Περιεκτικότητα χοιρινού κρέατος σε θρεπτικά συστατικά

ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (ANA 100γρ)
Νερό	41,1
Πρωτεΐνες	11,2
Λίπη	47,0
Θερμίδες	472

Η θρεπτική αξία του χοιρινού κρέατος είναι σχετική με το περιεχόμενο του σε πρωτεΐνες. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες άπαχου μαγειρεμένου χοιρινού κρέατος είναι περίπου

26% κατά νωπού βάρους. Κατά ξηρό βάρος, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες μπορεί να είναι 89%, καθιστώντας το μια από τις πλουσιότερες πηγές πρωτεΐνης

Οι υψηλής ποιότητας πρωτεΐνες χαρακτηρίζονται από την περιεκτικότητά τους σε αμινοξέα, τα οποία δεν μπορούν να συντεθούν από το ανθρώπινο σώμα, αλλά πρέπει να παρέχονται μέσω της τροφής μας. Οι συστατικές ή μυοϊνικών πρωτεΐνες έχουν την υψηλότερη βιολογική αξία. Οι συνδετικοί ιστοί περιέχουν κυρίως κολλαγόνο, το οποίο έχει χαμηλή βιολογική αξία. Η ελαστίνη είναι εντελώς δύσπεπτη. Το κολλαγόνο είναι εύπεπτο αλλά στερείται του ουσιώδους αμινοξέος, τρυπτοφάνη.

Το χοιρινό λίπος, που ονομάζεται και λαρδί, συνήθως κυμαίνεται από 10-16%. Μερικές φορές χρησιμοποιείται ως μαγειρικό λίπος. Όπως και άλλα είδη κόκκινου κρέατος, το χοιρινό αποτελείται κυρίως από κορεσμένα λίπη και ακόρεστα λίπη. Τα λιπαρά οξέα του χοιρινού κρέατος είναι ελαφρώς διαφορετικά από το βόειο κρέας και το κρέας αρνιού. Είναι χαμηλά σε συζευγμένο λινελαϊκό οξύ (CLA) και είναι ελαφρώς πιο πλούσια σε ακόρεστα λίπη. Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα (λινολεϊκό, λινολενικό και το αραχιδονικό οξύ) είναι σημαντικά δεδομένου ότι είναι αναγκαία συστατικά των κυτταρικών τοιχωμάτων, των μιτοχονδρίων και άλλων ενεργών μεταβολικών θέσεων του ζώντος οργανισμού. Το ανθρώπινο σώμα δεν μπορεί να παράγει εύκολα οποιαδήποτε από τις παραπάνω λιπαρών οξέων, ως εκ τούτου, θα πρέπει να είναι διαθέσιμα στη διατροφή.

Το χοιρινό κρέας είναι πηγή των βιταμινών του συμπλέγματος Β όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 2. Το άπαχο χοιρινό κρέας είναι η καλύτερη πηγή Θειαμίνης (βιταμίνη Β1), με περισσότερο από 1 mg / 100 g, σε σύγκριση με άπαχο βοδινό κρέας, το οποίο περιέχει μόνο περίπου το 1/10 του ποσού αυτού. Η καθημερινή απαίτηση για τους ανθρώπους αυτού του σπάνια συμβαίνουν βιταμίνη είναι 1-1,5 mg. Από την άλλη πλευρά, το χοιρινό κρέας υστερεί σε λιποδιαλυτές βιταμίνες Α, D, Ε, Κ και βιταμίνη C. Ωστόσο, τα εσωτερικά όργανα, ειδικά το ήπαρ περιέχουν αξιόλογο ποσοστό των βιταμινών Α, C, D, Ε και Κ οι περισσότερες από τις βιταμίνες στο κρέας είναι σχετικά σταθερές κατά το μαγείρεμα ή την επεξεργασία.

Πίνακας 2: Μέση περιεκτικότητα σε βιταμίνες στο χοιρινό κρέας(μικρογραμμάρια ανά 100γρ)

ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ	ΠΕΡΙΚΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ(ΜΙΚΡΟΓΡΑΜΜΑΡΙΑ ΑΝΑ 100γρ)
B ₁	0,71
B ₂	0,22
B ₆	0,39
B ₁₂	0,54
A	2
C	0,7
D	0,5

Τα ανόργανα συστατικά του κρέατος , που παρουσιάζονται στον πίνακα 3, περιλαμβάνουν ασβέστιο, φωσφόρο, νάτριο, κάλιο, μαγνήσιο και ιχνοστοιχεία όπως σίδηρο, χαλκό, ψευδάργυρο και πολλοί άλλοι. Συκώτι, νεφρά και σε μικρότερο βαθμό το άπαχο κρέας, είναι καλές πηγές σιδήρου. Η πρόσληψη σιδήρου είναι σημαντική για την καταπολέμηση της αναιμίας, που ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες εξακολουθεί να είναι ευρέως διαδεδομένη μεταξύ των παιδιών και των εγκύων γυναικών. Το σίδηρο στο κρέας έχει μεγαλύτερη βιοδιαθεσιμότητα, την καλύτερη απορρόφηση σε σχέση με το σίδηρο των φυτικών προϊόντων.

Πίνακας 3 : Μέση περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά στο χοιρινό κρέας (μικρογραμμάρια ανά 100γρ)

ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ(ΜΙΚΡΟΓΡΑΜΜΑΡΙΑ ΑΝΑ 100γρ)
Ασβέστιο(Ca)	22
Μαγνήσιο(Mg)	24
Φώσφορος(P)	226
Κάλιο(K)	362
Νάτριο(Na)	73
Ψευδάργυρος(Zn)	3,21
Χαλκός(Cu)	0,04
Μαγγάνιο(Mn)	0,01
Σελήνιο(Se)	35,4

1.3.2 ΤΟ pH ΤΟΥ ΧΟΙΡΙΝΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ

Το pH στο ζωντανό μύ των υγιών ζώων κυμαίνεται σε τιμές μεγαλύτερες από 7,2. Μετά την σφαγή του ζώου επέρχεται πτώση του pH λόγω της αναερόβιας γλυκόλυσης. Η διαδικασία αυτή, είναι άμεση συνέπεια της αφαιμάξης του ζώου μετά την σφαγή του. Η κυκλοφορία του αίματος στους μύς διακόπτεται, οι διάφοροι ιστοί δεν εφοδιάζονται με οξυγόνο, γλυκόζη και ελεύθερα λιπαρά οξέα. Έτσι, η γλυκόζη μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ. Ωστόσο, το γαλακτικό οξύ δεν μπορεί να απομακρυνθεί αφού έχει διακοπεί η κυκλοφορία του αίματος, με αποτέλεσμα να αυξάνει η συγκέντρωση του στους μύες, γεγονός που προκαλεί μείωση του pH. Ο ρυθμός μείωσης του pH και η τελική του τιμή εξαρτώνται από ενδογενείς παράγοντες (είδος και ηλικία ζώου, είδος και θέση μύς στο σφάγιο) και εξωγενείς (θερμοκρασία μυϊκού ιστού, φάρμακα, ορμόνες, καταπόνηση ζώου). Οι παράγοντες αυτοί επηρεάζουν ιδιαίτερα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος όπως η ικανότητα συγκράτησης ύδατος και το χρώμα.

Η όλη διαδικασία μείωσης του pH κάτω από φυσιολογικές συνθήκες διαρκεί 4-8 ώρες στα σφάγια των χοίρων. Το τελικό pH που προκύπτει κυμαίνεται από 5,3 έως 6,3. Φυσιολογικό θεωρείται το κρέας που έχει pH 5,8-5,9. Η μείωση του pH μέσα σε 45 λεπτά από τη σφαγή του ζώου, σε τιμές μικρότερες από 5,8 χαρακτηρίζει ποιοτικά υποβαθμισμένο κρέας όπως ωχρό, μαλακό και εξιδρωματικό, γνωστό ως PSE κρέας (Pale, Soft, Exudative meat). Στο χοιρινό κρέας το ποσοστό εμφάνισης PSE κρέατος είναι 10-30%. Το αίτιο που προκαλεί την γρήγορη πτώση του pH είναι η γενετική προδιάθεση ορισμένων χοίρων που είναι ευαίσθητοι κάτω από ασυνήθιστες συνθήκες καταπόνησης που δημιουργούνται κατά την μεταφορά τους στο σφαγείο, την παραμονή τους στο χώρο αναμονής, την αναισθησία και την αφαιμάξη. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, αυξάνει η θερμοκρασία του σώματος του ζώου και λίγο πριν την σφαγή εκκρίνεται αδρεναλίνη με αποτέλεσμα το γλυκογόνο να διασπάται γρήγορα σε γαλακτικό οξύ. Παρ' όλα αυτά, το κρέας αυτό είναι κατάλληλο για κατανάλωση, όμως το ωχρό χρώμα του δεν είναι ελκυστικό στον καταναλωτή.

Αντίθετα, διατήρηση του pH σε τιμές μεγαλύτερες από 6 μετά το πέρας 24 ωρών, χαρακτηρίζει κρέας σκοτεινό, συμπαγές και σκληρό γνωστό ως DFD κρέας (dark, firm, dry). Η διατήρηση του pH σε αυτές τις τιμές οφείλεται στο ότι η διάσπαση του γλυκογόνου σε γαλακτικό οξύ είναι αρκετά βραδεία ή διακόπτεται πολύ γρήγορα μετά τη σφαγή του ζώου λόγω των αποθεμάτων γλυκογόνου. Η έλλειψη γλυκογόνου είναι αποτέλεσμα της καταπόνησης του ζώου. Στο χοιρινό κρέας το ποσοστό εμφάνισης DFD κρέατος είναι 10-15%. Ωστόσο, αποτελεί κατάλληλο κρέας για κατανάλωση, όμως το άρωμα του είναι φτωχό και δεν είναι ελκυστικό στον καταναλωτή. Στον παρακάτω πίνακα απεικονίζεται ο ρυθμός πτώσης του pH στο PSE, το φυσιολογικό και το DFD κρέας.

1.3.3 ΤΟ ΧΡΩΜΑ ΤΟΥ ΧΟΙΡΙΝΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ

Το χρώμα του κρέατος οφείλεται στην παρουσία χρωστικών ουσιών οι οποίες είτε απορροφούν είτε ανακλούν το φως ορισμένου μήκους κύματος. Η κύρια χρωστική ουσία είναι η μυοσφαιρίνη, η οποία είναι μια σαρκοπλασματική πρωτεΐνη. Η μυοσφαιρίνη κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλους τους μύες, και ο ρόλος της είναι να αποθηκεύει και να διευκολύνει την διάχυση του οξυγόνου από τα τριχοειδή αγγεία με τις ενδοκυτταρικές δομές με σκοπό την συμμετοχή του σε οξειδωτικές διαδικασίες. Όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση μυοσφαιρίνης, τόσο πιο έντονο είναι το χρώμα του μύος. Η ποσότητα μυοσφαιρίνης στο χοιρινό κρέας είναι 1,0-5,0mg/gr μύος.

Όταν το φως φθάνει στην επιφάνεια του χοιρινού κρέατος, ανακλάται από την επιφάνεια χωρίς μεταβολή στο μήκος κύματος. Αντιθέτως, το μεγαλύτερο μέρος του φωτός που εισέρχεται στο κρέας διάσπαρτα, απορροφάται και επιστρέφει έτσι ώστε το χοιρινό να εμφανίζεται ροζ προς τον παρατηρητή (Offer et al., 1989; Swatland, 1992).

Άλλη χρωστική ουσία είναι η αιμοσφαιρίνη η οποία υπάρχει στα ερυθρά αιμοσφαίρια και παραμένει παγιδευμένη σε μικρές ποσότητες στα λεπτά αιμοφόρα αγγεία του μυϊκού ιστού, μετά την σφαγή και την αφαιμάξη του χοίρου. Η ικανότητα της μυοσφαιρίνης και της αιμοσφαιρίνης να δεσμεύουν και να συγκρατούν το οξυγόνο εξαρτάται από το pH του κρέατος και την μερική πίεση του οξυγόνου.

Το χρώμα του νωπού χοιρινού κρέατος επηρεάζεται από ενδογενείς παράγοντες όπως η φυλή, ο γονότυπος, το φύλο, το είδος των μυών, η ηλικία του ζώου και

εξωγενείς παράγοντες, όπως ο χειρισμός πριν τη σφαγή και η διαδικασία σφαγής, ο χρόνος και οι συνθήκες αποθήκευσης(θερμοκρασία φώς, ατμόσφαιρα).

Οι μύες του ζώου που εργάζονται περισσότερο δίνουν κρέας με ερυθρότερο χρώμα γιατί περιέχουν περισσότερη μυοσφαιρίνη. Όταν η μεταχείριση των ζώων δεν είναι σωστή οδηγεί στην παραγωγή ποιοτικά υποβαθμισμένου κρέατος, όπως το ωχρό, μαλακό και εξιδρωματικό κρέας που είναι γνωστό ως κρέας PSE και το σκοτεινόχρωμο συμπαγές και ξηρό κρέας που είναι γνωστό ως DFD. Οι συνθήκες συντήρησης του κρέατος όπως η ψύξη και η κατάψυξη συμβάλλει στη σταθερότητα του χρώματος του κρέατος. Ο τρόπος συσκευασίας και διάθεσης του κρέατος επηρεάζει το χρώμα του κρέατος, ενώ το φως επηρεάζει σημαντικά την εμφάνιση του κρέατος αφού το φυσικό φως ευνοεί το σχηματισμό μετα-μυοσφαιρίνης μέσω της φωτοχημικής αυτοοξειδωσης.

Σχέση pH και χρώματος κρέατος

Η πτώση του pH στο κρέας παρεμποδίζει την αύξηση ανεπιθύμητων μικροβίων και δίνει στο κρέας το επιθυμητό χρώμα, διότι σταματά γρήγορα η δράση των μιτοχονδρίων. Όσο αργότερα σταματήσει η δράση των μιτοχονδρίων τόσο περισσότερο ανταγωνίζονται την μυοσφαιρίνη στην δέσμευση του οξυγόνου (στην επιφάνεια του κρέατος), με αποτέλεσμα να υπάρχει μικρό μόνο μέρος της μυοσφαιρίνη σαν οξυ-μυοσφαιρίνη και το κρέας να μην έχει το λαμπρό επιθυμητό χρώμα, αλλά να είναι σκούρου χρώματος.

Πίνακας 4:Επίδραση του τελικού pH στο χρώμα του χοιρινού κρέατος

Τελικό pH	Ρυθμός μείωσης του pH	Χαρακτηριστικά κρέατος
6,0- 6,5	Αργός , βαθμιαίος	Σκούρο χρώμα
5,7- 6,0	Αργός, βαθμιαίος	Ελαφρώς σκούρο χρώμα
5,3- 5,7	Βαθμιαίος	Φυσιολογικό
5,3- 5,6	Γρήγορος	Φυσιολογικό έως ελαφρά

		ανοιχτό
5,0	Γρήγορος	Σκούρο προς ανοιχτό εφιδρωτικό
5,1-5,4 και έως 5,4-5,6	Γρήγορος	Ανοιχτό, εφιδρωτικό

(Πηγή: Vamman-Sutherland,1999)

2. ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα αιθέρια έλαια αποτελούν πτητικές αρωματικές ενώσεις που λαμβάνονται από τα φυτά. Συγκεκριμένα, βρίσκονται στα φύλλα, στους βλαστούς και στα αναπαραγωγικά όργανα(ανθοφόρους οφθαλμούς, άνθη, καρπούς και σπόρους).Σχηματίζονται στο κυτταρόπλασμα με τη μορφή μικροσκοπικών σταγονιδίων μεταξύ των κυττάρων. Η έκλυση του αιθέριου ελαίου από τα φυτά αποδίδεται στην εξάτμιση όσο και την ρήξη των τοιχωμάτων των αδένων που προκαλείται από την ωσμωτική πίεση των κυττάρων που αναπτύσσεται, τα οποία περιβάλλουν τους αδένες που περιέχουν διάλυμα από ζάχαρα, άλατα και κολλοειδή(Sivropoulou et al.,1995, Kulisic et al., 2004)

Είναι υγρά, πτητικά, άχρωμα, λιποδιαλυτά και διαλυτά σε οργανικούς διαλύτες. Έχουν χαμηλό σημείο ζέσεως, και χαμηλή πυκνότητα σε σύγκριση με αυτή του νερού. Το άρωμα του αιθέριου ελαίου εξαρτάται από τα διάφορα συστατικά του, μερικά από τα οποία μπορεί να επηρεάσουν το τελικό προϊόν.

2.2 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ

Τα αιθέρια έλαια αποτελούν πολύπλοκο μείγμα φυσικών ενώσεων. Η χημική τους σύνθεση διαφέρει στα διάφορα είδη ή και ποικιλίες φυτών. Τα συστατικά τους χωρίζονται σε δύο κατηγορίες : τα οξυγονούχα συστατικά και τους τερπενικούς υδρογονάνθρακες.

Οι υδρογονάνθρακες είναι μόρια που αποτελούνται από C και H διατεταγμένα σε αλυσίδες. Αυτοί οι υδρογονάνθρακες μπορεί να είναι άκυκλοι, αλεικυκλικοί (μονοκυκλικοί, δικυκλικοί, τρικυκλικοί) ή αρωματικοί. Τα τερπένια είναι η πιο κοινή κατηγορία χημικών ενώσεων που βρέθηκαν στα αιθέρια έλαια. Τα αιθέρια έλαια αποτελούνται κυρίως από μονοτερπένια και σεσκιτερπένια. Τα διτερπένια(C₂₀), τριτερπένια (C₃₀) και τετρατερπένια (C₄₀) βρίσκονται σε χαμηλή συγκέντρωση παρ ότι είναι μεγαλύτερα μόρια από τα μονοτερπένια και σεσκιτερπένια..

Στις οξυγονούχες ενώσεις οφείλουν τα αιθέρια έλαια το άρωμα τους. Μπορούν να προέλθουν από τα τερπένια τα οποία ονομάζονται τερπενοειδή. Πρόκειται για

- φαινόλες (θυμόλη, ευγενόλη, καρβακρόλη, καβικόλη, κ.α)
- αλκοόλες (βουρνεόλη, νερόλη, λιναλοόλη)
- αλδευδες(κιτράλη, κιτρονελλάλη, σαφρανόλη κ.α)
- κετόνες(καρβόνη, μενθόνη, καμφορά)
- εστέρες (οξικός μεθυλεστέρας, οικός λιναλυνεστέρας)

2.3 ΤΡΟΠΟΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι παραλαβής αιθέριων ελαίων. Είναι όμως σημαντικό, να διατηρείται η φυσική αναλογία των συστατικών κατά τον διαχωρισμό των αιθέριων ελαίων από τα φυτά από οποιαδήποτε μέθοδο χρησιμοποιείται. Η σύνθεση του ελαίου μπορεί να ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό ανάλογα με τον τρόπο παραλαβής του.

Οι συμβατικές μέθοδοι παραλαβής ελαίων είναι η απόσταξη, η εκχύλιση και η μηχανική παραλαβή. Χαρακτηρίζονται από πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και είναι οι πιο διαδεδομένες. Η ανάγκη όμως για γρηγορότερο αποτέλεσμα, έφερε την δημιουργία νέων εναλλακτικών τεχνολογιών που είναι ικανές να παράγουν προϊόντα με βελτιωμένα χαρακτηριστικά.

A. ΑΠΟΣΤΑΞΗ

Πρόκειται για την πιο απλή, οικονομική και ευρύτατα χρησιμοποιούμενη μέθοδο για την παραλαβή αιθέριων ελαίων απ όλα τα φυτά. Χάρη στην τεχνολογική πρόοδο που σημειώθηκε, η μέθοδος αυτή τόσο από άποψη μηχανημάτων όσο και συνθηκών λειτουργίας έχει βελτιωθεί σημαντικά και αποτελεί την βάση για κάθε βιομηχανία αιθέριων ελαίων. Μπορεί να διαρκέσει από 1 έως 10 ώρες. Όταν όμως το φυτικό υλικό εκτίθεται για πολλές ώρες σε υψηλές θερμοκρασίες, παρουσιάζονται διαφορές ως προς την σύνθεση των πτητικών ελαίων που εξάγονται. Πραγματοποιείται υδρόλυση εστέρων σε αλκοόλες και οξέα με αρνητικές επιπτώσεις στα έλαια με αυξημένη ποσότητα εστέρων. Διακρίνεται ανάλογα με τον τρόπο που λαμβάνει χώρα σε τρία είδη, τα οποία παρουσιάζουν διαφορές που επιδρούν ποικιλοτρόπως στα λαμβανόμενα προϊόντα.

- Υδροαπόσταξη ή Απόσταξη με νερό(water distillation)

Το χαρακτηριστικό της υδροαπόσταξης είναι ότι το νερό και το φυτικό υλικό που βρίσκονται στον άμβυκα έρχονται σε άμεση επαφή. Υδρολύονται έτσι διάφορα συστατικά του αιθέριου ελαίου και υποβαθμίζεται η ποιότητα του. Η χρήση της είναι απλή και εύκολη αλλά η απόδοση σε έλαιο είναι μικρή.

- Απόσταξη με νερό και ατμό(water and steam distillation)

Πλεονεκτεί της τδροαπόσταξης γιατί το φυτικό υλικό που αποστάζεται δεν έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό αλλά τοποθετείται σε πλέγμα που βρίσκεται πιο πάνω από την επιφάνεια του.

- Απόσταξη με υδρατμούς(steam distillation)

Αποτελεί πιο σύγχρονη μέθοδο όπου το νερό δεν υπάρχει στον άμβυκα για να παραχθεί ατμός. Παράγεται σε ειδικό ατμολέβητα και εισάγεται στον άμβυκα που είναι το φυτικό υλικό

B.ΕΚΧΥΛΙΣΗ

Η εκχύλιση χρησιμοποιείται για την εξαγωγή αιθέριου ελαίου από άνθη ή φυτά που είναι ευπαθή στην απόσταξη.

- Εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες

Χρησιμοποιείται ως πτητικός διαλύτης πετρελαϊκός αιθέρας, βενζόλιο, αιθυλική αλκοόλη κλπ. Πλεονεκτεί της απόσταξης αφού κατά τη διαδικασία αυτή οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες από αυτές της απόσταξης και δεν υπάρχει κίνδυνος για χημικές αλλαγές. Χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στην βιομηχανία αρωμάτων αφού το αιθέριο έλαιο που παράγεται περιέχει μικρή ποσότητα διαλύτη και δεν ενδείκνυται για τρόφιμα. Πρέπει να περάσει από κατεργασία με αλκοόλη ώστε να παραχθεί καθαρό έλαιο.

- Εκχύλιση με θερμό και ψυχρό λίπος

Οι μέθοδοι αυτές έχουν εγκαταλειφθεί και δεν χρησιμοποιούνται ευρύτερα.

Κατά την εκχύλιση με ψυχρό λίπος, το λίπος και το αιθέριο έλαιο μετά την διαδικασία αυτή κατεργάζονται με αλκοόλη για να παραχθεί καθαρό αιθέριο έλαιο
Κατά την εκχύλιση με θερμό λίπος, όταν το λίπος κορεσθεί από τις υψηλές θερμοκρασίες τότε λαμβάνεται καθαρό αιθέριο έλαιο.

- Εκχύλιση με συσκευή Soxhlet

Το αιθέριο έλαιο παραλαμβάνεται μετά από διαδοχικές εκχυλίσεις του αποξηραμένου φυτικού ιστού με διαφορετικούς διαλύτες(αιθέρας και

αλκοόλη).Αποτελεί συνηθισμένη διαδικασία εξαγωγής αιθέριου ελαίου αλλά μπορεί να δημιουργήσει συστατικά που δεν αντιπροσωπεύουν το πραγματικό του άρωμα του ελαίου.

Γ.ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΑΡΑΛΑΒΗ

Με την μηχανική παραλαβή, τα αιθέρια έλαια λαμβάνονται μόνο με μηχανικά μέσα. Τέτοιου είδους μέσα χρησιμοποιούνται στους ξηρούς καρπούς και στους καρπούς των εσπεριδοειδών. Τα μηχανήματα για τους ξηρούς καρπούς είναι πιεστήρια, Τα μηχανήματα για τους φλοιούς των εσπεριδοειδών, είτε ξύνουν είτε τρυπούν τους φλοιούς με αποτέλεσμα την απελευθέρωση των αιθέριων ελαίων και στη συνέχεια διαχωρίζονται από το στερεό υπόλειμμα.

Δ. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Οι συμβατικές μέθοδοι εξαγωγής αιθέριων ελαίων παρουσιάζουν πλεονεκτήματα όπως εύκολη και απλή χρήση αλλά παρουσιάζουν και χαμηλή απόδοση, απώλεια πτητικών ενώσεων και απαιτούν πολλές ώρες για την εξαγωγή των ελαίων. Έτσι, αναπτύχθηκαν εναλλακτικοί τρόποι που μπορούν να ξεπεράσουν αυτά τα μειονεκτήματα των συμβατικών τρόπων και να ενισχύσουν τα πλεονεκτήματα τους.

- Εκχύλιση με υπερκρίσιμα υγρά(supercritical fluid extraction ,SFE)

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. Γίνεται συνήθως σε χαμηλές θερμοκρασίες, καθιστώντας την κατάλληλη μέθοδος για θερμοευαίσθητες ενώσεις. Το στερεό υλικό τοποθετείται σε ένα δοχείο στο οποίο το υπερκρίσιμο ρευστό προστίθεται κάτω από ένα συγκεκριμένο ρυθμό ροής έως ότου επιτευχθούν οι κατάλληλες συνθήκες εκχύλισης. Το υπερκρίσιμο υγρό, λόγω του χαμηλότερου ιξώδους του και της υψηλότερη ικανότητας διάχυσης, μπορεί να εισέλθει σε πορώδη στερεά υλικά πιο αποτελεσματικά με αποτέλεσμα την ταχύτερη μεταφορά μάζας και ταχεία εκχύλιση.

- Εκχύλιση με μικροκύματα(Microwave Assisted Extraction,MAE)

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 φυτικό υλικό, μιας και το δοχείο δεν απορροφά την ακτινοβολία των μικροκυμάτων. Έτσι, η μέθοδος είναι πιο αποδοτική, με υψηλή εκλεκτικότητα και μικρότερο χρόνο εκχύλισης.

- Εκχύλιση υποβοηθούμενη από υπερήχους(Ultra Soynd Assisted Extraction)

Η διαδικασία αυτή αποτελεί μια βιώσιμη εναλλακτική λύση που μπορεί να συνδυαστεί με τις συμβατικές μεθόδους εκχύλισης παρ' ότι έχει υψηλό κόστος. Το φυτικό υλικό τοποθετείται με κατάλληλο οργανικό διαλύτη σε λουτρό υπερήχων. Με την αύξηση της πίεσης επιτυγχάνονται φαινόμενα διείσδυσης και μεταφοράς, ενώ με την αύξηση της θερμοκρασίας επιταχύνονται φαινόμενα διάχυσης και διαλυτοποίησης. Ενισχύεται έτσι, η απόδοση του ελαίου αφού το διαχωρίζει σε μικρό χρονικό διάστημα. Η μέθοδος αυτή, βρίσκει απήχηση στην τεχνολογία επεξεργασίας τροφίμων.

- Υδροδιάχυση(Hydrodiffusion)

Η μόνη διαφορά της μεθόδου αυτής από την απόσταξη με ατμό είναι ο τρόπος εισόδου του ατμού στον άμβυκα που βρίσκεται το φυτικό υλικό. Ο ατμός εισάγεται στον άμβυκα από πάνω προς τα κάτω και όχι από κάτω προς τα πάνω όπως στην συμβατική μέθοδο. Έτσι παραλαμβάνεται καλύτερη ποιότητα αιθέριου ελαίου γιατί τα συστατικά του δεν αποσυντίθενται.

- 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 αιθέριου ελαίου. Το αιθέριο έλαιο, στη συνέχεια εξατμίζεται μαζί με το 'εσωτερικό' νερό και παραλαμβάνεται με την βοήθεια ψυκτήρα.

2.4 ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ ΣΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ

Το κρέας αποτελεί ιδιαίτερα ευπαθές προϊόν λόγω της σύνθεσης του. Η ενδογενής δραστηριότητα των ενζύμων, η θερμοκρασία αποθήκευσης, η υγρασία, το ατμοσφαιρικό οξυγόνο, το φώς, οι παθογόνοι μικροοργανισμοί επηρεάζουν την διάρκεια ζωής και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κρέατος. Η συντήρηση του αποσκοπεί στην πρόληψη υπεροξειδωσης των λιπιδίων, την ενίσχυση της διάρκειας ζωής του, την διατήρηση των θρεπτικών συστατικών και την προστασία του καταναλωτή.

Η ψύξη, η κατάψυξη, το αλάτισμα, το κάπνισμα, η ιονίζουσα ακτινοβολία, τα χημικά συντηρητικά αποτελούν κάποιες από τις συμβατικές μεθόδους συντήρησης του κρέατος. Παρουσιάζουν όμως μειονεκτήματα. Η ψύξη μειώνει την θερμοκρασία της επιφάνειας του κρέατος και διευκολύνει την "ξηρανση" του. Οι θερμοκρασίες της κατάψυξης αναστέλλουν τις αντιδράσεις οξειδοαναγωγής ελαχιστοποιώντας έτσι τις ποιοτικές αλλαγές στο κατεψυγμένο κρέας. Η ιονίζουσα ακτινοβολία παρ' ότι είναι αποτελεσματική στην αδρανοποίηση των βακτηρίων προκαλεί αλλαγές χρώματος λόγω της ευαισθησίας της μυοσφαιρίνης στην ακτινοβολία. Οι χημικές ουσίες που προστίθενται στο κρέας, είτε ως συντηρητικά είτε ως πρόσθετα είτε ως ενισχυτές γεύσης απωθούν ολοένα και περισσότερο το καταναλωτικό κοινό εξαιτίας των επιπτώσεων που προκαλούν στην υγεία.

Η επιδίωξη των φυσικών προϊόντων ως συντηρητικά κρέατος έχει επικεντρωθεί σε μεγάλο βαθμό σε ουσίες που λαμβάνονται από φυτικά υλικά όπως τα αιθέρια έλαια. Αρκετά οφέλη από την χρήση αιθέριων ελαίων ως συντηρητικά έχουν ταυτοποιηθεί όπως βελτίωση της γεύσης, του αρώματος, αντιμικροβιακή δράση, αντιοξειδωτική δράση, παράταση διάρκειας ζωής(Bleasel et al.,2002).

Μελέτες που έχουν διεξαχθεί για τις ιδιότητες των αιθέριων ελαίων του δενδρολίβανου, του σκόρδου, του φασκόμηλου, της ρίγανης στο κρέας, έχουν θετικά αποτελέσματα στην συντήρηση του(Irkin et al.,2011; skandamiw and Nyachas, 2002; Tsigarida et al.,2000). Παρ' όλα αυτά, οι συγκεντρώσεις των ελαίων που πρέπει να προστίθενται δεν έχουν αποσαφινιστεί.

2.4.1 ANTIMΙΚΡΟΒΙΑΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΣΤΟ ΚΡΕΑΣ

Σημαντικό χαρακτηριστικό των αιθέριων ελαίων είναι η αντιμικροβιακή τους δράση που συμβάλλει στη μείωση ή και την εξάλειψη των παθογόνων βακτηρίων στο κρέας. Παθογόνοι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται στο κρέας μπορεί είναι *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *E.Coli*, *Campylobacter jejuni*, *E.Coli O157:H7*, *Aeromonas hydrophila*. Γενικά, τα συστατικά των αιθέριων ελαίων έχουν διαφορετικούς τρόπους δράσης στους μ/ους όπως και οι μ/οι είναι σε θέση να ξεπεράσουν την επίδραση των ελαίων ή να προσαρμοστούν. Πολλοί ερευνητές έχουν επικεντρωθεί στις αντιμικροβιακές ουσίες των αιθέριων ελαίων της ρίγανης, του θυμαριού, του βασιλικού, του σκόρδου, του φασκόμηλου.

Οι αντιβακτηριακές ιδιότητες των αιθέριων ελαίων αποδίδονται στις φαινολικές τους ενώσεις και συγκεκριμένα στη παρουσία ομάδων υδροξυλίου και στη σχετική τους θέση στο φαινολικό δακτύλιο. Έτσι κάποια συστατικά ελαίων μπορεί να παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντιμικροβιακή ικανότητα σε σύγκριση με άλλα. Βασικοί εκπρόσωποι τους είναι η θυμόλη, η καρβακρόλη, η ευγενόλη, καρβόνη, κινναμαλδευδη, α-πινένιο, κινεόλη, λιμονένιο, λιναλοόλη.

- Καρβακρόλη και θυμόλη: Η θυμόλη είναι δομικά πολύ παρόμοια με την καρβακρόλη, που έχει την ομάδα υδροξυλίου σε διαφορετική τοποθεσία στο φαινολικό δακτύλιο. Και οι δύο ουσίες φαίνεται να κάνουν την κυτταρική μεμβράνη των παθογόνων μικροοργανισμών διαπερατή. Το αιθέριο έλαιο ρίγανης περιέχει καρβακρόλη ως ένα σημαντικό συστατικό που προκαλεί διαρροή φωσφορικών ιόντων στο *Staphylococcus aureus*. Εκτός από την αναστολή της ανάπτυξης των βακτηριακών κυττάρων, η καρβακρόλη είναι σε θέση να αναστείλλει την παραγωγή τοξίνης από τον *B. cereus*. Η θυμόλη συνδέεται με την πρωτεϊνική μεμβράνη υδρόφοβα και με τη βοήθεια του υδρογόνου, αλλάζουν τα χαρακτηριστικά της διαπερατότητας της μεμβράνης. Η θυμόλη είναι περισσότερο ανασταλτική σε pH 5.5 από 6.5. Σε χαμηλό pH το μόριο της θυμόλης είναι αδιάστατο και ως εκ τούτου περισσότερο υδρόφοβο, και έτσι μπορεί να δεσμεύεται καλύτερα σε υδρόφοβες περιοχές των πρωτεϊνών και να διαλύεται καλύτερα στη λιπιδική φάση. Τέλος και οι δύο ουσίες είναι δραστικές στο κρέας σε συγκεκτρώσεις 0,5-0,7% w/v για *Listeria monocytogenes* και 10% w/v για *E.coli*.

- Ευγενόλη: Αποτελεί σημαντικό συστατικό του γαρυφαλέλαιου. Αναστέλλει την παραγωγή αμυλάσης και πρωτεάσης από τον *Bacillus cereus*. Η ομάδα υδροξυλίου της ευγενόλης συνδέεται με πρωτεΐνη αποτρέποντας τη δράση ενζύμων στο *E. aerogenes*. Η ευγενόλη είναι δραστική έναντι του *Staphylococcus aureus* και *Salmonella spp.* στο κρέας σε συγκεντρώσεις 0,04%w/v και 0,25%w/v για *Campylobacter jejuni*.
- Ρ-κυμένιο: Δεν αποτελεί αποτελεσματική αντιβακτηριακή ουσία μόνο του, αλλά δρα συνεργιστικά με την καρβακρόλη όπου είναι αποτελεσματικά έναντι του *Bacillus cereus*. Το p- κυμένιο ενσωματώνεται στη λιπιδική διπλοστοιβάδα του *B.cereus* και διευκολύνει τη μεταφορά της καρβακρόλης σε ολόκληρη την κυτταροπλασματική μεμβράνη του μικροοργανισμού.
- Καρβόνη: Δρά διαταράσσοντας την μεταβολική ενεργειακή κατάσταση των κυττάρων του *E.coli*.
- Κινναμαλδευδη: Είναι γνωστή για την ανασταλτική της δράση στην αναπαραγωγή του *E.coli O157:H7* σε ίδιες συγκεντρώσεις με την καρβακρόλη και θυμόλη. Είναι επίσης δραστική στο κρέας σε συγκεντρώσεις 0,05 και 0,03% w/v έναντι *Salmonella spp.* και *Staplylococcus aureus* αντίστοιχα.
- Λιναλοόλη, λιμονένιο κινεόλη, βορνεόλη: Η λιναλοόλη, το λιμονένιο και η κινεόλη παρουσιάζουν αντιμικροβιακές ιδιότητες έναντι *Staplylococcus aureus*, *B.cereus* σε συγκεντρώσεις 0,1% w/v στο κρέας και η βορνεόλη 0,02-0,05%w/v έναντι *Listeria monocytogenes*.

2.4.2 ANΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΣΤΟ ΚΡΕΑΣ

Φυσικά αντιοξειδωτικά είναι διάφορες ουσίες με διαφορετικά χημικά χαρακτηριστικά, τα οποία παραλαμβάνονται από φυτά, φρούτα και λαχανικά. Τα αντιοξειδωτικά επιβραδύνουν ή αναστέλλουν την οξειδωση του κρέατος με την αναστολή της έναρξης ή διάδοσης οξειδωσης αλυσιδωτών αντιδράσεων δηλαδή μπορούν να προστατεύσουν τα κυτταρικά συστατικά του κρέατος από οξειδωτικές διαδικασίες που προκαλούνται από δραστικά είδη οξυγόνου με αποτέλεσμα την συντήρηση του κρέατος, την βελτίωση της ποιότητας και της θρεπτικής του αξίας.

Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα των αιθέριων ελαίων των φρούτων και λαχανικών αποτελείται από συγκεντρώσεις ασκορβικού οξέος (βιταμίνη C), α-τοκοφερόλη (βιταμίνη E), β-καροτένιο (βιταμίνη), διάφορα φλαβονοειδή και άλλες φαινολικές ενώσεις. Αντιπροσωπευτικά αντιοξειδωτικά συστατικά με ισχυρή δράση είναι το γαλλικό οξύ, η κυανιδίνη, η κερσετίνη, η κατεχίνη, η θυμόλη, η καρβακρόλη, καμπφερόλη, ροσμαρινικό οξύ, π-κουμαρικό οξύ.

Τα φυσικά αντιοξειδωτικά έχουν επίδραση επί των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του κρέατος. Έχουν θετική επίδραση στην οξείδωση των λιπιδίων, μειώνοντας το 2-θειοβαρβιτουρικό οξύ (TBA) ή την μηλονοδιαλδεύδη (MDA) κατά την συντήρηση του κρέατος. Τα φυσικά αντιοξειδωτικά όπως βιταμίνες μπορούν να επιβραδύνουν την απώλεια χρώμα του κρέατος διατηρώντας το κόκκινο χρώμα και καθυστερώντας τον σχηματισμό μεταμυοσφαιρίνης.

2.4.3 ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΡΙΓΑΝΗΣ ΣΤΟ ΧΟΙΡΙΝΟ ΚΡΕΑΣ

Το αιθέριο έλαιο ρίγανης περιέχει περισσότερες από 30 χημικές ενώσεις. Κύριες συστατικές ενώσεις του είναι η καρβακρόλη και η θυμόλη που μαζί αποτελούν το 78-82 % του αιθέριου ελαίου και συνιστούν φαινολικές ενώσεις (Vekiarí *et al.* 1993, Adam *et al.* 1998). Άλλα συστατικά είναι το γ-τερπινένιο και το p-κυμένιο που συνήθως αποτελούν το 5% και 7%, αντίστοιχα, του αιθέριου ελαίου και είναι υδρογονάνθρακες. Επίσης, άλλες περιεχόμενες ουσίες της ίδιας χημικής οικογένειας είναι το α-πινένιο, το β-πινένιο, το θουγένιο, το α-τερπινένιο, το β-καριοφυλλένιο, το β-μπισαμπολένιο, το φιλλανδρένιο και το σαμπινένιο. Επιπλέον, στο αιθέριο έλαιο της ρίγανης ανευρίσκονται αλκοόλες, όπως είναι η κινεόλη, η λιναλοόλη, η βορνεόλη, η τερπινόλη και η α-τερπινόλη. Η ποσότητα του αιθέριου ελαίου της ρίγανης ποικίλλει ανάλογα με τα τμήματα του φυτού που υποβάλλονται σε απόσταξη. Έτσι, διαπιστώθηκε ότι τα φύλλα και τα άνθη δίνουν αιθέριο έλαιο σε ποσοστό από 4 ως 6 %, ενώ συνολικά τα υπέργεια τμήματα του φυτού σε ποσοστό από 2 ως 4 % (Exarchou *et al.* 2002).

Πρέπει να σημειωθεί ότι φαινολικές ουσίες δεν ανευρίσκονται μόνο στο αιθέριο έλαιο της ρίγανης αλλά και στα μη πτητικά συστατικά που απομένουν μετά την υποβολή της σε απόσταξη με υδρατμούς, για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου της. Οι φαινολικές αυτές ουσίες που είναι ενωμένες με σάκχαρα με τη μορφή γλυκοζιτών, είναι δυνατόν να αποδεσμεύονται μετά από ενζυμική ή χημική υδρόλυση (Milos *et al.* 2000). Οι γλυκοζίτες αυτοί μετά από υδρόλυσή τους αποδίδουν συνήθως θυμοκινόνη (40,2%) που είναι το κύριο συστατικό, βενζυλική αλκοόλη (8,9%), ευγενόλη (7,5%), 2-φαινυλ-αιθανόλη (5,6%), εξενόλη (3,5%), καθώς και 3 συστατικά που περιέχονται και στο αιθέριο έλαιο, όπως είναι η θυμόλη (3,5%), η καρβακρόλη (2,4%) και η οκτενόλη (1,3%) σύμφωνα με τους Guenther & Althausen (1963) & Milos *et al.* (2000).

Το αιθέριο έλαιο της ρίγανης εμφανίζει αξιόλογη δραστηριότητα έναντι αρνητικών και, κυρίως, θετικών κατά Gram βακτηρίων που υπάρχουν στο χοιρινό κρέας (Marino *et al.* 2001). Συγκριτική μελέτη της αντιβακτηριακής δράσης των αιθέριων ελαίων των φυτών φασκόμηλο (*Salvia officinalis*), ύσσωπος (*Hyssopus officinalis*), χαμομήλι (*Matricaria chamomila*) και ρίγανη (*Origanum vulgare*) έναντι των βακτηρίων που υπάρχουν στο χοιρινό κρέας όπως *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Escherichia Coli*, *Campylobacter jejuni*, *Vibrio parachemolyticus*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *E.coli O157H7* έδειξε ότι η ρίγανη παρουσιάζει την ισχυρότερη αντιβακτηριακή δράση. Στη μελέτη αυτή βρέθηκε ακόμη ότι το αιθέριο έλαιο της ρίγανης είχε βακτηριοκτόνα δράση σε ποσότητα 400 ppm, ενώ βακτηριοστατική σε μικρότερη ποσότητα. Άλλες *in vitro* μελέτες (Sivropoulou *et al.* 1997) έδειξαν ότι το αιθέριο έλαιο της ρίγανης.

Μεταξύ των κύριων συστατικών του αιθέριου ελαίου της ρίγανης, η καρβακρόλη και η θυμόλη παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αντιβακτηριακή δράση *in vitro* (Sivropoulou *et al.* 1996). Η καρβακρόλη παρουσιάζει αντιβακτηριακή δράση έναντι του παθογόνου *Bacillus cereus* (Ultee *et al.* 1998), ενώ η θυμόλη έντονη ανασταλτική δράση έναντι των μικροοργανισμών *Listeria monocytogenes*. Η αντιβακτηριακή δράση των υπόλοιπων συστατικών της ρίγανης, όπως είναι το γ -τερπινένιο και το *p*-κυμένιο, είναι δεδομένη, όμως είναι άγνωστο ακόμη το αποτέλεσμα όλων μαζί αυτών των συστατικών σε συνέργεια (Sivropoulou *et al.* 1996).

Έχει διατυπωθεί η άποψη ότι η αντιβακτηριακή δράση των συστατικών της ρίγανης οφείλεται στην ικανότητα των φαινολικών ουσιών να διαπερνούν την κυτταρική μεμβράνη με το φαινόμενο της διάχυσης και να διεισδύουν μέσα στο βακτηριακό κύτταρο, όπου επιδρούν αρνητικά στους βιοχημικούς μηχανισμούς του μεταβολισμού του.

Η αντιοξειδωτική δράση του αιθέριου ελαίου της ρίγανης αποδίδεται επίσης στην παρουσία των κύριων συστατικών της, που είναι η καρβακρόλη και η θυμόλη (Lagouri *et al.* 1993, Tsimidou & Boskou 1994, Yanishlieva *et al.* 1999). Εμποδίζουν τη δράση των ελευθέρων ριζών και μάλιστα πειραματικά δεδομένα δείχνουν εντονότερη αντιοξειδωτική ικανότητα ακόμα και από δύο συνθετικά παρασκευασμένα αντιοξειδωτικά (BHT και BHA) που χρησιμοποιούνται ευρέως σήμερα στα συσκευασμένα κρέατα. Η αντιοξειδωτική δράση των υπόλοιπων συστατικών της, όπως είναι το γ-τερπινένιο και το *p*-κυμένιο είναι άγνωστη, όπως άλλωστε είναι άγνωστο αν υπάρχει συνέργεια όλων μαζί αυτών των συστατικών. Επίσης, η ρίγανη έχει πολύ ψηλά ποσοστά σε σίδηρο και είναι ένα από τα βότανα με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C.

Αντιοξειδωτικές φαινολικές ουσίες δεν ανευρίσκονται μόνο στο αιθέριο έλαιο της ρίγανης, αλλά και στο υπόλειμμα που απομένει μετά την υποβολή της σε απόσταξη με υδρατμούς. Οι ουσίες αυτές που περιέχονται με μορφή γλυκοζιτών συνιστούν τα μη πτητικά συστατικά της ρίγανης. Ενζυμική ή χημική υδρόλυση αυτών των γλυκοζιτών απελευθερώνει τις φαινολικές ουσίες που έχουν προστατευτική δράση έναντι της οξείδωσης του λίπους (Milos *et al.* 2000). Η θυμοκινόνη, που είναι το κύριο συστατικό (40,2%) της υδρόλυσης των εν λόγω γλυκοζιτών, θεωρείται υπεύθυνη για την αντιοξειδωτική δράση (Guenther & Althausen 1963, Milos *et al.* 2000).

Σε μελέτη των Kulisic *et al.*, εξετάστηκε η αντιοξειδωτική δράση του ελαίου της ρίγανης σαν πρόσθετο στα τρόφιμα. Η αντιοξειδωτική του δράση εξετάστηκε με τρεις διαφορετικές μεθόδους: τη δοκιμή blanching του β-καροτένιου (BCB), της δοκιμής του 2,2-διφαινύλιο-1-πικρολυ-δραζύλιο (DPPH) και της δοκιμής της αντίδρασης του θειοβαρβιτουρικού οξέος (TBARS). Βρέθηκε ότι το αιθέριο έλαιο, το διάλυμα του και τα καθαρά συστατικά του έχουν αντιοξειδωτική δράση με κάθε μέθοδο αντίστοιχα. Γενικά, η αντιοξειδωτική δράση του αιθέριου ελαίου ρίγανης είναι μικρότερη από αυτή της συνθετικής αντιοξειδωτικής βουτυλουδροξυτολουένης (BHT). Η συνεργιστική δράση

μεταξύ των ενώσεων που περιέχουν οξυγόνο θεωρήθηκε σαν πιθανός παράγοντας ο οποίος επηρέασε την αντιοξειδωτική δράση του αιθέριου ελαίου της ρίγανης.

Μια πειραματική έρευνα για την αντιοξειδωτική δράση της ρίγανης έδειξε ότι το έλαιο σε ποσοστό 0,5% έως 2,5% w/v σε χοιρινό κρέας, ανατρέπει την οξείδωση των λιπιδίων (Tanabe, Yoshida, & Tomita, 2002).

2.4.4 ANTIMΙΚΡΟΒΙΑΚΕΣ ΚΑΙ ANΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ LIME ΣΤΟ ΧΟΙΡΙΝΟ ΚΡΕΑΣ

Το Lime (*Citrus aurantifolia*) ανήκει στην οικογένεια *Rutaceae*, με λεία επιφάνεια, πρασινοκίτρινο χρώμα και ιδιαίτερα όξινο χυμό. Η κύρια μέθοδος παραλαβής αιθέριου ελαίου lime είναι η απόσταξη με ατμό. Το έλαιο που λαμβάνεται προέρχεται από την φλούδα του κι έχει έντονη γεύση, κίτρινο χρώμα και ιδιαίτερο άρωμα. Έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στη βιομηχανία καλλυντικών και αρωμάτων καθώς και σε αλκοολούχα ποτά.

Τα τελευταία χρόνια, μελέτες και πειράματα αποδεικνύουν τις αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ικανότητες των συστατικών του lime στα τρόφιμα και ιδιαίτερα στη συντήρηση του κρέατος με σκοπό την αύξηση της διάρκειας ζωής του και την αδρανοποίηση μικροοργανισμών που αναστέλλουν την ποιότητα και την συντήρηση του.

Το αιθέριο έλαιο του Lime αποτελείται από τερπένια, σесκιτερπένια, οξυγονούχες ενώσεις (αλδεΐδες, κετόνες, οξέα, αλκοόλες), φλαβονοειδή όπως φλαβονόλες και φλαβονόνες και άλλες φαινολικές ενώσεις. Σημαντικά χημικά συστατικά αποτελούν η κιτράλη, το λιμονένιο, η λιναλοόλη, νεράλη, β-πινένιο, γ-τερπινένιο, τερπινεόλη, γερανιάλη, καρσετίνη, καμπερόλη. Το ποσοστό των συστατικών που βρίσκονται στο αιθέριο έλαιο εξαρτάται από την διαδικασία εξαγωγής, την επεξεργασία των δειγμάτων και τις περιβαλλοντικές συνθήκες που βρίσκεται το φυτό.

(Alawiya and Hassain, 2016; Burt, 2002; Sadam et al., 2004) σε πείραμα τους, παρέλαβαν αιθέριο έλαιο lime με σκοπό την μελέτη της αντιμικροβιακής του ιδιότητας. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν δείχνουν ότι η κιτράλη σε ποσοστό 11% και το λεμονένιο σε ποσοστό 50-80% παρουσιάζουν υψηλή αντιμικροβιακή δράση έναντι Gram θετικών μικροοργανισμών που βρίσκονται στο χοιρινό κρέας όπως *Staphylococcus aureus* και αρνητικών Gram όπως *E. coli* και *Salmonella spp.* Συγκεκριμένα, η κιτράλη δρά

διαταράσσοντας την κυτταροπλασματική και εξωτερική μεμβράνη του *E.coli* που βρίσκεται στο χοιρινό κρέας ενώ το λιμονένιο δρά ανασταλτικά έναντι του *Staphylococcus aureus* .

Η παρουσία των κορεσμένων λιπών στο χοιρινό κρέας καθιστά ικανή την οξειδωτική του αλλοίωση όταν εκτίθενται στον αέρα με αποτέλεσμα την ανάπτυξη δυσάρεστων οσμών. Η οξειδωτική αλλοίωση στο κρέας επιδεινώνεται από την παρουσία προοξειδωτικών όπως ελεύθερο σίδηρο, μπορεί να μειωθεί με την χρήση αιθέριων ελαίων με αντιοξειδωτικές δράσεις πριν από την συντήρηση του.

Η αντιοξειδωτική δραστηριότητα του αιθέριου ελαίου Lime , υποδηλώνει την ικανότητα των βιοδραστικών ενώσεων να διατηρούν τη δομή και λειτουργία των κυττάρων με την αποτελεσματική εκκαθάριση ελεύθερων ριζών, αναστέλλοντας αντιδράσεις υπεροξειδωσης λιπιδίων και εμποδίζοντας άλλη οξειδωτική βλάβη που αναστέλλει την υπεροξειδωση των λιπιδίων. Η αντιοξειδωτική του ικανότητα οφείλεται στα τετρακυκλικά τριτερπένια που παρουσιάζουν μεγαλύτερη δράση ακόμα και από τα χημικά συντηρητικά που προστίθενται στο κρέας όπως επίσης και στην καρσετίνη και καμπερόλη.

3.ΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ ΩΣ ΦΥΣΙΚΟ ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΟ ΓΙΑ ΤΟ ΚΡΕΑΣ

3.1 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

<<Ελαιόλαδο>> χαρακτηρίζεται το έλαιο που λαμβάνεται από τους καρπούς της ελαιίας της Ευρωπαϊκής(OLEA EUROPEA) με μέσα αποκλειστικά μηχανικά και μεθόδους ή επεξεργασίες οπωσδήποτε φυσικές, σε θερμοκρασίες που να μην προκαλούν αλλοίωση του ελαίου.

Το ελαιόλαδο αποτελεί κυρίως, μείγμα εστέρων της γλυκερίνης (τριγλυκερίδια) με τα ανώτερα λιπαρά οξέα, μερικά από τα οποία είναι ακόρεστα ενώ άλλα είναι κορεσμένα. Εκτός από τα τριγλυκερίδια το ελαιόλαδο περιέχει μικρές ποσότητες και από άλλα συστατικά όπως: ελεύθερα λιπαρά οξέα, φωσφολιπίδια, στερόλες, φαινόλες, τοκοφερόλες, χρωστικές και διάφορες ρητινοειδείς και ζελατινοειδείς ουσίες.

Έτσι, τα συστατικά του ελαιόλαδου κατατάσσονται στις ακόλουθες δύο κατηγορίες:

- Τα συστατικά του σαπωνοποιημένου τμήματος του λαδιού(τριγλυκερίδια, φωσφολιπίδια ελεύθερα λιπαρά οξέα κ.α).
- Τα συστατικά του μη σαπωνοποιημένου τμήματος του λαδιού(υδρογονάνθρακες, αλειφατικές αλκοόλες, στερόλες,φαινόλες κ.α)

1. Σαπωνοποιημένα συστατικά ελαιόλαδου

Το σαπωνοποιημένο μέρος αποτελεί περίπου το 98,5 % του ελαιόλαδου και αποτελούνται από τριγλυκερίδια , τα οποία περιέχουν λιπαρά οξέα . Τα λιπαρά οξέα μπορεί να είναι κορεσμένα ,πολυακόρεστα ή μονοακόρεστα . Το ελαιόλαδο έχει κατά μέσο όρο 77 % μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, 9% πολυακόρεστα και 14 % κορεσμένα λιπαρά οξέα

Η σύνθεση του ελαιόλαδου σε λιπαρά οξέα, όπως και των άλλων φυτικών λαδιών, κυμαίνεται και εξαρτάται από την ποικιλία, τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής όπου καλλιεργούνται τα δένδρα και από διάφορους άλλους παράγοντες .

Το μεγαλύτερο ποσοστό των λιπαρών οξέων του ελαιόλαδου συνίσταται από ακόρεστα οξέα. Μεταξύ αυτών το μονοακόρεστο ελαϊκό περιέχεται σε μεγαλύτερη ποσότητα. Το δεύτερο κατά σειρά ακόρεστο λιπαρό οξύ του ελαιόλαδου είναι το λινελαϊκό. Τα άλλα ακόρεστα οξέα, λινολενικό, αραχιδονικό και παλμιτολεϊκό συναντώνται στο ελαιόλαδο σε πολύ μικρές ποσότητες. Από τα κορεσμένα οξέα σε μεγαλύτερο ποσοστό συναντάται το παλμιτικό και ακολουθεί το στεατικό. Τα κύρια γλυκερίδια του ελαιόλαδου είναι αυτά του ελαϊκού οξέος, που μόνα τους ξεπερνούν το 70:80% του βάρους του λαδιού. Επειδή τα γλυκερίδια αυτά είναι υγρά, σε θερμοκρασία δωματίου, το ελαιόλαδο, στο σύνολο του, παραμένει σε υγρή κατάσταση στις συνήθεις θερμοκρασίες δωματίου.

- Φωσφολιπίδια

Το ελαιόλαδο περιέχει μικρή ποσότητα φωσφολιπιδίων που κυμαίνεται από 40-135ppm. Η μεγαλύτερη ποσότητα των φωσφολιπιδίων προέρχεται από τον πυρήνα του ελαιοκάρπου. Τα φωσφολιπίδια που συναντώνται, συνήθως, στο ελαιόλαδο είναι η λεκιθίνη και η κεφαλίνη.

2. Ασαπωνοποίητα συστατικά ελαιολάδου

- Υδρογονάνθρακες

Το κύριο όμως συστατικό του κλάσματος των υδρογονανθράκων του ελαιόλαδου είναι ο τριτερπενικός υδρογονάνθρακας σκουαλένιο, που αποτελεί πρόδρομο της βιοσύνθεσης των στερολών. Είναι ένας πολυακόρεστος υδρογονάνθρακας με τριάντα άτομα άνθρακα.

Το ελαιόλαδο περιέχει περισσότερο σκουαλένιο από όλες τις άλλες γνωστές λιπαρές ύλες.

- Στερόλες

σύνθεση του στερολικού κλάσματος του ελαιολάδου είναι πιο πολύπλοκη απ' ό,τι πίστευαν αρχικά. Πέρα από τα κύρια συστατικά (σιτοστερόλη, στιγμαστερόλη, και Δ5- ανεμαστερόλη) βρέθηκαν και ίχνη χοληστερόλης, Δ7- ανεμαστερόλης και διάφορων άγνωστων συστατικών. Η συνολική περιεκτικότητα του ελαιολάδου σε στερόλες, κυμαίνεται από 180:265 mg/100g.

Κατά το χρόνο αποθήκευσης του ελαιολάδου και με την αύξηση της οξειδωσης παρατηρείται μείωση της περιεκτικότητας σε στερόλες.

- Τοκοφερόλες

Οι τοκοφερόλες είναι ετεροκυκλικές ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους. Οι ενώσεις αυτές βρίσκονται σ' όλα τα φυτικά λάδια. Συναντώνται επίσης και στα ζωικά λίπη αλλά σε μικρότερο ποσοστό. Διάφορα είδη τοκοφερολών έχουν προσδιοριστεί και είναι γνωστές σαν α,β,γ,δ,ε και ζ. Οι τοκοφερόλες διαφέρουν 4εταξύ τους ως προς τη θέση στην οποία βρίσκονται οι 4εθυλικές ο4άδες. Από τις τοκοφερόλες οι οποίες συναντώνται στο ελαιόλαδο η <<α>> βρίσκεται σε ποσοστό 88,5%, η <<β+γ>> σε ποσοστό 9,9% και η <<δ>> σε ποσοστό 1,6%. Η συνολική περιεκτικότητα των τοκοφερολών στο ελαιόλαδο ποικίλει ανάλογα από το αν παραλαμβάνεται από τον πυρήνα της ελιάς που περιέχει μεγαλύτερο ποσοστό τοκοφερολών ή αν προέρχεται από το σαρκώδες μέρος του καρπού.

- Φαινόλες

Οι κυριότερες από τις φαινόλες που συναντώνται στο ελαιόλαδο είναι η τυροσόλη και η υδροξυ-τυροσόλη. Η τελευταία μάλιστα παρουσιάζει αξιόλογη αντιοξειδωτική δράση. Εκτός από τις δυο αυτές φαινολικές ουσίες έχουν ανιχνευθεί, στο ελαιόλαδο και φαινολικά οξέα όπως είναι το καφεϊκό(3,4 διυδροξυ-κι4ικό), το πρωτοκατεχικό (3,4-διυδροξυβενζοϊκό) και διάφορα άλλα. Η τυροσόλη βρίσκεται σχεδόν σ' όλα τα ελαιόλαδα. Τόσο η τυροσόλη όσο και η υδροξυ-τυροσόλη πιστεύεται ότι πέρχονται από την υδρόλυση της ελευρωπαινης ενώ οι άλλες(βενζοϊκό και κινναμικό οξύ) από την υδρόλυση των φλαβονοειδών (ανθοκυάνες, φλαβόνες), οι οποίες βρίσκονται σε σημαντικές ποσότητες ειδικά στον ώριμο καρπό.

- Μη γλυκεριδικοί εστέρες λιπαρών οξέων

Οι μη γλυκεριδικοί εστέρες του ελαιόλαδου περιέχουν σχεδόν τα ίδια λιπαρά οξέα, τα οποία συναντώνται και στο γλυκεριδικό τμήμα. Έχουν προσδιοριστεί Εστέρες αλειφατικών αλκοολών (C27,C32), στερολών (β:σιτοστερόλη, καμπεστερόλη, στιγμαστερόλη, κτλ) και τριτερπενικών αλκοολών.

- Καροτενοειδείς χρωστικές

Στο ελαιόλαδο συναντώνται διάφορα καροτινοειδή. Η ξανθοφύλλη (C₄₀H₅₆O₂), που είναι υδροξυλιωμένο α καροτίνιο, καλύπτει το 4εγαλύτερο ποσοστό. Ακολουθούν τα καροτίνια και σε ελάχιστες ποσότητες το λικοπένιο. Τα καροτίνια, είναι τρεις ισο4ερείς ακόρεστοι υδρογονάνθρακες (α, β και γ καροτίνη) του τύπου C₄₀H₅₆. Η β:καροτίνη υπάρχει σε αναλογία 85%, η α:καροτίνη σε 15% και η γ:καροτίνη σε ίχνη. Η περιεκτικότητα του ελαιολάδου, σε β:καροτίνη κυ4αίνεται από 330:3690(γ/kg λάδι).

- Δι-υδροξυ-τριτερπενικές αλκοόλες

Στο ελαιόλαδο συναντώνται η ερυθροδιόλη σε ποσοστό 7,2% και η ουβαόλη.

- Χρωστικές

Η κυριότερη χρωστική ουσία είναι η χλωροφύλλη. Η ουσία αυτή δίνει το χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα στο ελαιόλαδο αλλά αποτελεί και την κύρια αιτία της οξειδωτικής αλλοίωσης, αν αυτό έλθει σε επαφή με το φως. Η χλωροφύλλη υπάρχει στη μορφή της α και της β χλωροφύλλης. Η α μορφή είναι κυανοπράσινη, ενώ η β μορφή κιτρινοπράσινη.

- Αρωματικά συστατικά

Το ελαιόλαδο έχει χαρακτηριστικό άρωμα και πολλή ευχάριστη γεύση. Αυτό οφείλεται στην παρουσία μεγάλου αριθμού γευστικών και αρωματικών συστατικών. Σαράντα περίπου συστατικά έχουν εντοπιστεί ,στα οποία και αποδίδεται το χαρακτηριστικό άρωμα του καρπού της ελιάς. Στα συστατικά αυτά περιλαμβάνονται μια σειρά από κορεσμένες αλδεΰδες που έχουν επτά(C7) μέχρι δώδεκα(C12) άτομα άνθρακα, από μονοακόρεστες αλδεΰδες και τερπενοειδείς ενώσεις.

3.2 ΒΑΚΤΗΡΙΟΚΤΟΝΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ

Η βακτηριοκτόνος και αντιοξειδωτική δράση του ελαιόλαδου οφείλεται στις πολυφαινόλες που δρουν ανασταλτικά στην ανάπτυξη βακτηρίων που προκαλούν τροφολοιμώξεις και αλλοιώνουν το κρέας όπως *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia spp.*

Παρ όλα αυτά, το ελαιόλαδο αποτελεί λιπαρή ύλη που είναι εξαιρετικά ευαίσθητη στην οξείδωση των λιπιδίων . Τα προϊόντα της οξείδωσης έχουν δυσάρεστη οσμή και γεύση. Υποβαθμίζουν την ποιότητα των λιπαρής ύλης και σε μεγάλη ποσότητα θεωρούνται τοξικά γεγονός που την καθιστά ακατάλληλη για χρήση σε οποιοδήποτε τρόφιμο.

Ο συνδυασμός ελαιόλαδου με βότανα, φρούτα, λαχανικά μπορεί να ενισχύσει τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του ελαιόλαδου με σκοπό την διατήρηση του , την αποτροπή οξείδωσης του και εν συνεχεία την συντήρηση ευαλλοιώτων τροφίμων όπως το κρέας.

Σύμφωνα με πειραματική μελέτη που πραγματοποιήθηκε, η χημική σύσταση της ρίγανης αναλύθηκε με GS-MS. Το αιθέριο έλαιο ρίγανης προστέθηκε σε δείγματα παρθένου ελαιόλαδου σε ποσοστό 0,05%. Τα δείγματα αποθηκεύτηκαν σε 3 διαφορετικές συνθήκες: σκοτάδι, φώς, θερμοκρασία 60 °C και κατόπιν ελέγχθηκαν οι δείκτες οξείδωσης λιπιδίων.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες του ελαιόλαδου ενισχύθηκαν σε συνδυασμό με τις αντίστοιχες ιδιότητες του αιθέριου έλαιου ρίγανης. Παρατηρήθηκε υψηλή περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο(10,3%), σε θυμόλη(13,51%). Τα υπεροξειδία παρουσίασαν μείωση όπως επίσης τα συζευγμένα διένια και ρ-ανισίνη. Η χλωροφύλλη και οι φαινολικές ενώσεις παρουσίασαν υψηλότερα ποσοστά.

Επομένως, η ρίγανη λόγω της σύνθεσης της , επιβραδύνει την οξείδωση των λιπιδίων παρατείνοντας την διάρκεια ζωής του ελαιόλαδου και καθιστώντας το ασφαλές ύλη για την συντήρηση τροφίμων όπως το κρέας.

Β΄ ΜΕΡΟΣ

1. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Η πειραματική πορεία περιλαμβάνει την υδροαπόσταξη Lime και ρίγανης για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων τους και την ανάμειξη τους με ή χωρίς ελαιόλαδο με σκοπό την παρατήρηση της συμβολής τους ως φυσικά συντηρητικά στο χοιρινό κρέας.

1.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

ΥΛΙΚΑ

- Lime 2,3 kg
- Ρίγανη 1,5 kg
- Ελαιόλαδο 500 ml
- Φιλέτα χοιρινού κρέατος
- Ποτήρια ζέσεως 600ml
- Ποτήρια ζέσεως 500ml
- Διαχωριστική χοάνη 250ml
- Αλουμινένια κύπελλα

ΟΡΓΑΝΑ

- pHμετρο
- συσκευή απόσταξης
- Ζυγός ακριβείας

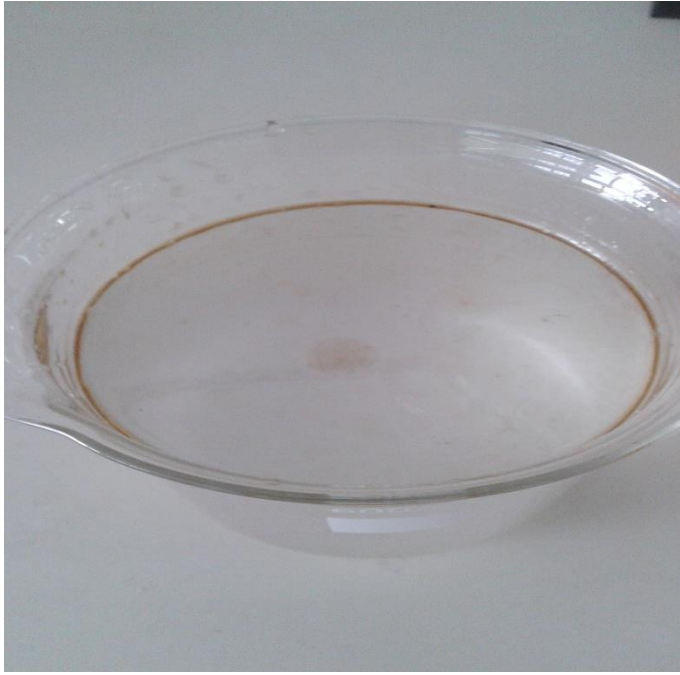
Το είδος της υδροαπόσταξης χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα στο παρελθόν, λόγω όμως των πολλών μειονεκτημάτων του η χρησιμοποίησή του έχει περιορισθεί αισθητά. Στην υδροαπόσταξη, το προς απόσταξη φυτικό υλικό, τοποθετείται σε σφαιρική φιάλη με νερό, που συνδέεται με ψυκτήρα και με θερμαντική συσκευή. Το χαρακτηριστικό της μεθόδου αυτής είναι ότι το νερό και το φυτικό υλικό είναι σε άμεση επαφή. Στην υδροαπόσταξη το προς απόσταξη φυτικό υλικό τοποθετείται στον άμβυκα αποστάξεως που περιέχει νερό. Στη συνέχεια το υλικό θερμαίνεται με φωτιά ή με ατμό που κυκλοφορεί στα τοιχώματα του άμβυκα με ειδικές σωληνώσεις. Η ταχύτητα της απόσταξης ρυθμίζεται από την ένταση της φωτιάς ή την ποσότητα των ατμών που κυκλοφορούν στα τοιχώματα και στις σωληνώσεις του άμβυκα. Στην αρχή της απόσταξης η ταχύτητα της είναι μικρή και στη συνέχεια αυξάνεται για να ληφθεί το μέγιστο ποσοστό του αιθέριου ελαίου. Στην υδροαπόσταξη πρέπει να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του φυτικού υλικού για να αποφεύγεται η θερμική διάσπαση των συστατικών των αιθέριων ελαίων.

Τα πλεονεκτήματα που συγκεντρώνει η υδροαπόσταξη είναι η απλότητα, η ευχρηστότητα, το χαμηλό κόστος και η ευκολία μεταφοράς. Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα της τεχνικής είναι ο μεγάλος χρόνος απόσταξης και η σχετικά μικρή απόδοση σε αιθέρια έλαια. Ακόμη, τα αιθέρια έλαια (που παραλαμβάνονται) είναι συνήθως κατώτερης ποιότητας, λόγω αποσυνθέσεως διαφόρων συστατικών λόγω υψηλών θερμοκρασιών.



Εικόνα 1 Συσκευή υδροαπόσταξης

Για την παραλαβή αιθέριου ελαίου Lime πραγματοποιήθηκαν 2 αποστάξεις χρησιμοποιώντας τις φλούδες του. Στην πρώτη απόσταξη χρησιμοποιήθηκαν 428,8 gr φλούδες και στη δεύτερη 532,7 gr φλούδες. Ο άμβυκας περιείχε 1,8lt στην πρώτη απόσταξη και στη δεύτερη 1,5lt. Η διαδικασία της απόσταξης διήρκησε 3:30 ώρες και το ανώτατο θερμοκρασιακό όριο ήταν 89°C. Μετά το πέρας κάθε απόσταξης Lime, το απόσταγμα αφήνεται για 24 ώρες σε ηρεμία σε δροσερό και σκοτεινό σημείο. Ακολουθεί εκχύλιση με διαχωριστική χοάνη για τον διαχωρισμό αιθέριου ελαίου από το νερό όπως φαίνεται στις εικόνες 2 και 3. Κατά την πρώτη εκχύλιση, η ποσότητα του αιθέριου ελαίου ήταν 3 ml και κατά την δεύτερη εκχύλιση ήταν 5ml.



Εικόνα 2 Απόσταγμα αιθέριου ελαίου Lime



Εικόνα 3 Εκχύλιση με διαχωριστική χοάνη ελαίου Lime

Για την παραλαβή αιθέριου ελαίου ρίγανης πραγματοποιήθηκε μια απόσταξη χρησιμοποιώντας 1,5 kg ρίγανη. Ο άμβυκας περιείχε 1,5 lt νερό. Η διαδικασία της απόσταξης διήρκησε 3 ώρες και το ανώτατο θερμοκρασιακό όριο ήταν 89°C. Μετά το πέρας της απόσταξης, το απόσταγμα αφήνεται σε ηρεμία σε δροσερό και σκοτεινό σημείο. Ακολουθεί εκχύλιση με διαχωριστική χοάνη για τον διαχωρισμό αιθέριου ελαίου από το νερό. Η ποσότητα αιθέριου ελαίου μετά την εκχύλιση ήταν 5 ml.

Κατόπιν, σε 100ml ελαιόλαδο διαλύονται 5ml αιθέριου ελαίου ρίγανης και σε 100ml ελαιόλαδο διαλύονται 5 ml αιθέριου ελαίου Lime. Όπως επίσης, σε 100ml ελαιόλαδο διαλύονται 5 ml αιθέριου ελαίου ρίγανης του εμπορίου και σε 100ml ελαιόλαδο διαλύονται 5 ml αιθέριου ελαίου Lime του εμπορίου.



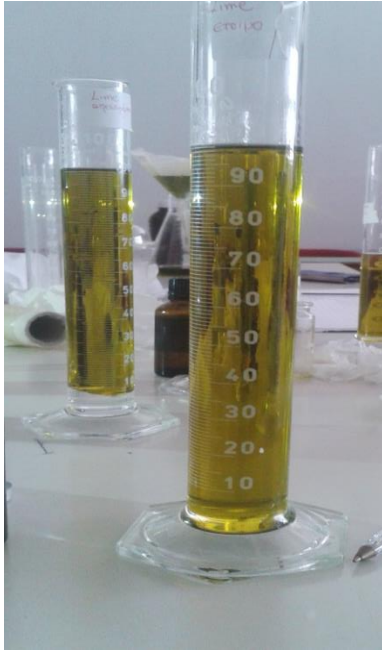
Εικόνα 4 Αραίωση 5ml Lime σε 100ml ελαιόλαδο



Εικόνα 5 Αραίωση 5ml Lime σε 100ml ελαιόλαδο



Εικόνα 6 Αραίωση 5ml ρίγανης σε 100ml ελαιόλαδο



Εικόνα 7 Αραίωση 5ml ρίγανης σε 100ml ελαιόλαδο

Σε αλουμινένια κύπελλα τα οποία περιέχουν ποσότητα αιθέριου ελαίου ρίγανης με ελαιόλαδο και αιθέριου ελαίου Lime με ελαιόλαδο, εμβαπτίζονται κομμάτια από φιλέτο χοιρινό πάχους 20mm.

Επίσης εμβαπτίζονται κομμάτια χοιρινού σε κύπελλα που περιέχουν μόνο αιθέριο έλαιο Lime και αιθέριο έλαιο ρίγανης, αιθέριο έλαιο ρίγανης του εμπορίου με ελαιόλαδο και αιθέριο έλαιο Lime του εμπορίου με ελαιόλαδο. Τα κομμάτια αυτά συγκρίνονται με κύπελλα που περιέχουν μάρτυρα που δεν έχει εμβαπτιστεί σε έλαιο και μάρτυρα που έχει εμβαπτιστεί σε ελαιόλαδο.

Παρασκευάζονται τόσα δείγματα ώστε να πραγματοποιηθούν δυο πειράματα σε διαφορετικές συνθήκες ψύξης. Στο πρώτο πείραμα τα δείγματα διατηρήθηκαν σε οικιακό ψυγείο με θερμοκρασιακό όριο 7°C και στο δεύτερο πείραμα σε επαγγελματικό ψυγείου με θερμοκρασιακό όριο 4°C.



Εικόνα 8 Εμβαπτισμένα δείγματα φιλέτου χοιρινού

Στο πρώτο πείραμα, μετράται το pH των δειγμάτων στις 3 και στις 7 μέρες, ως δείκτης ποιότητας του κρέατος και παρατηρείται η επιρροή των αιθέριων ελαίων και του ελαιόλαδου στην υφή και το χρώμα .

Στο δεύτερο πείραμα, μετράται το pH των δειγμάτων στις 3, 5, 7 μέρες ως δείκτης ποιότητας του κρέατος και παρατηρείται η επιρροή των αιθέριων ελαίων και του ελαιόλαδου στην υφή και το χρώμα .

1.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

1.2.1 Επίδραση ελαίων στο pH για τη συντήρηση του χοιρινού κρέατος

1° ΠΕΙΡΑΜΑ

Στο πρώτο πείραμα, τα δείγματα διατηρήθηκαν σε οικιακό ψυγείο θερμοκρασίας 7°C για 7 μέρες. Το pH του κρέατος πριν την εμφύσηση του κρέατος στα διαλύματα ήταν 6,53. Στις 3 μέρες μετρήθηκε το pH του κρέατος στο κάθε δείγμα καθώς και παρατηρήθηκε η υφή και το χρώμα του. Οι μετρήσεις pH παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Στην 7^η μέρα συντήρησης τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων είχαν πλήρως αλλοιωθεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 : Μέτρηση pH μετά από 3 μέρες συντήρησης

ΔΕΙΓΜΑΤΑ	pH1	pH2	pH3	M.O pH
Χοιρινό κρέας εμφύσητο σε α.ε Lime εμπορίου με ελαιόλαδο	7,83	7,85	7,83	7,83
Χοιρινό κρέας εμφύσητο σε α.ε Lime με ελαιόλαδο	7,58	7,56	7,54	7,56
Χοιρινό κρέας εμφύσητο σε α.ε Lime	7,74	7,75	7,72	7,73

Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης εμπορίου με ελαιόλαδο	7,03	7,09	7,10	7,07
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης με ελαιόλαδο	7,05	7,10	7,10	7,08
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε Α.Ε ρίγανης	7,65	7,66	7,64	7,65
Χοιρινό κρέας(Μάρτυρας)	8,52	8,52	8,50	8,51
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε ελαιόλαδο	6,59	6,57	6,58	6,57

Οι συνθήκες συντήρησης του χοιρινού κρέατος σε οικιακό ψυγείο θερμοκρασίας 7°C, δεν είναι οι κατάλληλες αφού οι συνιστώμενες συνθήκες συντήρησης είναι από 0°C έως 3°C σε συνθήκες υγρασίας 85-90% για 3 έως 7 ημέρες(ΕΦΕΤ,2003). Οι ακατάλληλες συνθήκες συντήρησης του κρέατος ευνοούν την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών που αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες 0-10°C όπως *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonas hydrophila*.

Φυσικά συντηρητικά όπως τα αιθέρια έλαια και το ελαιόλαδο επιδρούν στην αναστολή της ανάπτυξης των παθογόνων αυτών βακτηρίων αφού έχουν αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες . Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, το pH του μάρτυρα

αυξήθηκε πολύ περισσότερο σε σύγκριση με τα υπόλοιπα δείγματα. Όσον αφορά τα δείγματα με το αιθέριο έλαιο Lime, παρατηρείται ότι τόσο ο συνδυασμός του με το ελαιόλαδο όσο και μεμονωμένο, διατηρεί το pH του κρέατος σε μικρότερο ποσοστό σε σχέση με το μάρτυρα. Όσον αφορά, τα δείγματα με το αιθέριο έλαιο ρίγανης διατηρούν το pH του κρέατος ακόμα πιο χαμηλά από τον μάρτυρα. Ο συνδυασμός ρίγανης με το ελαιόλαδο παρουσιάζει την καλύτερη τιμή pH ακόμα και σε σχέση με το Lime γεγονός που αποδεικνύει ότι οι αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες του ελαιόλαδου ενισχύονται σε συνδυασμό με τις αντίστοιχες ιδιότητες του αιθέριου ελαίου ρίγανης. Τέλος, το δείγμα κρέατος που εμβάπτιστηκε μόνο σε ελαιόλαδο παρουσιάζει την μικρότερη τιμή pH αφού οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του ελαιόλαδου ευνοούν τη συντήρηση ευαλλοίωτων τροφίμων όπως το χοιρινό κρέας. Παρόλα αυτά, οι συνήθεις παθογόνοι μικροοργανισμοί που μπορούν να ευδοκιμήσουν στις συνθήκες ψύξης και pH του 1^{ου} πειράματος είναι *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonas hydrophila*., και αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες 0-10°C και με βέλτιστη περιοχή τιμών pH 7-7,5 και μέγιστη 9,5 η *Listeria monocytogenes*, 7,0-8,0 και μέγιστη 9 η *Yersinia enterocolitica*, 6,5 -7,5 και μέγιστη 9 η *Salmonella spp* .6-7 και μέγιστη 9,8 το *Staphylococcus aureus* και *Aeromonas hydrophila* με ελάχιστη τιμή pH 4 και μέγιστη 10.

2^ο ΠΕΙΡΑΜΑ

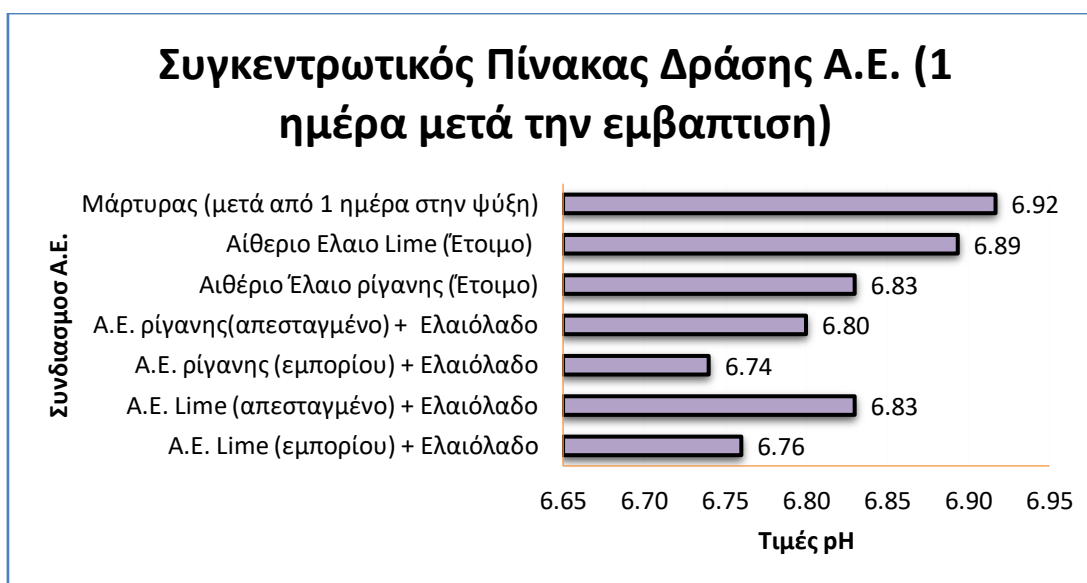
Στο δεύτερο πείραμα, τα δείγματα διατηρήθηκαν σε επαγγελματικό ψυγείο με θερμοκρασιακό όριο 4°C για 7 μέρες. Το pH του κρέατος πριν την εμβάπτιση του στα διαλύματα ήταν 6,73. Μετρήθηκε το pH του κρέατος στο κάθε δείγμα μετά την εμβάπτιση ,στις 3, 5 και 7 μέρες καθώς και παρατηρήθηκε η υφή και το χρώμα του σε αυτές τις μέρες. Οι μετρήσεις pH παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 : Μέτρηση pH μετά την εμφύσηση

ΔΕΙΓΜΑΤΑ	pH1	pH2	pH3	M.O pH
Χοιρινό κρέας εμφύσημένο σε α.ε Lime εμπορίου με ελαιόλαδο	6,75	6,76	6,78	6,76
Χοιρινό κρέας εμφύσημένο σε α.ε Lime με ελαιόλαδο	6,83	6,83	6,83	6,83
Χοιρινό κρέας εμφύσημένο σε α.ε Lime	6,89	6,89	6,90	6,89
Χοιρινό κρέας εμφύσημένο σε α.ε ρίγανης εμπορίου με ελαιόλαδο	6,75	6,74	6,75	6,74
Χοιρινό κρέας εμφύσημένο σε α.ε ρίγανης με ελαιόλαδο	6,80	6,79	6,81	6,80
Χοιρινό κρέας εμφύσημένο σε	6,80	6,84	6,85	6,83

α.ε ρίγανης				
Χοιρινό κρέας(μάρτυρας)	6,90	6,92	6,93	6,92

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: Συγκεντρωτικός Πίνακας Δράσης Α.Ε(1^η μέρα μετά την εμβάπτιση)



Οι συνθήκες συντήρησης του κρέατος στους 0 έως 3°C , σε συνθήκες υγρασίας 85-90% είναι οι κατάλληλες(ΕΦΕΤ,2003). Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, το pH των δειγμάτων μετά την εμβάπτιση έχει αυξηθεί ελάχιστα σε σύγκριση με το pH των δειγμάτων του 1^{ου} πειράματος. Το pH του μάρτυρα παρουσιάζει την μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα γεγονός που αποδεικνύει ότι τα αιθέρια έλαια και το ελαιόλαδο επηρεάζουν θετικά το pH του κρέατος και ενισχύουν τη συντήρηση του αφού μπορούν να επιβραδύνουν την ανάπτυξη των παθογόνων βακτηρίων που ευδοκιμούν σε χαμηλές θερμοκρασίες από 0-3°C όπως η *Listeria monocytogenes* με βέλτιστο pH 7-7,5 και μέγιστο 9,5 και *Yersinia enterocolitica* με βέλτιστο pH 7-8 και μέγιστο 9. Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των αιθέριων ελαίων ενισχύονται σε συνδυασμό με το ελαιόλαδο όπως φαίνεται από τα δείγματα που είναι εμβάπτιση σε αιθέριο έλαιο και ελαιόλαδο αφού παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές pH. Παρ' όλα αυτά και τα δείγματα που είναι εμβάπτιση μόνο σε αιθέρια έλαια διατηρούν το pH σχεδόν στις ίδιες τιμές με το αρχικό. Παρατηρείται επίσης ότι το αιθέριο έλαιο ρίγανης είναι πιο δραστικό σε σχέση

με το Lime. Τέλος , αξίζει να σημειωθεί πως η υδροαπόσταξη που χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή αιθέριου ελαίου Lime και ρίγανης αποτελεί μια μέθοδο με μικρή απόδοση σε έλαιο. Έτσι υπάρχει μια μικρή απόκλιση στην επίδραση του ελαίου με υδροαπόσταξη και του ελαίου του εμπορίου στο pH του δείγματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8: ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΚΑΙ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ

ΔΕΙΓΜΑΤΑ	ΒΑΡΟΣ ΚΡΕΑΤΟΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ(gr)	ΒΑΡΟΣ ΚΡΕΑΤΟΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΜΒΑΠΤΙΣΗ(gr)	ΑΠΟΔΟΣΗ(%)
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε Lime εμπορίου με ελαιόλαδο	10,32	11,05	0,0073
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε Lime με ελαιόλαδο	10,35	10,92	0,0057
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε Lime	11,05	11,55	0,0050
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης εμπορίου με ελαιόλαδο	11,17	12,03	0,0086
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης με	10,53	11,18	0,0065

ελαιόλαδο			
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης	9,15	9,76	0,0061

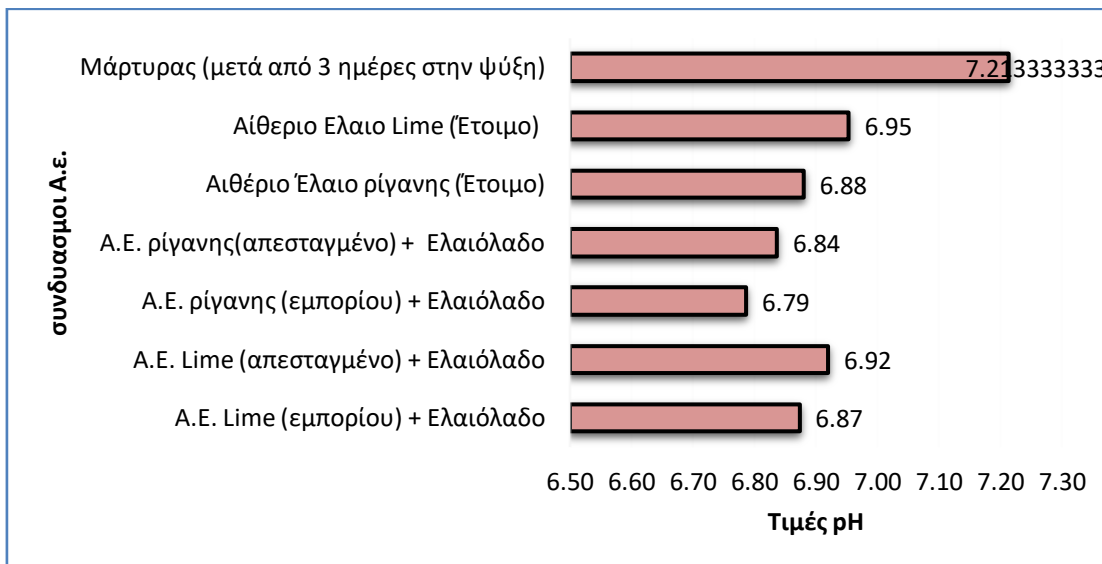
Μια μέρα μετά την εμφάνιση των δειγμάτων χοιρινού κρέατος σε διαλύματα αιθέριων ελαίων με ελαιόλαδο και διαλύματα μόνο με αιθέριο έλαιο μετράται το βάρος του κρέατος. Οι μετρήσεις δείχνουν ότι το βάρος του κρέατος αυξάνεται περισσότερο στα δείγματα αιθέριου ελαίου με ελαιόλαδο επομένως υπάρχει μεγαλύτερη απόδοση ελαίου. Η παραλαβή αιθέριων ελαίων με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης όπως παρουσιάζει ο πίνακας, αποφέρει έλαια με μικρότερη απόδοση και χαμηλότερης ποιότητας σε σύγκριση με τα έλαια του εμπορίου. Συγκεκριμένα, η υδροαπόσταξη δεν αποτελεί κατάλληλη μέθοδο για την παραλαβή αιθέριου ελαίου από φλούδα καρπού γι αυτό και τα διαλύματα με το Lime έχουν την χαμηλότερη απόδοση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9: Μέτρηση pH μετά από 3 μέρες συντήρησης

ΔΕΙΓΜΑΤΑ	pH1	pH2	pH3	M.O pH
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε Lime εμπορίου με ελαιόλαδο	6,86	6,87	6,89	6,87
Χοιρινό κρέας	6,92	6,92	6,92	6,92

εμβαπτισμένο σε α.ε Lime με ελαιόλαδο				
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε Lime	6,95	6,96	6,95	6,95
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης εμπορίου με ελαιόλαδο	6,79	6,79	6,78	6,79
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης με ελαιόλαδο	6,84	6,83	6,84	6,84
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης	6,87	6,89	6,88	6,88
Χοιρινό κρέας(μάρτυρας)	7,19	7,22	7,23	7,21

ΠΙΝΑΚΑΣ 10: Συγκεντρωτικός Πίνακας Δράσης α.ε (3^η μέρα συντήρησης)



Σύμφωνα με τον συγκεντρωτικό πίνακα 10, το pH των δειγμάτων την 3^η μέρα έχει αυξηθεί ελάχιστα μετά την εμφύσηση σε σύγκριση με το pH των δειγμάτων του 1^{ου} πειράματος. Το pH του μάρτυρα παρουσιάζει την μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα γεγονός που αποδεικνύει ότι τα αιθέρια έλαια και το ελαιόλαδο επηρεάζουν θετικά το pH του κρέατος και ενισχύουν τη συντήρηση του αφού μπορούν να επιβραδύνουν την ανάπτυξη των παθογόνων βακτηρίων που ευδοκιμούν σε χαμηλές θερμοκρασίες από 0-3°C όπως η *Listeria monocytogenes* με βέλτιστο pH 7-7,5 και μέγιστο 9,5 και *Yersinia enterocolitica* με βέλτιστο pH 7-8 και μέγιστο 9. Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των αιθέριων ελαίων ενισχύονται σε συνδυασμό με το ελαιόλαδο όπως φαίνεται από τα δείγματα που είναι εμφύσημένα σε αιθέριο έλαιο και ελαιόλαδο αφού παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές pH. Παρ' όλα αυτά και τα δείγματα που είναι εμφύσημένα μόνο σε αιθέρια έλαια διατηρούν το pH σχεδόν στις ίδιες τιμές με το αρχικό. Παρατηρείται επίσης ότι το αιθέριο έλαιο ρίγανης είναι πιο δραστικό σε σχέση με το Lime. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως η υδροαπόσταξη που χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή αιθέριου ελαίου Lime και ρίγανης αποτελεί μια μέθοδο με μικρή απόδοση σε

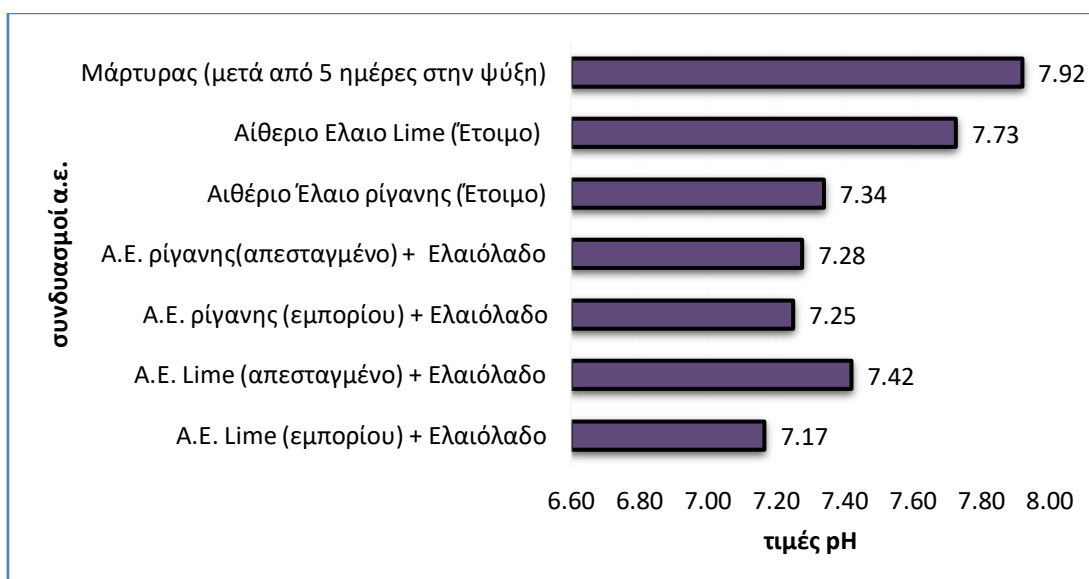
έλαιο. Έτσι υπάρχει μια μικρή απόκλιση στην επίδραση του ελαίου με υδροπόσταξη και του ελαίου του εμπορίου στο pH του δείγματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 11: Μέτρηση pH μετά από 5 μέρες συντήρησης

ΔΕΙΓΜΑΤΑ	pH1	pH2	pH3	M.O pH
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε Lime εμπορίου με ελαιόλαδο	7,15	7,17	7,18	7,16
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε Lime με ελαιόλαδο	7,43	7,40	7,43	7,42
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε Lime	7,74	7,72	7,72	7,72
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης εμπορίου με ελαιόλαδο	7,29	7,24	7,22	7,25
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης με ελαιόλαδο	7,27	7,28	7,28	7,28

Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης	7,32	7,37	7,33	7,34
Χοιρινό κρέας(μάρτυρας)	7,93	7,90	7,93	7,92

ΠΙΝΑΚΑΣ 12: Συγκεντρωτικός πίνακας δράσης α.ε (5^η μέρα συντήρησης)



Σύμφωνα με τον πίνακα 12, το pH των δειγμάτων την 5^η μέρα έχει αυξηθεί σε σύγκριση με το pH των δειγμάτων την 3^η μέρα. Το pH του μάρτυρα παρουσιάζει την μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα γεγονός που αποδεικνύει ότι τα αιθέρια έλαια και το ελαιόλαδο επηρεάζουν θετικά το pH του κρέατος και ενισχύουν τη συντήρηση του. Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των αιθέριων ελαίων ενισχύονται σε συνδυασμό με το ελαιόλαδο όπως φαίνεται από τα δείγματα που είναι εμβαπτισμένα σε αιθέριο έλαιο και ελαιόλαδο αφού παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές pH. Το αιθέριο έλαιο ρίγανης παραμένει πιο δραστικό σε σχέση με το Lime. Έτσι μειώνονται οι πιθανότητες αλλοίωσης του κρέατος από παθογόνους μικροοργανισμούς όπως ωστόσο η *Listeria monocytogenes* και *Yersinia enterocolitica* που μπορούν να αναπτυχθούν σε ελάχιστες θερμοκρασίες 0-

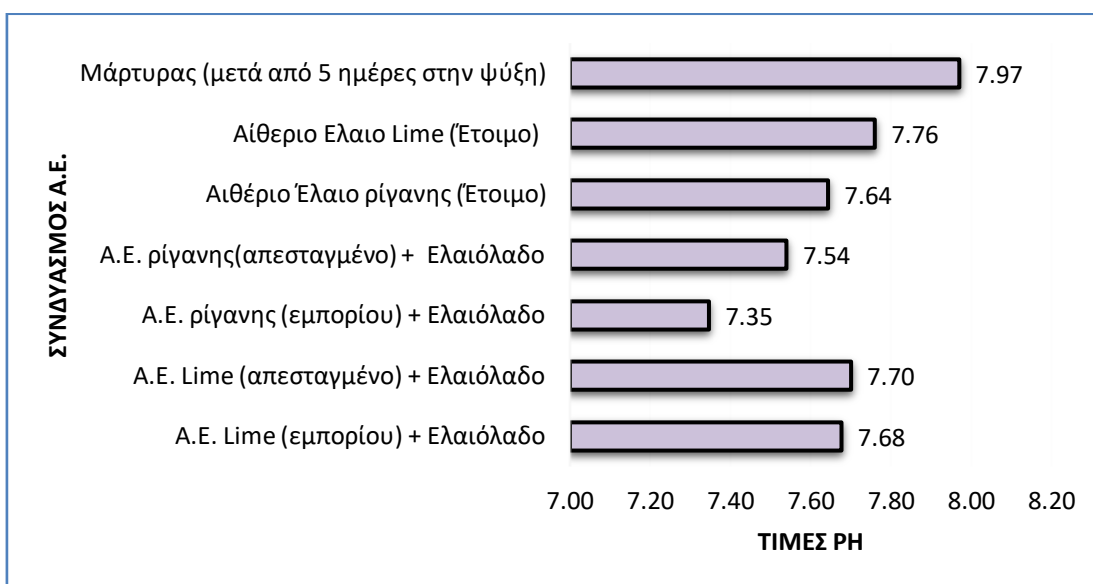
3°C.Τέλος, τα αιθέρια έλαια που αποστάχθηκαν με υδροαπόσταξη συνεχίζουν να παρουσιάζει απόκλιση με τα αιθέρια έλαια του εμπορίου λόγω της χαμηλής απόδοση σε έλαιο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 13: Μέτρηση pH μετά από 7 μέρες συντήρησης

ΔΕΙΓΜΑΤΑ	pH1	pH2	pH3	M.O pH
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε Lime εμπορίου με ελαιόλαδο	7,69	7,67	7,67	7,67
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε Lime με ελαιόλαδο	7,72	7,70	7,68	7,70
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε Lime	7,78	7,76	7,74	7,76
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης εμπορίου με ελαιόλαδο	7,35	7,35	7,34	7,34
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης με ελαιόλαδο	7,55	7,50	7,57	7,54
Χοιρινό κρέας εμβαπτισμένο σε α.ε	7,66	7,64	7,63	7,64

ρίγανης				
Χοιρινό κρέας(μάρτυρας)	7,97	7,97	7,97	7,97

ΠΙΝΑΚΑΣ 14: Συγκεντρωτικός Πίνακας Δράσης α.ε (7^η μέρα συντήρησης)



Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, το pH των δειγμάτων την 7^η μέρα έχει αυξηθεί σε σύγκριση με το pH των δειγμάτων την 5^η και την 3^η μέρα. Το pH του μάρτυρα παρουσιάζει συνολικά και τις 7 μέρες την μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα. Οι συνθήκες συντήρησης του κρέατος στους 0 έως 1°C, σε συνθήκες υγρασίας 85-90% είναι οι κατάλληλες ωστόσο η *Listeria monocytogenes* και *Yersinia enterocolitica* αναπτύσσονται σε ελάχιστες θερμοκρασίες 0- 3°C καθώς και η ανοδική τιμή του pH και μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών που ευδοκιμούν στο χοιρινό κρέας. Τα αιθέρια έλαια και το ελαιόλαδο επηρεάζουν θετικά το pH του κρέατος και ενισχύουν τη συντήρηση του. Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των αιθέριων ελαίων ενισχύονται σε συνδυασμό με το ελαιόλαδο όπως φαίνεται από τα δείγματα που είναι εμβαπτισμένα σε αιθέριο έλαιο και ελαιόλαδο αφού παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές pH. Το αιθέριο έλαιο ρίγανης παραμένει πιο δραστικό σε σχέση με το Lime. Έτσι μειώνονται οι πιθανότητες αλλοίωσης του κρέατος από τους ανωτέρω παθογόνους μικροοργανισμούς. Τέλος, τα αιθέρια έλαια που αποστάχθηκαν με υδροαπόσταξη

συνεχίζουν να παρουσιάζει απόκλιση με τα αιθέρια έλαια του εμπορίου λόγω της χαμηλής απόδοση σε έλαιο.

1.2.2 Επίδραση θερμοκρασίας συντήρησης και pH στο χρώμα και την υφή του χοιρινού κρέατος

1° ΠΕΙΡΑΜΑ

Η κυριότερη χρωστική του κρέατος είναι η μυογλοβίνη(Mb). Οι μεταβολές στο χρώμα που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της συντήρησης του χοιρινού κρέατος οφείλονται στις μετατροπές της μυογλοβίνης σε οξυμυογλοβίνη(MbO₂) και μεταμυογλοβίνη(Mb⁺), μετατροπές οι οποίες εξαρτώνται από τη συγκέντρωση του οξυγόνου στο περιβάλλον του κρέατος. Η οξυμυογλοβίνη οφείλεται για το φωτεινό κόκκινο χρώμα του κρέατος και η μεταμυογλοβίνη οφείλεται για το καστανό-κόκκινο χρώμα.

Το χοιρινό κρέας που χρησιμοποιήθηκε για το 1° πείραμα ήταν φρέσκο. Σε αυτή την περίπτωση, το οξυγόνο βρίσκεται σε περίσσεια και η διείσδυση του στο εσωτερικό του κρέατος είναι ελάχιστη, επομένως οι αντιδράσεις λαμβάνουν χώρα στην επιφάνεια του. Η θερμοκρασία συντήρησης των δειγμάτων έγινε στους 7°C. Το χρώμα του κρέατος επηρεάζεται αρνητικά από τις υψηλές θερμοκρασίες συντήρησης. Έτσι, με την πάροδο των ημερών συντήρησης, η κατανάλωση του οξυγόνου αυξήθηκε από την δραστηριότητα των ενζύμων της αερόβιας γλυκόλυσης με αποτέλεσμα τη μείωση της σχετικής πίεσης και τη διείσδυση του οξυγόνου στο εσωτερικό του κρέατος και τον σχηματισμό μεταμυογλοβίνης. Κατόπιν, το pH των δειγμάτων επηρεάζει εξίσου το χρώμα του κρέατος. Κρέας με υψηλό pH αποτελεί κρέας με κλειστή δομή(υφή) που συγκρατεί νερό στο εσωτερικό της μυϊκής μάζας, έχει στεγνή επιφάνεια και απορροφά μεγαλύτερο μέρος του φωτός που προσπίπτει. Έτσι, το χρώμα παρουσιάζεται σκοτεινό κόκκινο ανεξάρτητα από το ποσό της μυοσφαιρίνης που υπάρχει.

Την 3^η μέρα συντήρησης των δειγμάτων, η κατανάλωση του οξυγόνου δεν ήταν μεγάλη αφού το χρώμα των δειγμάτων διατηρούσε την φωτεινότητα του στα δείγματα. Το pH ήταν ελάχιστα αυξημένο από την αρχική τιμή pH. Το χρώμα ήταν ανοιχτό κόκκινο με μαλακή και υδαρή επιφάνεια. Με το πέρας των ημερών συντήρησης από την διείσδυση του οξυγόνου στο εσωτερικό και την αύξηση του pH των δειγμάτων, η μεταμυογλοβίνη σταδιακά εκτείνεται προς την επιφάνεια και το κρέας σκουραίνει, η υφή του έγινε γλοιώδης και η οσμή του ανεπιθύμητη.

2^ο ΠΕΙΡΑΜΑ

Στο 2^ο πείραμα, μετά την εμφάπτιση του χοιρινού κρέατος στα διαλύματα αιθέριων ελαίων με ελαιόλαδο και σε αυτά μόνο με αιθέριο έλαιο, παρατηρήθηκε το χρώμα του κρέατος συγκρίνοντας το με τον μάρτυρα και με το χοιρινό κρέας πριν την εμφάπτιση. Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται τα δείγματα κρέατος πριν και μετά από 24 ώρες εμφάπτιση στους 0-3°C.



Εικόνα 9 Δείγμα χοιρινού κρέατος πριν την εμφάπτιση

Κατά την κοπή φιλέτου χοιρινού κρέατος που εκτίθεται στην επίδραση του ατμοσφαιρικού οξυγόνου, σχηματίζεται στην επιφάνεια του οξυαιμοσφαιρίνη που προσδίδει στο κρέας λαμπερό ερυθρό χρώμα.



Εικόνα 10 Δείγμα μάρτυρα μετά την εμφάπτιση

Σε 24 ώρες, το χρώμα στην επιφάνεια του κρέατος έγινε πιο λαμπερό καθώς το οξυγόνο διαχέεται στο εσωτερικό του κρέατος και σχηματίζει οξυαιμοσφαιρίνη. Έτσι, μετά την εμφύσηση το χρώμα του μάρτυρα είναι πιο λαμπερό και η υφή του πιο ελκυστική.



Εικόνα 11 Δείγμα κρέατος εμφαπτισμένο σε α.ε(εμπορίου) Lime με ελαιόλαδο



Εικόνα 12 Δείγμα κρέατος εμφαπτισμένο σε αιθέριο έλαιο Lime με ελαιόλαδο



Εικόνα 13 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε αιθέριο έλαιο Lime

Στις εικόνες 3, 4 και 5 , το κρέας έχει εμβαπτιστεί σε διαλύματα αιθέριου ελαίου Lime με ελαιόλαδο και διαλύματα μόνο με αιθέριο έλαιο Lime. Τα διαλύματα δεν έχουν επιδράσει στο χρώμα του κρέατος αφού δεν παρουσιάζεται κάποια αλλαγή σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Τα δείγμα παρουσιάζουν εξίσου λαμπερό υποκόκκινο-ροζ χρώμα με ελκυστική υφή.



Εικόνα 14 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε (εμπορίου) ρίγανης και ελαιόλαδο



Εικόνα 15 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης με ελαιόλαδο



Εικόνα 16 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης

Στις εικόνες 6,7και 8 , το κρέας έχει εμβαπτιστεί σε διαλύματα αιθέριου ελαίου ρίγανης με ελαιόλαδο και διαλύματα μόνο με αιθέριο έλαιο ρίγανης. Τα διαλύματα δεν έχουν επιδράσει στο χρώμα του κρέατος αφού δεν παρουσιάζεται κάποια αλλαγή σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Τα δείγμα παρουσιάζουν εξίσου λαμπερό υποκόκκινο-ροζ χρώμα με ελκυστική υφή.

Μετά από 3 μέρες συντήρησης των δειγμάτων στους 0-3°C, παρατηρήθηκε το χρώμα των δειγμάτων με σκοπό την επίδραση του pH και των συνθηκών ψύξης στο χρώμα του κρέατος. Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται τα δείγματα κρέατος μετά από 3 μέρες συντήρησης



Εικόνα 17 Δείγμα κρέατος σε α.ε (εμπορίου) Lime και ελαιόλαδο μετα απο 3 μέρες συντήρησης



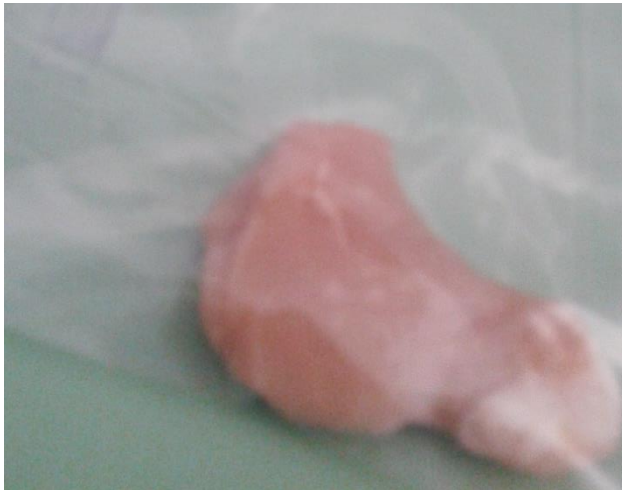
Εικόνα 18 Δείγμα κρέατος σε α.ε Lime και ελαιόλαδο μετα απο 3 μέρες συντήρησης



Εικόνα 19 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε Lime μετά απο 3 μέρες συντήρησης



Εικόνα 20 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε(εμπορίου) ρίγανης και ελαιόλαδο μετά από 3 μέρες συντήρησης



Εικόνα 21 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης και ελαιόλαδο μετά από 3 μέρες συντήρησης



Εικόνα 22 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης μετά από 3 μέρες συντήρησης



Εικόνα 23 Μάρτυρας μετά από 3 μέρες συντήρησης

Μετά από 3 μέρες συντήρησης σε θερμοκρασία 0-3°C, το οξυγόνο βρίσκεται σε περίσσεια και η διείδυση του στο εσωτερικό του κρέατος είναι ελάχιστη, επομένως οι αντιδράσεις λαμβάνουν χώρα στην επιφάνεια του. Το θερμοκρασιακό όριο είναι πιο μικρό σε σύγκριση με το 1^ο πείραμα. Με αυτό τον τρόπο, η κατανάλωση του οξυγόνου από τα ένζυμα της αερόβιας γλυκόλυσης δεν αυξάνεται και κατά συνέπεια και ο ρυθμός αυτοξειδωσης.

Όσον αφορά την επίδραση του pH στο χρώμα του κρέατος, τα δείγματα που ήταν εμβαπτισμένα σε αιθέρια έλαια με ελαιόλαδο και σε διαλύματα με αιθέρια έλαια διατήρησαν το pH σχεδόν ίδιο με το αρχικό pH. Το pH του μάρτυρα όμως αυξήθηκε πολύ περισσότερο γεγονός που προδιαθέτει το σχηματισμό μεταμυογλοβίνης και κατ'επέκταση πιο σκούρου χρώματος. Ο μάρτυρας όμως διατηρεί το υποκόκκινο-ρόζ χρώμα ίδιο με τα υπόλοιπα δείγματα. Ο ρυθμός διάχυσης όμως του οξυγόνου μειώνεται με τις χαμηλές θερμοκρασίες, με αποτέλεσμα ο ρυθμός σχηματισμού μεταμυογλοβίνης στον μάρτυρα να συμβεί με την πάροδο περισσότερων ημερών συντήρησης και το χρώμα του δείγματος να παραμένει σταθερό.

Μετά από 5 μέρες συντήρησης των δειγμάτων στους 0-3°C, παρατηρήθηκε το χρώμα των δειγμάτων με σκοπό την επίδραση του pH και των συνθηκών ψύξης στο χρώμα του κρέατος. Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται τα δείγματα κρέατος μετά από 5 μέρες συντήρησης



Εικόνα 24 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε (εμπορίου) Limeκαι ελαιόλαδο μετά από 5 μέρες συντήρησης



Εικόνα 25 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε Lime και ελαιόλαδο μετά απο 5 μέρες συντήρησης



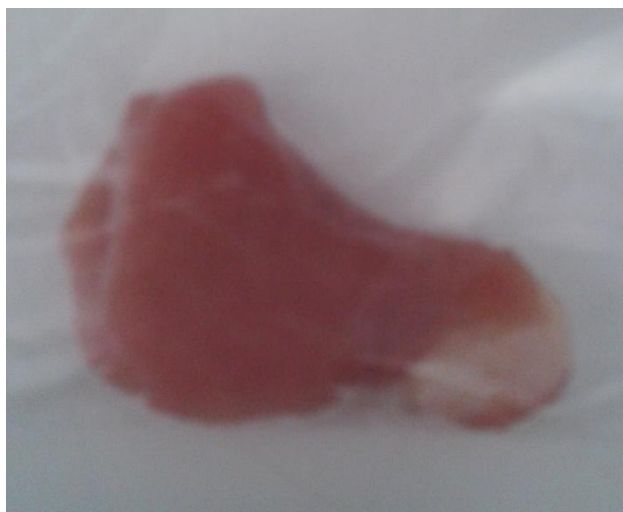
Εικόνα 26 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε Lime



Εικόνα 27 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε(εμπορίου) ρίγανης και ελαιόλαδο



Εικόνα 28 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης και ελαιόλαδο



Εικόνα 29 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης



Εικόνα 30 Μάρτυρας στις 5 μέρες συντήρησης

Μετά την 5^η μέρα συντήρησης, ο μάρτυρας εμφανίζει μια λεπτή καφετί στρώση η οποία σταδιακά εκτείνεται προς όλη την επιφάνεια. Το pH του την 5^η μέρα συντήρησης αυξήθηκε πολύ περισσότερο από τα δείγμα με τα αιθέρια έλαια και το ελαιόλαδο. Έτσι, εμποδίζεται η διάχυση O₂ προς το εσωτερικό με αποτέλεσμα η συγκέντρωση μυοσφαιρίνης να αυξάνεται και να εμφανίζεται πιο σκούρο χρώμα. Στα δείγματα κρέατος που εμβαπτίστηκαν σε αιθέριο έλαιο Lime και σε διαλύματα Lime και ελαιόλαδο υπάρχει αύξηση του τιμή σε υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με τα δείγμα που εμβαπτίστηκαν σε διαλύματα με ρίγανη. Παρ'όλα αυτά το χρώμα όλων των δειγμάτων που διαχειρίστηκαν και με Lime και με ρίγανη διατηρούν το χρώμα υποκόκκινο. Οι αντιμικροβιακές ιδιότητες των ελαίων και του ελαιόλαδου εμποδίζουν την ανάπτυξη μικροοργανισμών που προκαλούν μείωση της πίεσης του οξυγόνου και την ανάπτυξη καστανού χρώματος. Τέλος, η υφή και η οσμή των δειγμάτων κρέατος διατηρούσαν την ελκυστικότητα τους.

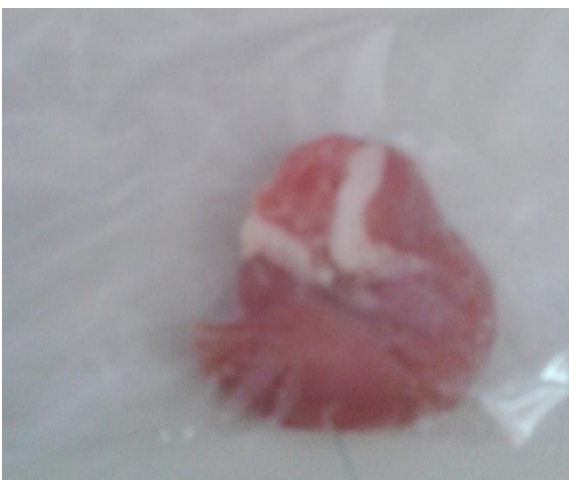
Μετά από 7μέρες συντήρησης των δειγμάτων στους 0-3°C, παρατηρήθηκε το χρώμα των δειγμάτων με σκοπό την επίδραση του pH και των συνθηκών ψύξης στο χρώμα του κρέατος. Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται τα δείγματα κρέατος μετά από 7 μέρες συντήρησης.



Εικόνα 31 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε(εμπορίου)Lime και ελαιόλαδο μετά απο 7 μέρες συντήρηση



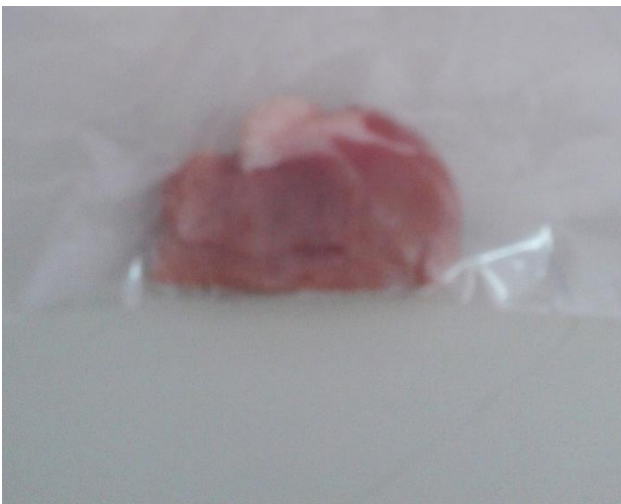
Εικόνα 32 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε Lime και ελαιόλαδο μετά από 7 μέρες συντήρησης



Εικόνα 33 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε Lime ,μετά απο 7 μέρες συντήρησης



Εικόνα 34 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε(εμπορίου) ρίγανης και ελαιόλαδο μετά απο 7 μέρες συντήρησης



Εικόνα 35 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης και ελαιόλαδο μετά απο 7 μέρες συντήρησης



Εικόνα 36 Δείγμα κρέατος εμβαπτισμένο σε α.ε ρίγανης μετά απο 7 μέρες συντήρησης



Εικόνα 37 Μάρτυρας μετά απο 7 μέρες συντήρησης

Με την πάροδο των ημερών και συγκεκριμένα την 7^η μέρα, το pH των δειγμάτων είχε αυξηθεί. Το pH του μάρτυρα είχε αυξηθεί περισσότερο και παρουσίαζε μια γλοιώδη υφή και το χρώμα του ήταν σκούρο. Σε αυτή την περίπτωση μπορεί να αναπτύχθηκαν μικροοργανισμοί που ευδοκιμούν σε χαμηλές συνθήκες ψύξης. Προκαλούν μείωση πίεσης οξυγόνου και ευνοούν τον σχηματισμό μεταμυοσφαιρίνης και του καστανού χρώματος. Τα δείγματα που εμβαπτίστηκαν σε αιθέρια έλαια και ελαιόλαδο αυξάνουν λιγότερο το pH τους σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Ενδεχομένως, οι αντιμικροβιακές τους ιδιότητες να εμποδίζουν τα βακτήρια που ευνοούν τον σχηματισμό της μεταμυοσφαιρίνης. Παρ' όλα αυτά εμφανίζουν μια λεπτή καφετί στρώση η οποία σταδιακά εκτείνεται προς όλη την

επιφάνεια. Έτσι, εμποδίζεται βαθμιαία η διάχυση O_2 προς το εσωτερικό με αποτέλεσμα η συγκέντρωση μυοσφαιρίνης να αυξάνεται και να εμφανίζεται πιο σκούρο χρώμα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία, μελετήθηκε η συμβολή των αιθέριων ελαίων Lime(*Citrus aurantifolia*), ρίγανης(*Origanum vulgare*) και ελαιόλαδου με σκοπό τη συντήρηση χοιρινού κρέατος σε διαφορετικές συνθήκες ψύξης για 7 ημέρες. Τα αιθέρια έλαια αποτελούν φυσικά συντηρητικά με αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Το ελαιόλαδο σε συνδυασμό με τα αιθέρια έλαια ενισχύει τις φυσικές και χημικές του ιδιότητες για την ενίσχυση ευαλλοιώτων τροφίμων όπως το κρέας.

Πραγματοποιήθηκαν 2 πειράματα στα οποία μετρήθηκε το pH των δειγμάτων κρέατος για να αξιολογηθεί η επιρροή του στη συντήρηση, το χρώμα και την υφή του κρέατος. Στο πρώτο πείραμα, τα δείγματα χοιρινού κρέατος εμβαπτίστηκαν σε διαλύματα αιθέριων ελαίων και ελαιόλαδου και σε διαλύματα μόνο με αιθέρια έλαια. Συγκρίθηκε το pH τους με το pH μάρτυρα σε συνθήκες ψύξης με θερμοκρασία 7°C. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το pH του μάρτυρα από την 3^η μέρα είχε αυξηθεί περισσότερο από τα υπόλοιπα δείγματα αλλά παρ' όλα αυτά, όλα τα δείγματα είχαν αυξημένες τιμές pH. Αυτό οφείλεται στις ακατάλληλες συνθήκες ψύξης και υγρασίας που χρησιμοποιήθηκαν για την συντήρηση του χοιρινού αφού ευνοούν την ανάπτυξη μικροοργανισμών που ευδοκιμούν σε θερμοκρασίες 0-10°C και συμβάλλουν στο σχηματισμό μεταμυοσφαιρίνης και ανάπτυξης καστανού χρώματος στο κρέας. Μέχρι την 7^η μέρα, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά όλων των δειγμάτων είχαν πλήρως αλλοιωθεί.

Στο 2^ο πείραμα, τα δείγματα χοιρινού κρέατος εμβαπτίστηκαν εξίσου σε διαλύματα αιθέριων ελαίων και ελαιόλαδου και σε διαλύματα μόνο με αιθέρια έλαια. Συγκρίθηκε το pH τους με το pH μάρτυρα σε συνθήκες ψύξης με θερμοκρασία 0-3°C με σχετική υγρασία 85-90% την 3^η, 5^η και 7^η μέρα. Τα αποτελέσματα την 3^η, 5^η και 7^η ημέρα έδειξαν ότι το pH των δειγμάτων με διαλύματα αιθέριων ελαίων και ελαιόλαδο και διαλύματα μόνο με αιθέρια έλαια ήταν πολύ χαμηλότερο από το pH του μάρτυρα. Έτσι, παρατηρείται ότι, οι κατάλληλες συνθήκες ψύξης και υγρασίας, οι αντιμικροβιακές ιδιότητες των αιθέριων και του ελαιόλαδου εμποδίζουν την ανάπτυξη παθογόνων βακτηρίων που αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες 0-5°C όπως *Listeria monocytogenes* και *Yersinia enterocolitica*. Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των αιθέριων ελαίων και του ελαιόλαδου επιβραδύνουν την απώλεια χρώματος στο κρέας και διατηρούν το κόκκινο χρώμα καθυστερώντας τον σχηματισμό μεταμυοσφαιρίνης.

Κατόπιν, παρατηρήθηκε και στα δύο πειράματα ότι η ρίγανη ήταν πιο δραστική από το Lime. Οι αντιμικροβιακές ιδιότητες των ελαίων δεν είναι ίδιες σε όλα τα έλαια. Αποδίδονται στις φαινολικές ενώσεις και συγκεκριμένα στην παρουσία ομάδων υδροξυλίου και στη σχετική τους θέση στο φαινολικό δακτύλιο. Γι αυτό δεν υπάρχει ξεκάθαρα βιβλιογραφικά η ποσότητα ελαίων που πρέπει να εμβαπτίζεται το κρέας ώστε να αποτελεί φυσικό συντηρητικό χωρίς να επηρεάζει τις οργανοληπτικές ιδιότητες του χοιρινού κρέατος. Τέλος, η απόδοση των αιθέριων ελαίων εξαρτάται από την μέθοδο παραλαβής τους. Τα αιθέρια έλαια του εμπορίου που χρησιμοποιήθηκαν είχαν καλύτερη απόδοση σε σχέση με τα αιθέρια έλαια που η παραλαβή τους έγινε με υδροαπόσταξη. Η υδροαπόσταξη αποτελεί μια εύχρηστη μέθοδο απόσταξης αλλά παραλαμβάνονται έλαια χαμηλότερης απόδοσης και κατώτερης ποιότητας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- G.H Zhou, X L Xu, Y Liu.(2010).*Preservation technology for fresh meat.A review*. Meat science,86,pp 119-128.
- FAO.(1992). Meat and meat products in human nutrition in developing countries, Rome, 1992.
- Jose-Luis Rios.(2016). *Essential oils: What they are and how the terms are used and defined*. Essential oils in Food Preservation, Flavor and Safety,pp3-10.
- Alexandros Ch. Stratakos, Anastasios Koidis. (2016). Methods for extracting essential oils, pp 31-38.
- Oluyemisi Elizabeth Adelakum, Olusegun James, Oyclade Bosede, Folake Olanipekun. (2016). *Use of essential oils in food preservation*. Essential oils in Food Preservation, Flavor and Safety,pp 71-84.
- Sara Burk. (2004). *Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in food-a review*. International Journal of Food Microbiology,94,pp 223-253.
- Valeria Velasco, Pamela Williams. (2011). *Improving meat quality through natural antioxidants*. Chilean Journal of Agricultural Research,71.
- C.M.Cook T. Lanaras. (2015). *Essential oils: Isolation, Production and Uses*. Encyclopedia of Food and Health,pp 552-557.
- G.Buchbauer, I.M Wallner. (2015). *Essential Oils: Properties, Composition and Health Effects*. Encyclopedia of Food and Health, pp 558-562.
- M.K Fasseas, K.C Mountzouris, P,A Tarantilis, M. Polissiou, G. Zervas. (2007). *Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils*. Food Chemistry, 106, pp 1188-1194.
- T. Kulisic, A. Radonic, V. Katalinic, M. Milos. (2003). *Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil*. Food Chemistry, 85,pp 663-640.
- Walter Randazzo, Ana Jimenez-Belenguer, Luca Settanni, Angela Perdones, Marta Moschetti, Eristanna Palazzolo, Valeria Guarrassi, Maria Vargas, Giancarlo Moschetti. (2015). *Antilisterial effect of citrus essential oils and their performance in edible film formulation*. Food Control, 59, pp 750-758.
- Najwa Nasser Al- Jabri, Mohamnad Amzad Hossain. (2014). *Comparative chemical composition and antimicrobial activity study of essential oils from two imported lemon*

fruits samples against pathogenic bacteria. Beni- suel University Journal of basic and applied sciences, 3, pp 247-253.

- Katie Fisher, Carol Phillips. (2008). *Potential antimicrobial uses of essential oils in food: Is citrus the answer?* .Trends in Food Science & Technology, 19, pp 156-164.
- J. Blasco, S. Cobero, E. Molto. (2016). *Quality Evaluation of Citrus Fruits*. Computer Vision Technology For Food Quality Evaluation(Second Edition), pp 136-140.
- A.E Matheyambath, P. Dadmanabhan, G. Palinath. (2016). *Citrus Fruits*. Encyclopedia of Food and Health, pp 136-140.
- Marija Boskovic, Nemanja Zdravkovic, Jelena Ivanovic, Jelena Janjic, Jasn Djordjevic, Marija Starcevic, Milan Baltic. (2015). *Antimicrobial activity of Thyme (Tymus vulgaris) and Oregano(Origanum vulgare) essential oils against some foodborne microorganisms*. Procedia Food Science, 5, pp 18-21.
- M. R Cruz-Valenzuelo, M.R Tapia Rodriguez, F.J Vazquez- Arnenta, B.A Silva- Espinoza, J.F Ayala-Zanad. (2016). *Lime(Citrus aurantifolia)Oils*. Essential oils in Food Preservation, Flavor and Safety,pp 531-537.
- Jochen Weiss, Monika Gubis, Valerie Schuh, Hanna Salmineh.(2010). Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. Meat Science,pp 196-213.
- Milda E. Embuscada. (2015). *Spices and herbs: Natural sources of antioxidants-a mini review*. Journal of functional foods,18, pp 811-819.
- Marina Bubonja- Sonje, Jasminka Giacometti, Maja Abram. (2011). Antioxidant and antilisterial activity of olive oil, cocoa, and rosemary extract polyphenols. Food Chemistry, 127, pp 1821-1827.
- Marianna Araujo, Filipa B. Pimentel, Rita C. Alves, M. Beatriz, P.P. Oliveira.(2015). *Phenolic compounds from olive mill wastes. Health effects analytical approach and application as food antioxidant* . Trends in Food Science & Technology, 45, pp 200-211.
- S. Cicerate, LJ Lucas,LSJ Keast. (2012). *Antimicrobial, antioxidant and anti- inflammatory phenolic activities in extra virgin oil*. Current Opinion in Biotechnology,23, pp129-135.
- Chunrong Xiang, Zhou Xu, Jie Lu, Tian Li, Zeshan Yang, Chunbang Ding. (2017). Quality, composition and antioxidant activity of virgin oil from introduced varieties at Liangsham. Food Science and Technology, 78, pp226-234.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Ιωάννης Γ.Μπλούκας. (2007). Τεχνολογία κρέατος , Κρέας και προϊόντα κρέατος, Αθήνα , Εκδόσεις Σταμούλης.
- ΕΦΕΤ.(2003).*Οδηγός Υγιεινής Νο9 για τις επιχειρήσεις αποθήκευσης και διανομής τροφίμων σε συνθήκες περιβάλλοντος, ψύξης και κατάψυξης.* Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:
http://www.efet.gr/portal/page/portal/efetnew/library/practice_guides?par=GUIDES
Τελευταία επίσκεψη: 5/05/2017
- Ιωάννης Αρβανιτογιάννης, Δήμητρα Σάνδρου, Λάζαρος Κούρτης.(2001). *Ασφάλεια Τροφίμων. Εφαρμογή της ανάλυσης επικινδυνότητας και κρίσιμων σημείων ελέγχου(HACCP) της βιομηχανίας τροφίμων και ποτών*, Αθήνα, University studio press