



Σχολή Επιστημών Τροφίμων
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Εναλλακτικές Μέθοδοι Συντήρησης Προϊόντων με Βάση Το Κρέας

MSc Thesis

Alternative Methods of Preservation of Meat Based Products



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ/NAME OF STUDENT

Κουμαρά Αικατερίνη - Χημικός, Τμήμα Χημείας ΑΠΘ

Koumara Aikaterini-Chemist, Department of Chemistry Aristotle University of Thessaloniki

ΟΝΟΜΑ ΕΙΣΗΓΗΤΗ/NAME OF THE SUPERVISOR

Δρ. Μαρία Γιαννακούρου – Καθηγήτρια, Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Dr. Maria Giannakourou - Professor, Department of Food Science and Technology

ΑΙΓΑΛΕΩ/AIGALEO 2019



Faculty of Food Sciences

Department of Food Science and Technology

Master of Science

FOOD INNOVATION, QUALITY AND SAFETY

MSc THESIS

NAME OF STUDENT

Koumara Aikaterini 20011

fiqs20011@uniwa.gr

SUPERVISOR

Dr. Maria Giannakourou

AIGALEO 2019

Έγινε δεκτή

Ο Διευθυντής του ΠΜΣ:

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (master thesis) με τίτλο 'Εναλλακτικές Μέθοδοι Συντήρησης Προϊόντων με Βάση Το Κρέας' που παρουσιάστηκε από την Κουμαρά Αικατερίνη, υποψηφίου για τον μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών στην ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

17/5/2022

Μαρία Γιαννακούρου

17/5/2022

Σπυρίδων Παπαδάκης

17/5/2022

Βασιλεία Σινάνογλου

Δήλωση περί λογοκλοπής/Copyright

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπογράφως ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας διπλωματικής εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή. Έχω αναφέρει πλήρως και με σαφείς αναφορές, όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών, είτε κατά κυριολεξία είτε βάσει επιστημονικής παράφρασης. Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των ανωτέρω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στην διπλωματική μου εργασία και κατά συνέπεια αποτυχία απόκτησης Τίτλου Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων. Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η διπλωματική εργασία προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ότι, αναλαμβάνω πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

Κουμαρά Αικατερίνη

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κυρία Μαρία Γιαννακούρου, Καθηγήτρια του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές της καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής της εργασίας μου. Επίσης τους καθηγητές κύριο Σπυρίδωνα Παπαδάκη, Καθηγητή συσκευασίας τροφίμων στο Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και την κα Βασιλεία Σινάνογλου Καθηγήτρια του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, στο Εργαστήριο Χημείας, Ανάλυσης & Σχεδιασμού Διεργασιών Επεξεργασίας Τροφίμων για τη συμμετοχή τους στην επιτροπή αξιολόγησης και τη βαθμολόγηση της εργασίας.

Ακόμα τον καθηγητή κύριο Τσάκνη Ιωάννη, Διευθυντή του ΠΜΣ και Κοσμήτορα της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής καθώς και όλους τους καθηγητές για τις γνώσεις τις οποίες αποκόμισα κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Επίσης την κυρία Παπαπαύλου, γραμματέα του ΠΜΣ για όλες τις πληροφορίες που προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της φοίτησής μου.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ από καρδιάς, στο σύζυγο, την κόρη μου και τους γονείς μου για την ενθάρρυνση, την υποστήριξη και τη βοήθεια που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία ασχολήθηκε με τη μελέτη του κρέατος και των προϊόντων του καθώς και των εναλλακτικών μεθόδων συντήρησής τους. Έγινε αναλυτική βιβλιογραφική έρευνα σχετικά με προϊόντα της αλλαντοποιίας όπως ζαμπόν, μπέικον, σαλάμι αέρος, πάριζα, πολτοί κρέατος και έτοιμα προς κατανάλωση προϊόντα κρέατος (RTE), μελετήθηκε ο τρόπος παρασκευής τους, η χρήση τους, η ασφαλής κατανάλωσή τους, ενώ ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στους τρόπους αλλοίωσής τους. Περιγράφηκαν αναλυτικά οι μηχανισμοί ποιοτικής υποβάθμισης των προϊόντων αυτών, που περιλαμβάνουν μικροβιολογικές μεταβολές (από αλλοιογόνους αλλά και παθογόνους μικροοργανισμούς), αλλά και ενζυμικές/χημικές αλλοιώσεις, όπως η οξειδωτική τάγγιση. Από τις πληροφορίες αυτές, προκύπτει ο ευαλλοιώτος χαρακτήρας, άρα και η ανάγκη εφαρμογής μεθόδων συντήρησης των κρεατοσκευασμάτων, προκειμένου να παραταθεί και ο χρόνος ζωής τους. Έτσι στις τελευταίες ενότητες αναλύθηκαν οι παραδοσιακές μέθοδοι συντήρησής τους και παρουσιάστηκαν στοιχεία σχετικά με νέες προτεινόμενες μεθόδους, που πρωτίστως στοχεύουν στην αντιμετώπιση των βασικών μειονεκτημάτων και προβληματισμών του καταναλωτικού κοινού αναφορικά με τις συμβατικές μεθόδους, όπως η θερμική επεξεργασία ή η χρήση συντηρητικών, όπως τα νιτρικά/νιτρώδη.

Abstract

The aim of the present work was to critically review the current status of meat and its products (deterioration mechanisms, manufacture stages, etc) as well as the alternative methods of their preservation. A detailed bibliographic study was conducted on meat products such as ham, bacon, air salami, sliced pork meat, meat pulps and ready-to-eat meat products (RTE), depending the way they were prepared, their use, their safe consumption, while special emphasis was given to the ways of their quality degradation. The mechanisms of quality deterioration of these products were described in detail, which include microbiological changes (from spoilage but also pathogenic microorganisms), but also enzymatic / chemical alterations, such as oxidative decay. Based on this information, the perishability of these products is well demonstrated, and the need to apply methods of preservation of meat products is obvious, in order to extend their shelf life. Thus, in the last sections, the traditional methods of their preservation were analyzed and data were presented on novel, proposed methods, which primarily aim at addressing the main disadvantages and concerns of the consumer public regarding conventional methods, such as heat treatment or the use of preservatives. nitrates / nitrites.

Περιεχόμενα

Δήλωση περί λογοκλοπής/Copyright.....	III
Ευχαριστίες.....	V
Περίληψη.....	VI
Abstract.....	VIII
Κεφάλαιο 1.....	1
Εισαγωγή.....	1
Κεφάλαιο 2.....	2
2.1 Ιστορικά στοιχεία.....	2
2.2.1 Αλλαντικά.....	4
2.2.2 Κρεατοσκευάσματα.....	6
2.2.3 Πρώτες ύλες.....	11
2.2.4 Τεχνολογία των προϊόντων αλλαντοποίησης.....	19
2.2.5 Προϊόντα κρέατος.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	49
ΑΛΛΟΙΩΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΡΕΑΤΟΣ.....	49
3.1 Μικροχλωρίδα του κρέατος.....	49
3.2 Αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί στο κρέας.....	51
3.3 Παθογόνοι μικροοργανισμοί στο κρέας.....	58
3.3.1 <i>Listeria monocytogenes</i>	59
3.3.2 <i>Salmonella spp.</i>	60
3.3.3 <i>Escherichia coli</i>	62
3.3.4 <i>Campylobacter</i>	65
3.3.5 <i>Staphylococcus aureus</i>	66
3.3.6 <i>Clostridium botulinum</i>	67
3.3.7 <i>Clostridium perfringens</i>	69
3.4 Μικροοργανισμοί ως δείκτες ποιότητας και ασφάλειας τροφίμων.....	70
3.4.1 Εντεροβακτήρια (Οικογένεια <i>Enterobacteriaceae</i>).....	71
3.4.2 Κολοβακτηριοειδή (<i>coliforms</i>).....	71
3.4.3 Κολοβακτηριοειδή κοπράνων (<i>faecal coliforms</i>).....	72
3.4.4 <i>Escherichia coli</i>	72
3.4.5 Εντερόκοκκοι.....	74
3.5 Χημική αλλοίωση κρέατος.....	75
3.5.1 Οξείδωση λιπιδίων.....	76
3.5.2 Ενζυματική αυτολυτική αλλοίωση.....	79

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	82
ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΡΕΑΤΟΣ.....	82
4.1 Γενικά στοιχεία για τη συντήρηση τροφίμων.....	82
4.1.1 Θερμική επεξεργασία.....	83
4.1.4 Ζεμάτισμα.....	86
4.1.5 Αφυδάτωση.....	87
4.1.6 Εξάτμιση.....	87
4.2 Αφαίρεση θερμότητας.....	88
4.2.1 Ψύξη.....	88
4.2.2 Κατάψυξη.....	88
4.3 Υπερυψηλή υδροστατική πίεση.....	89
4.4 Ακτινοβόληση.....	89
4.5 Παραδοσιακές μέθοδοι συντήρησης κρέατος και προϊόντων του.....	90
4.5.1 Ψύξη (Chilling).....	90
4.5.2 Κατάψυξη (freezing).....	91
4.5.3 Αλάτιση (salting).....	92
4.5.4 Κάπνιση.....	92
4.5.5 Νιτρώδη – Νιτρικά άλατα.....	93
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	95
5.1 Ακτινοβόληση.....	95
5.2 Υψηλή υδροστατική πίεση (High Pressure Processing, HPP).....	95
5.3 Μέθοδοι συσκευασίας.....	96
5.3.1 Συσκευασία υπό κενό.....	97
5.3.2 Συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP).....	97
5.4 Ωσμωτική αφυδάτωση.....	97
5.5 Αιθέρια έλαια.....	98
5.6 Εδώδιμες μεμβράνες.....	99
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	101
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	101
Βιβλιογραφία – Αναφορές.....	102

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό να μελετήσει και να παρουσιάσει προϊόντα κρέατος καθώς και να αναλύσει τις παραδοσιακές μεθόδους συντήρησης τους. Επιπρόσθετα, μελετώνται ορισμένες καινοτόμες-εναλλακτικές μέθοδοι σύμφωνα με τις οποίες μειώνεται ο κίνδυνος αλλοίωσης των προϊόντων αυτών ενώ ταυτόχρονα επιμηκύνεται η διάρκεια ζωής τους.

Αρχικά, ερευνήθηκαν οι τύποι των αλλαντικών και των κρεατοσκευασμάτων που υπάρχουν στο εμπόριο, με βάση τις μεθόδους παρασκευής τους. Αναλυτικότερα, μελετήθηκαν οι τρόποι παραγωγής τους καθώς παρουσιάστηκαν και τα διαγράμματα ροής των αλλαντικών θερμικής επεξεργασίας από σύγκοπτο κρέας, αυτούσια κομμάτια κρέατος, αλλαντικών αέρος καθώς και νωπών χωριάτικων λουκάνικων.

Αξίζει να τονιστεί, η επικινδυνότητα της αλλοίωσης του κρέατος και των προϊόντων του, η οποία χωρίζεται σε αλλοίωση η οποία προκαλείται από παθογόνους μικροοργανισμούς καθώς επίσης σε χημική και ενζυματική αλλοίωση. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που αλλοιώνουν το κρέας όπως το *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Staphylococcus aureus*, *Cambylobacter* και *Clostridium*, ενώ παράλληλα μελετήθηκαν οι μικροοργανισμοί που λειτουργούν ως δείκτες ποιότητας και ασφάλειας τροφίμων.

Χρειάζεται, επίσης, να σημειωθεί ότι μελετήθηκαν οι μέθοδοι συντήρησης των τροφίμων ενώ αναδεικνύονται μέθοδοι όπως ψύξη, κατάψυξη, αλάτιση, κάπνιση και προσθήκη χημικών ουσιών οι οποίες αποτελούν παραδοσιακές μεθόδους συντήρησης του κρέατος και των προϊόντων του.

Θα αποτελούσε σοβαρή παράλειψη να μην τονίσουμε την σπουδαιότητα καινοτόμων μη θερμικών μεθόδων συντήρησης, όπως η ακτινοβόληση, η υψηλή υδροστατική πίεση (HPP), μέθοδοι συσκευασίας (υπο κενό και υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα), ωσμωτική αφυδάτωση, αιθέρια έλαια και ενσωμάτωσή τους σε εδώδιμες μεμβράνες, οι οποίες έχουν εφαρμοστεί στα προϊόντα που μελετώνται στην παρούσα εργασία και αποτελούν σημαντικό άλμα για την συντήρηση του κρέατος.

Κεφάλαιο 2

2.1 Ιστορικά στοιχεία

Το κρέας, από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα, αποτελεί το κυριότερο μέρος της διατροφής του ανθρώπου. Παρουσιάζει γευστικότητα και υψηλή θρεπτική αξία. Περιέχει πρωτεΐνες όπως επίσης σίδηρο και βιταμίνες σε υψηλές συγκεντρώσεις.

Οι πρώτες αναφορές για την παραγωγή αλλαντικών δίνονται από τον Όμηρο. Στην Οδύσσεια περιγράφεται λεπτομερώς η παραγωγή και κατανάλωση αλλαντικών. Οι αρχαίοι Έλληνες είχαν δημιουργήσει δικές τους συνταγές παραγωγής αλλαντικών, παρασκευάζοντας χωριάτικο λουκάνικο. Η ανάγκη διατήρησης του κρέατος καθώς και η έλλειψη ψυγείου, συνετέλεσαν στην αλλαντοποίηση.

Η παραγωγή και η κατανάλωσή τους εξελίχθηκε κατά τη διάρκεια των Ρωμαϊκών χρόνων. Το σαλάμι οφείλει το όνομά του στη λατινική λέξη «salsus». Η παραγωγή προϊόντων κρέατος επεκτάθηκε από τις μεσογειακές χώρες στις χώρες της Βόρειας Ευρώπης στις οποίες ξεκίνησε η παραγωγή προϊόντων με καινούριους τρόπους επεξεργασίας προσαρμοσμένων στις κλιματολογικές συνθήκες κάθε τόπου.

Η παραγωγή αλλαντικών στην Ελλάδα ξεκίνησε στις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Μεγάλη ανάπτυξη πραγματοποιήθηκε το 1950-1970, όταν δημιουργήθηκαν νέες και πιο εξελιγμένες μονάδες αλλαντοποιίας οι οποίες με την πάροδο του χρόνου επικράτησαν στην αγορά. Σήμερα αποτελούν μια από τις σημαντικότερες ομάδες τροφίμων. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) δίνεται η κατανάλωση κρέατος ετησίως από το 1961 μέχρι το 2000 στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στην Ελλάδα.

Πίνακας 1: Κατανάλωση κρέατος (kg/άτομο ετησίως) και ρυθμοί μεταβολής αυτής

	Ε Ε (15)					1961/70	Μεταβολή επί τοις %		
	1961	1970	1980	1990	2000		1970/80	1980/90	1990/2000
	Σύνολο κρέατος	53.5	67.4	81.6	87.0		90.0	21.0	17.40
Κρέας βοοειδών	19.0	23.2	23.4	22.8	19.1				-16.23
Κρέας χοίρων	22.9	28.0	37.6	40.7	44.2				8.6
Κρέας αγριοπρωβάτων	3.4	3.3	3.3	3.8	3.5				-8.57
Κρέας πουλερικών	5.6	9.9	13.9	17.1	20.6				20.47
						Ε λ λ ά δ α			
Κρέας σύνολο	21.1	49.0	64.9	71.9	87.8	56.94	24.50	9.74	18.11
Κρέας βοοειδών	5.1	19.8	21.7	20.5	22.0				7.32
Κρέας χοίρων	4.4	6.3	15.5	19.6	33.6				71.43
Κρέας αγριοπρωβάτων	9.2	14.5	12.8	14.8	13.1				-12.98
Κρέας πουλερικών	1.5	7.5	13.5	15.8	17.6				11.39

2.2 Τεχνολογία παρασκευής αλλαντικών και προϊόντων κρέατος

Σύμφωνα με τον Κώδικα τροφίμων και Ποτών, κρέας ορίζεται το σύνολο των τμημάτων τα οποία έχουν ληφθεί από το σώμα των θηλαστικών, ζώων και πτηνών αφού αυτά έχουν σφαχθεί και χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο για την κάλυψη των διατροφικών του αναγκών (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών).

Με την έννοια διατηρημένο κρέας εννοείται το κρέας που έχει ληφθεί από ολόκληρα θερμόαιμα ζώα, τμήματα ή κρεατοσκευάσματά τους αφού αυτά έχουν συντηρηθεί με μια ή παραπάνω από τις μεθόδους συντήρησης που επιτέονται με βάση τη νομοθεσία. Στα παραπάνω προϊόντα ανήκουν τα αλλαντικά καθώς και τα κρεατοσκευάσματα.

Τα κρέατα που θα διατηρηθούν πρέπει να έχουν προκύψει μόνο από τα βρώσιμα μέλητων θερμόαιμων ζώων και δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται οι αμυγδαλές, τμήματα από το γαστρεντερικό, αναπνευστικό και γεννητικό σύστημα, σιελογόνοι αδένες, βλεννογόνοι, μάτια, αποβολές νεογνών ή καρποί της μήτρας του ζώου. Επίσης πρέπει να είναι πλήρη, δηλαδή να μην έχει αφαιρεθεί με οποιονδήποτε τρόπο (έκπλυση ή εκχύλιση) κανένα συστατικό τους. Μετά τις επιτρεπτές επεξεργασίες δεν πρέπει να περιέχουν μικροοργανισμούς οι οποίοι είναι ικανοί να παράγουν τοξίνες (Καλογερόπουλος)

2.2.1 Αλλαντικά

Τα **αλλαντικά** παρασκευάζονται από βρώσιμο κρέας χοίρων, προβάτων, βοοειδών και αιγοειδών με προσθήκη ή όχι χοιρινού λίπους όπως επίσης και ουσιών που έχουν καθοριστεί με βάση τους κανόνες της αγορανομίας όπως για παράδειγμα αρτυματικές ύλες, συντηρητικά και διάφορα άλλα προϊόντα τα οποία υπακούουν στους παρακάτω περιορισμούς: α) Εμπεριέχουν υγρασία έως 35% (ενώ κάποιες περιπτώσεις αλλαντικών που περιέχουν άμυλο μπορεί να φτάσει και το 50%) β) Περιέχουν χοιρινό λίπος, επί ξηράς ουσίας, έως 70% (ενώ στην περίπτωση αλλαντικών με άμυλο το ποσοστό φτάνει μέχρι και 60%) γ) Το άμυλο μπορεί να προστεθεί μόνο σε αλλαντικά που είναι βραστά και το ποσοστό μπορεί να φτάσει έως 18%, επί ξηράς ουσίας και πρέπει να προέρχεται μόνο από προϊόντα όπως δημητριακά ή πατάτες. δ) Το κόκκινο πιπερι μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρόσθετικά μόνο όταν το προϊόν είναι σουτζούκι ή παστοურμάς. Τα αλλαντικά χρησιμοποιούνται ως επιτοπλείστον σε προϊόντα βιομηχανίας και οικοτεχνίας του κρέατος για τους εξής δύο λόγους: α) το κρέας μετατρέπεται σε μορφή με την οποία διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα και σε μεγάλες ποσότητες και β) τα δευτερεύοντα προϊόντα της σφαγής των ζώων δηλαδή η καρδιά, η γλώσσα, το συκώτι, τα νεφρά, το αίμα και το

μυαλό χρησιμεύουν για να παραχθούν τα “αλλαντικά εντοσθίων”. Επιπρόσθετα κάποια αλλαντικά όπως για παράδειγμα τα σαλάμια και τα λουκάνικα ενθηκούνται μέσα σε έντερα ή κύστες ή τεχνητούς σωλήνες και ασκούς από φυσικά υλικά. Ειδικότερα όταν προστεθούν καρυκεύματα όπως ζάχαρη, οξέα, σκόρδο κ.ά. τα προϊόντα αλλαντοποίησης γίνονται περισσότερο εύγευστα και αποδεκτά από το καταναλωτικό κοινό. Επίσης τα επίπεδα των νιτρικών αλάτων στα αλλαντικά κρίνεται απαραίτητο να είναι έως 1.5% και των νιτροδών αλάτων έως 0.2% . Τα παραπάνω άλατα λειτουργούν ως συντηρητικά ενώ ταυτόχρονα σταθεροποιούν το χρώμα των προϊόντων. Ακόμα τα φωσφορικά άλατα είναι επιτρεπτά σε ποσοστό 0,4 % ως πεντοξείδιο του φωσφόρου(P₂O₅) και η βιταμίνη C έως 0.1%. Θα αποτελούσε σοβαρή παράλειψη να μην τονίσουμε ότι δεν επιτρέπεται ο αρωματισμός και ο χρωματισμός των προϊόντων με τεχνητά μέσα (Μπλούκας, 1998).

Τύποι αλλαντικών

Στο εμπόριο διατίθενται διάφοροι τύποι αλλαντικών:

1. **Σαλάμι αέρος.** Παρασκευάζεται αποκλειστικά από κιμά κρέατος και χοιρινό λίπος με τα επιτρεπόμενα πρόσθετα για τα αλλαντικά. Η συντήρηση επιτυγχάνεται με ξήρανση(απώλεια του 30-40% του αρχικού βάρους του) ή με κάπνισμα.

2. **Λουκάνικα.** Τα λουκάνικα παρασκευάζονται, όπως το σαλάμι αέρος. Από τις πρόσθετες ύλες η συχνότερη είναι το άμυλο (στα βραστά). Η συντήρηση τους, εκτός από την ξήρανση και το κάπνισμα γίνεται και με βρασμό.

3. **Αλλαντικά εντοσθίων.** Παρασκευάζονται και συντηρούνται όπως τα λουκάνικα, με τη διαφορά ότι η κρεατόμαζα μπορεί να αντικατασταθεί μερικά ή εξ ολοκλήρου από ομογενοποιημένη μάζα εντοσθίων.

4. **Σαλάμι βραστό.** Είναι το σαλάμι αέρος, που έχει συντηρηθεί με βρασμό. Με το βραστό σαλάμι μοιάζει και η μορταδέλα. Οι διάφοροι τύποι των βραστών αλλαντικών διακρίνονται μεταξύ τους από τη διάμετρο της εγκάρσιας τομής τους έχουν προστεθεί κομμάτια κρέατος και άμυλο (λίπος <50% επί ξηρού, άμυλο < 16% επί ξηρού, υγρασία <50%).

5. **Πηκτή.** Προϊόν με ζελατινώδη υφή, που παρασκευάζεται από το κρέας βοδινού ή χοιρινού κεφαλιού και με κρέας των άκρων ή χωρίς αυτό. Στο προϊόν προστίθεται αλάτι, πιπέρι και σκόρδο ή ξύδι. Στα καλούπια, όπου οι πηκτές αποκτούν το τελικό τους σχήμα, μπορούν να προστεθούν και κομμάτια βραστών αυγών, καρότων και γενικά αρτυμάτων.

6. **Καπνιστά κρέατα (Ζαμπόν).** Τα καπνιστά κρέατα παρασκευάζονται από κομμάτια βοδινού ή χοιρινού κρέατος με το λίπος τους, μετά από ειδική επεξεργασία με επιτρεπόμενα υλικά. Στη συσκευασία τους πρέπει να αναφέρεται καθαρά το τμήμα και το είδος του ζώου, από το οποίο προέρχονται.

7. **Μπέικον.** Είναι χοιρινό λίπος με ελάχιστη ποσότητα κρέατος ή δέρματος το οποίο είναι απαραίτητο να είναι αναπόσπαστα συνδεδεμένο με το λίπος και όχι πρόσθετο. Ωστόσο το δέρμα κρίνεται αναγκαίο να μην υπερβαίνει το 20% του συνολικού βάρους του προϊόντος.

8. **Σουτζούκια.** Είναι ιδιαίτερος τύπος αλλαντικών, που παρασκευάζονται με την κατεργασία πολτοποιημένου κρέατος με κόκκινο πιπέρι, σκόρδο, κύμινο και άλλα αρτύματα.

9. **Παστουρμάς.** Είναι πολύ ειδικό αλλαντικό, που παρασκευάζεται από κομμάτια βοδινού ή πρόβειου κρέατος με λίπος, που υποβάλλονται σε ειδική επεξεργασία αλατίσματος. Μετά τη μερική ξήρανσή τους συμπιέζονται και επαλείφονται εξωτερικά με πολτό, που αποτελείται από αλεύρι μοσχοσίταρου (τσιμένι), κόκκινο πιπέρι, σκόρδο, κύμινο και άλλα αρτύματα (Μπλούκας, 1998)

2.2.2 Κρεατοσκευάσματα

Κρεατοσκευάσματα και προϊόντα κρέατος ονομάζονται ορισμένα σκευάσματα από κρέατα οποία αποτελούνται από τμήματα από τα σώματα των ζώων που είναι βρώσιμα και από τα κόκαλα που προέρχονται από χυμούς του κρέατος και τα οποία πρέπει να ικανοποιούν τις παρακάτω προϋποθέσεις:

α) Να αναγράφεται στο εξωτερικό της συσκευασίας τους το είδος και το μέρος του ζώου ή το είδος των εντοσθίων από τα οποία παράχθηκαν τα προϊόντα αυτά β) Μπορεί να προστεθεί οποιοδήποτε τρώσιμο και οποιαδήποτε λιπαρή ύλη (πχ τυρί ή αυγά) με τον όρο να αναφέρεται ευκρινώς στο εξωτερικό της συσκευασίας . γ) Εάν προστεθεί άμυλο ή μαγειρικό αλάτι, είναι απαραίτητο τα ποσοστά τους να μην ξεπερνούν το 5% και να αναγράφονται στη συσκευασία. Είναι επιτρεπτή μόνο η προσθήκη φωσφορικών αλάτων 0.4% , νιτρικών έως 0.15% καθώς και νιτρωδών αλάτων έως 0.02%, βιταμίνης C έως 0.1% και γλουταμινικού νατρίου 0.2%, δ) Δεν πρέπει να ξεχναμε ότι δεν επιτρέπεται η προσθήκη αρωμάτων και η τεχνητή χρώση.

Τύποι κρεατοσκευασμάτων

1. **Εκχυλίσματα κρέατος.** Συμπυκνωμένα προϊόντα κρέατος, τα οποία παρασκευάζονται με συμπύκνωση υδατικού εκχυλίσματος κρέατος το οποίο έχει απαλλαγεί από το λίπος και τη ζωική κόλλα. Το εκχύλισμα κρέατος εφευρέθηκε από το βαρόνο Justus von

Liebig, Γερμανό οργανικό χημικό του 19ου αιώνα. Τα προϊόντα αυτά πρέπει να είναι ευδιάλυτα στο νερό, να μην αφήνουν στερεό ίζημα έστω και αν αυτό προέρχεται από κρέας ή κόκκαλα και να έχουν υγρασία, πτητικές ύλες στους 105 °C μέχρι 65%.

2. **Χυμοί κρέατος.** Είναι σκευάσματα που παρασκευάζονται σε χαμηλή θερμοκρασία με συμπύκνωση των συστατικών, που προέρχονται από νωπό κρέας με πίεση. Οι χυμοί κρέατος πρέπει να είναι ευδιάλυτοι στο νερό και η υγρασία και οι πτητικές τους ουσίες στους 105° C δεν πρέπει να υπερβαίνουν το 55% του συνολικού τους βάρους.

3. **Κρεατάλευρο ή κρέας σε σκόνη.** Είναι το προϊόν που διατίθεται στο εμπόριο σε μορφή σκόνης και παρασκευάζεται αποκλειστικά από κρέας, που έχει πρακτικά απαλαγεί από τένοντες, νεύρα και λίπος.

4. **Σούπες και ζωμοί κρέατος.** Τα προϊόντα αυτά παρασκευάζονται με συμπύκνωση εκχυλισμάτων ή χυμών κρέατος και διατίθενται στο εμπόριο σε μορφή σκόνης ή σε κύβους, που προέρχονται από τη σκόνη αυτή με συμπίεση. Στη συσκευασία τους πρέπει να δηλώνεται το είδος του κρέατος που περιέχουν και σε περίπτωση προσθήκης άλλου τροφίμου, το είδος του και το ποσοστό του.

5. **Ζωμοί κρέατος με αρτύματα (σάλτσες).** Είναι υγρά ή παχύρρευστα προϊόντα, τα οποία παράγονται από κρεατοσκευάσματα προσθέτοντας ζάχαρη, αρτύματα και επιπλέον εκχυλισμάτα που προέρχονται από φυτικά προϊόντα. Παράλληλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καρυκεύματα έτσι ώστε να βελτιωθούν οι οργανοληπτικές ιδιότητες των φαγητών.

6. **Πολτοί κρέατος (Pates).** Παρασκευάζονται από κρέας, συκώτι ή και από άλλα μέρη ζώων με την προσθήκη λίπους (αποκλειστικά χοιρινού) ή βουτύρου και άλλων τροφίμων, που επιτρέπονται στα κρεατοσκευάσματα, εκτός από τομάτα. Τα προϊόντα αυτά διατίθενται στην κατανάλωση σε μορφή πολτού (πάστες) ή συμπιεσμένα (ζαμπονάκια) και στη συσκευασία τους πρέπει να αναφέρεται το είδος του κρέατος που περιέχουν.

Ο πολτός ήπατος χήνας (foie-gras) ανήκει στα pates και παράγεται από συκώτι χήνας.

7. **Luncheon meat.** Είναι ένας τύπος κρεατοσκευάσματος παρόμοιος με τα προηγούμενα ζαμπονάκια, που περιέχει πολτό χοιρινού ή βοδινού κρέατος, άμυλο και άλλες επιτρεπόμενες πρόσθετες ύλες.

8. **Κόρν-μπήφ (Corned beef).** Παρασκευάζεται αποκλειστικά από γραμμωτούς μυς βοδινού ή μοσχαρίσιου κρέατος, όχι πολτοποιημένου αλλά σε κομματάκια, με το φυσικό τους λίπος, χωρίς την προσθήκη οποιουδήποτε άλλου μέρους ζώου (τένοντες, χόνδρους). Επιτρέπεται να περιέχει άμυλο μέχρι 5% (δηλώνεται στη συσκευασία) και τα

ποσοστά του λίπους και της υγρασίας του δεν πρέπει να υπερβαίνουν το 15% και 62% αντίστοιχα.

9. Κονσερβοποιημένο μαγειρεμένο κρέας, μόνο του ή με λαχανικά. Ο όρος περιλαμβάνει κονσερβοποιημένα κρεατοσκευάσματα με ή χωρίς λαχανικά. Είναι έτοιμη τροφή και πρέπει να πληροί τους ακόλουθους όρους: Τα σκευάσματα με λαχανικά πρέπει να περιέχουν >30% κρέας. Το είδος της λιπαρής ύλης που προστίθεται πρέπει να αναφέρεται στη συσκευασία και το ποσοστό της να είναι <10% του βάρους του σκευάσματος. Αν χρησιμοποιείται ελαιόλαδο, η οξύτητα του πρέπει να είναι < 1%. Τα λαχανικά που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι φρέσκα, δηλαδή να μη προέρχονται από ξηρά με ενυδάτωση, με εξαίρεση τα ξηρά όσπρια και το ρύζι.

10. Ζελατίνη. Είναι η καθαρή ζωική κόλλα, που προέρχεται συνήθως από κόκκαλα και δέρμα. Η ζελατίνη περιέχει συνήθως, σαν αντιοξειδωτικό,θειώδες οξύ και τα άλατα του. Η συγκέντρωσή τους, εκφρασμένη σε SO₂, δεν πρέπει να ξεπερνάει το 0.5%. Διαλύματα της ζελατίνης σε ζεστό νερό με περιεκτικότητα μέχρι 5% δεν πρέπει να έχουν δυσάρεστη μυρωδιά και γεύση (.Καλογερόπουλος)

Τα προϊόντα κρέατος ταξινομούνται με βάση την τεχνολογία παρασκευής τους σε τέσσερις μεγάλες ομάδες όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πρώτη κατηγορία αλλαντικών είναι τα προϊόντα τα οποία παρασκευάζονται από σύγκοπτο κρέας στο οποίο προστίθενται διάφορες πρώτες ύλες και ενθηκούνται σε φυσικά ή τεχνητά περιβλήματα. Με βάση την επεξεργασία που δέχονται μετά την ενθήκευσή τους κατηγοριοποιούνται ως εξής:

1) Προϊόντα αλλαντοποιίας βραστά από σύγκοπτο κρέας (λουκάνικα Φρανκφούρτης, πάριζα, μορταδέλα). Σύμφωνα με τους Αμβροσιάδη & Γεωργάκη(2005), τα αλλαντικά αυτά αφού τεμαχιστεί το κατεψυγμένο ή νωπό κρέας και στη συνέχεια αφού παραχθεί και ενθηκευτεί η κρεατόπαστα, υποβάλλονται σε θερμική επεξεργασία σύμφωνα με την οποία επιδιώκεται η εξυγείανση τους. Ακόμη, η παραπάνω επεξεργασία ακολουθείται συχνά και από κάπνιση.

2) Προϊόντα αλλαντοποιίας νωπά (χωριάτικα λουκάνικα). Τα παραπάνω κατά την διάρκεια παραγωγής της κρεατόπαστας υποβάλλονται σε ήπια μάλαξη και στη συνέχεια τοποθετούνται σε θήκες που χαρακτηρίζονται ως φυσικές ενώ ταυτόχρονα υποβάλλονται σε αφυδάτωση που είναι ελαφριά καθώς επίσης και σε κάπνιση.

3) Προϊόντα αλλαντοποιίας από σύγκοπτο κρέας που προκύπτουν ύστερα από ζύμωση και ωρίμανση (σουτζούκια). Τα προαναφερόμενα, αφού το κρέας και το λίπος υποστούν τεμαχισμό και παρασκευαστεί και ενθήκευτεί η κρεατόπαστα υφίστανται ωρίμανση μέσα σε ειδικούς χώρους δίχως να υποστούν θερμική επεξεργασία.

4) Προϊόντα αλλαντοποιίας ημίξερα ή μερικής ωρίμανσης (σαλάμι μύρρας). Στην κατηγορία αυτή τα προϊόντα κατατάσσονται ανάμεσα σε εκείνα τα οποία έχουν υποστεί θερμική επεξεργασία και σε σαλάμια αέρος γιατί αφού πραγματοποιηθεί η παρασκευή της κρεατόπαστας καθώς και η ενθήκευση, υποβάλλονται σε μερική ζύμωση αλλά και σε θέρμανση η οποία προκαλεί την καταστροφή των μικροοργανισμών με αποτέλεσμα τη διακοπή της ζύμωσης.



Εικόνα 1: Σαλάμι αέρος



Εικόνα 2: Χωριάτικα λουκάνικα

Πίνακας 2. Ταξινόμηση προϊόντων κρέατος

1. ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΑΛΛΑΝΤΟΠΟΪΑΣ
Βραστά ή θερμικής επεξεργασίας
-από σύγκοπτο κρέας (ζαμπόν, μπέικον , φιλέτο γαλοπούλας)
-από αυτούσια τεμάχια κρέατος
-από τεμάχια κρέατος και σύγκοπτο κρέας και/ή λίπος
Αέρος ή ζύμωσης
-από σύγκοπτο κρέας
-από αυτούσια τεμάχια κρέατος
-από σύγκοπτο κρέας επαλειφόμενα
Ημίξηρα μερικής ωρίμανσης παραγόμενα από σύγκοπτο κρέας (σαλάμι μπύρας)
Νωπά ή ωμά αλλαντικά ή χωριάτικα λουκάνικα
Προϊόντα διπλής θερμικής επεξεργασίας (πατέ, αλλαντικά αίματος, φουα-γκρα, πηκτές)
2. ΚΟΝΣΕΡΒΕΣ ΚΡΕΑΤΟΣ Ή ΜΕ ΚΡΕΑΣ
-Κονσέρβες κρέατος
-Κονσέρβες προϊόντων αλλαντοποιίας (θερμικής επεξεργασίας)
-Κονσέρβες έτοιμων φαγητών
3. ΛΟΙΠΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΚΡΕΑΣ
-Μιττωτός
-Σουβλάκι
-Γύρος
-Μπιφτέκι, σουτζουκάκι και χάμπουργκερ
-Μορφοποιημένο κρέας (μορφοποιημένο σνίτσελ, κοτομπουκιές)
4. ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΑΠΟ ΚΡΕΑΣ Ή/ΚΑΙ ΑΠΟ ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΡΕΑΤΟΣ
-Σούπες, ζωμοί κρέατος
-Ζελατίνη
-Εκχυλίσματα κρέατος
-Οποί κρέατος
-Σκόνη κρέατος και αφυδατωμένο κρέας
-Σάλτσες κρέατος

2.2.3 Πρώτες ύλες

Κρέας

Σύμφωνα με τον Αμβροσιάδη (2002), βασικός παράγοντας για την επιτυχή παραγωγή αλλαντικών αποτελεί η σωστή επιλογή και προετοιμασία των πρώτων υλών. Το κρέας που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να προέρχεται από υγιή ζώα, τα οποία δεν έχουν υποστεί καμία μορφή καταπόνησης πριν από τη σφαγή τους. (Μπλούκας 1998). Τα ζώα πριν σφαγούν θα πρέπει να αναπαύονται έτσι ώστε να προσφέρουν κρέας με καλές φυσικοχημικές ιδιότητες.

Σημαντικό ρόλο επίσης, για την παρασκευή αλλαντικών παίζει η ηλικία του ζώου. Κρέας από νεαρά ζώα ενδείκνυται για την παραγωγή βραστών αλλαντικών και προϊόντων θερμικής επεξεργασίας από αυτούσια κομμάτια κρέατος ενώ κρέας από ηλικιωμένα ζώα χρησιμοποιείται για την παραγωγή αλλαντικών αέρος.

Οι λειτουργικές ιδιότητες του κρέατος επηρεάζουν τη συμπεριφορά του κατά την επεξεργασία, την αποθήκευση και τη συντήρησή του.

Η ικανότητα συγκράτησης νερού (ΙΣΥ) διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην παρασκευή των προϊόντων κρέατος και επηρεάζει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους. Ορίζεται ως η δύναμη με την οποία ο μυϊκός ιστός συγκρατεί το περιεχόμενο νερό ακόμα και αν του ασκηθεί πίεση (τεμαχισμός, θέρμανση) και εξαρτάται από παράγοντες όπως η φυσική κατάσταση του ζώου, τα γονίδια του, ο τρόπος εκτροφής, η εποχή του έτους και οι χειρισμοί πριν ή μετά τη σφαγή. Υπεύθυνες για τη συγκράτηση του νερού από το μυϊκό ιστό θεωρούνται οι πρωτεΐνες και κυρίως οι συσταλτές πρωτεΐνες των μυϊκών ινιδίων, ακτίνη και μυοσίνη. Σύμφωνα με μελέτες η ικανότητα συγκράτησης του νερού των μυών οφείλεται κατά περίπου 65 % στις μυοϊδικές πρωτεΐνες, 5 % στις υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες του σαρκοπλάσματος και 30 % σε μη πρωτεϊνικά συστατικά μικρού μοριακού βάρους κυρίως ιόντα ανόργανων αλάτων του σαρκοπλάσματος. Η συμβολή των τελευταίων στην ικανότητα συγκράτησης νερού των μυών οφείλεται στις αλληλεπιδράσεις τους με τις συσταλτές μυοϊδικές πρωτεΐνες.

Η ΙΣΥ επηρεάζει το κρέας ως προς:

α) Το ποσοστό εξίδρωσης του κρέατος δηλαδή την ποσότητα του νερού το οποίο παρουσιάζεται στην επιφάνειά του και επηρεάζει αρνητικά το χρώμα με αποτέλεσμα τη μείωση της εμπορικής αξίας του. β) Την ελάττωση του βάρους στο κρέατος ζόταν είναι νωπό στο χρονικό διάστημα κατά το οποίο αυτό συντηρείται υπό ψύξη εξαιτίας της εξάτμισης του νερού που περιέχει. γ) Το μέγεθος του οποίου το οποίο βγαίνει προς τα έξω από

το κατεψυγμένο κρέας καθώς ψύχεται. δ) Το νερο το οποίο δεσμεύεται από το κρέας καθώς αυτό θερμαίνεται και μαγειρεύεται.

Το pH επηρεάζει την ικανότητα συγκράτησης νερού και την ικανότητα διόγκωσης του μυϊκού ιστού. Ως **ικανότητα διόγκωσης** ορίζεται η αυθόρμητη πρόσληψη νερού από τον ιστό η οποία αυξάνει το βάρος και τον όγκο του. Σχετίζεται με την ΙΣΥ του ιστού. Η επίδραση του pH στην ικανότητα συγκράτησης του νερού οφείλεται στις μεταβολές του ηλεκτροστατικού φορτίου των συστατών πρωτεϊνών και στη μεταξύ τους αλληλεπίδραση. Η ΙΣΥ και η ικανότητα διόγκωσης του μυϊκού ιστού έχουν ελάχιστη τιμή για pH = 5. Η τιμή αυτή ταυτίζεται με το ισοηλεκτρικό σημείο της μυοσίνης, της βασικότερης πρωτεΐνης του μυϊκού ιστού.

Το pH του κρέατος που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να έχει τιμή από 5,8 έως 6,2. Κρέατα με υψηλές τιμές pH είναι πιθανόν να προσβληθούν από μικροοργανισμούς, καθυστερούν την εμφάνιση ερυθρού χρώματος αυξάνουν όμως την ΙΣΥ. Κρέατα με χαμηλές τιμές pH έχουν μικρή ΙΣΥ με αποτέλεσμα κατά τη διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας αποβάλουν μεγάλη ποσότητα νερού και μετατρέπονται σε στεγνά και ξερά (Μπλούκας, 1998).

Το κρέας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή προϊόντων αλλαντοποιίας διακρίνεται σε τρεις μορφές: «θερμό», «ψυχρό» ή «κατεψυγμένο».

Το «θερμό κρέας» είναι εκείνο που προκύπτει ύστερα από τη σφαγή του ζώου μεταβεί στο σημείο της μυϊκής ακαμψίας. Παρουσιάζει πολύ καλή ικανότητα συγκράτησης νερού (ΙΣΥ) εξαιτίας της περιεκτικότητάς του σε τριφωσφορική αδενοσίνη (ΑΤΡ). Αποτελεί την κατάλληλη πρώτη ύλη για την παραγωγή προϊόντων θερμικής επεξεργασίας.

Το «ψυχρό κρέας» είναι αυτό που έχει περάσει το στάδιο της νεκρικής ακαμψίας. Το pH είναι κάτω από 6 συνεπώς παρουσιάζει χαμηλότερη ΙΣΥ από το θερμό κρέας.

Το «κατεψυγμένο κρέας» έχει χαμηλή ΙΣΥ ειδικά όταν πρόκειται για πολύ μεγάλα κομμάτια τα οποία καταψύχονται αργά και χρειάζονται πολύ χρόνο για την απόψυξή τους.

Σημαντικό ρόλο στην παραγωγή κρεατοσκευασμάτων θερμικής επεξεργασίας έχει η **ικανότητα του κρέατος να σχηματίζει πηκτές**. Διαλύονται οι πρωτεΐνες του μυϊκού ιστού με τη βοήθεια διαλύματος άλατος (3%) και σε συνδυασμό με την πτώση του pH σταθεροποιείται το μίγμα όταν θερμανθεί. Έτσι αποφεύγεται η μετουσίωση των πρωτεϊνών του σαρκοπλάσματος κατά τη διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας.

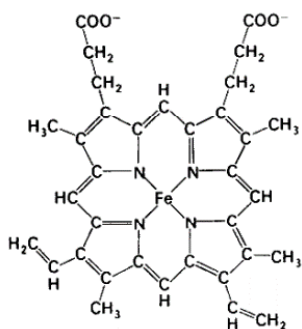
Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με το Γεωργάκη(2002) τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κρέατος επηρεάζουν την ποιότητα και την κατανάλωση των τροφίμων. Κάποια είναι το χρώμα, η γεύση, η οσμή, η νοστιμιά, η υφή, η τρυφερότητα και το κοκκώδες του κρέατος.(Γεωργάκης 2002).

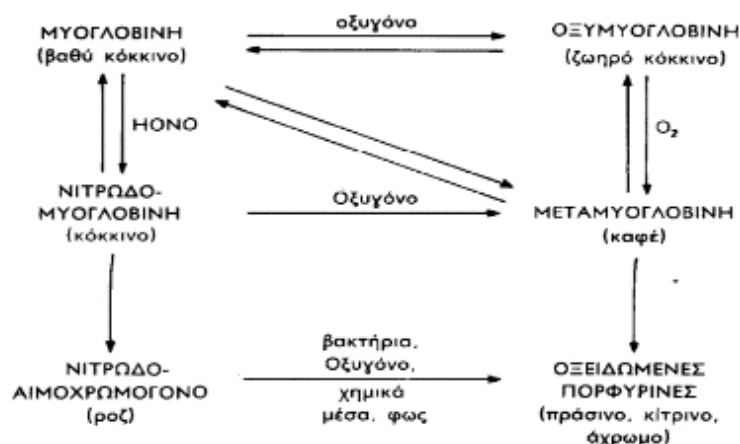
➤ Χρώμα

Το χρώμα είναι σημαντικός ποιοτικός παράγοντας ο οποίος συνδέεται με τη φρεσκότητα και την ασφάλεια του κρέατος. Ποικίλλει από βαθύ κόκκινο πορφυρό(φρεσκοκομμένο βόειο κρέας) έως ωχρό, ρόδινο γκριζωπό(χοιρινό κρέας). Το φυσικό κόκκινο χρώμα οφείλεται κυρίως στη μυοσφαιρίνη, μια σαρκοπλασματική πρωτεΐνη η οποία μαζί με την αιμοσφαιρίνη ανήκει στις χρωμοπρωτεΐνες. Αποτελείται από μια πολυπεπτιδική αλυσίδα τη σφαιρίνη η οποία ενώνεται με ένα μόριο ιστιδίνης και την προσθετική ομάδα αίμη που είναι σύμπλοκο δισθενούς σιδήρου (Fe^{+2}) – πορφυρίνης. Υπάρχουν οι εξής μορφές της μυοσφαιρίνης οι οποίες επηρεάζουν το χρώμα του κρέατος:

- η οξυαιμοσφαιρίνη, η οποία σχηματίζεται σε υψηλές συγκεντρώσεις O_2 όπου η αίμη προσλαμβάνει ένα μόριο O_2 . Είναι υπεύθυνη για το κόκκινο χρώμα του φρεσκοκομμένου κρέατος.
- η μεταμυοσφαιρίνη η οποία παράγεται από την οξείδωση του δισθενούς σιδήρου(Fe^{+2}) της μυοσφαιρίνης σε τρισθενή (Fe^{+3}) σε χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου. Το κρέας αποκτά καστανό ή καφετί χρώμα.
- η νιτροδομυοσφαιρίνη η οποία σχηματίζεται όταν η αίμη προσλαμβάνει ένα μόριο μονοξειδίου του αζώτου(NO) και έχει χαρακτηριστική κόκκινη χροιά. Όταν το προϊόν υποβάλλεται σε θερμική επεξεργασία, όπως στην περίπτωση των παστεριωμένων αλλαντικών, η νιτροδομυοσφαιρίνη μετατρέπεται σε νιτροδοαιμοχρωμογόνο το οποίο δίνει χαρακτηριστική ρόδινη χροιά.



Εικόνα 3: Δομή του μορίου της αίμης



Σχήμα 1: Μορφές Μυοσφαιρίνης

Το χρώμα του κρέατος επηρεάζεται επίσης από τους εξής παράγοντες:

τη δομή του μυός: Ανάλογα με την πορεία των μεταθανάτιων μεταβολών του μυϊκού ιστού (νεκρική ακαμψία, ωρίμανση, συντήρηση κρέατος) και των μεταβολών της δομής του μυϊκού ιστού που απορρέουν από αυτήν το κρέας μπορεί να έχει χρώμα από ανοιχτό κόκκινο ως σκούρο κόκκινο ή γκριζοκάστανο.

την ΙΣΥ: όσο πιο μεγάλη είναι η ικανότητα συγκράτησης του ύδατος είναι η ΙΣΥ τόσο πιο κόκκινο είναι το χρώμα του κρέατος

το pH: το κρέας όταν βρίσκεται σε πιο μικρές τιμές pH αποκτά λιγότερο έντονο κόκκινο χρώμα ενώ σε υψηλές τιμές είναι σκούρο.

το είδος του ζώου: το κρέας των χοίρων είναι λευκότερο απ' ότι των βοοειδών

η ηλικία του ζώου: το κρέας των νεαρών ζώων είναι λευκότερο από των ενηλίκων

Το φύλο του ζώου: Η τεστοστερόνη αυξάνει την ποσότητα της μυοσφαιρίνης

Η διατροφή του ζώου: το χρώμα του κρέατος είναι πιο σκούρο όταν τα ζώα καταναλώνουν τροφές οι οποίες περιέχουν υψηλές ποσότητες σιδήρου.

Η κίνηση και η κατάσταση της υγείας του ζώου: ζώα τα οποία κινούν κρέατος αι συνεχώς (ποίμνια, θηράματα) δίνουν κρέας με χρώμα σκοτεινό. Ζώα άρρωστα δίνουν κρέας σκούρο ενώ τα αδύνατα και αναιμικά δίνουν κρέας ωχρό με αχυρώδες χρώμα

Ο κάματος πριν τη σφαγή, λόγω μεγάλης κατανάλωσης γλυκογόνου συμβάλλει στην εμφάνιση σκούρου χρώματος στο κρέας.

Οι συνθήκες ψύξης και συντήρησης του σφαγίου ή του κρέατος: Αν αυτό διατηρηθεί σε συνθήκες περιβάλλοντος εξαντλούνται τα διάφορα αναγωγικά συστήματα που υπάρχουν στην επιφάνεια του με αποτέλεσμα να σχηματίζεται μεταμυοσφαιρίνη και το κρέας να έχει καστανό χρώμα. (Γεωργάκης 2002).

➤ **Γεύση και οσμή**

Η γεύση και το άρωμα του κρέατος οφείλονται στην παρουσία σε αυτό διαφόρων χημικών ενώσεων όπως πεπτίδια, αμινοξέα, αναγωγικά σάκχαρα και θειούχες ενώσεις. Η περιεκτικότητα των μυών του κρέατος σε ATP επηρεάζει τη γεύση του.

Η γεύση και η οσμή του κρέατος εξαρτώνται από τον τρόπο μαγειρέματος του κρέατος, τη διατροφή του ζώου, το φύλο και την ηλικία του ζώου καθώς επίσης και από την αποθήκευση του κρέατος.

➤ **Τρυφερότητα**

Μετά τη σφαγή του ζώου και μέχρι την είσοδό του στο στάδιο της νεκρικής ακαμψίας πραγματοποιούνται μεταθανάτιες μεταβολές στο μυϊκό ιστό οι οποίες επηρεάζουν την τρυφερότητα του κρέατος. Αν κατά τη διάρκεια του παραπάνω διαστήματος ο ιστός ψυχθεί σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από 10 °C υφίσταται εν ψυχρώ συστολή και το μαγειρεμένο κρέας θα είναι σκληρό και δυσμάσητο. Η συστολή είναι μικρότερη όταν κατά το διάστημα αυτό διατηρηθεί σε θερμοκρασία 7-15 °C και παράγεται το τρυφερότερο κρέας. Εκτός από την ωρίμανση η τρυφερότητα του κρέατος εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες: το είδος του ζώου, τον τρόπο διατροφής και την κατάσταση πάχυνσης, την ηλικία του όπως επίσης τον κάματο που υφίσταται πριν τη σφαγή, την περιεκτικότητά του σε λίπος καθώς και την διάρκεια αλλά και τον τρόπο με τον οποίο θα μαγειρευτεί.

- το είδος του ζώου
- το γένος
- την ηλικία,
- τον τρόπο διατροφής
- την κατάσταση πάχυνσης
- τον κάματο πριν τη σφαγή
- τον τρόπο και τη διάρκεια μαγειρέματος
- την περιεκτικότητα του σε λίπος

➤ **Υφή**

Σύμφωνα με τον Γεωργάκη (2002) ως “υφή” (texture) ορίζεται η εικόνα που δημιουργείται σε εμάς μέσω των αισθήσεών μας από τα χαρακτηριστικά του αντικειμένου κάθε φορά. Συγκεκριμένα, τα χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν την υφή είναι η ηλικία του ζώου (μαλακό ή σκληρό), το γένος αλλά και το είδος, η φυλή στην οποία ανήκει καθώς επίσης και η περιεκτικότητα του σε λίπος. Τέλος σημαντική επίδραση ασκεί η θέρμανση (Γεωργάκης, 2002).

Η υφή του κρέατος εξαρτάται από το είδος του ζώου, τη φυλή, το γένος, την ηλικία, την πάχυνση και την λιποπεριεκτικότητα του κρέατος. Επίσης, επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό και από την θέρμανση (Γεωργάκης, 2002)

➤ **Κοκκώδες κρέατος**

Το κοκκώδες του κρέατος εξαρτάται από την ποσότητα των ομάδων των μυϊκών ινών οι οποίες περιβάλλονται από το επίμυιο. Στην περίπτωση που ο μυς διαθέτει μεγάλη ποσότητα λεπτών μυϊκών ινών τότε το κοκκώδες θα είναι λεπτό ενώ όταν διαθέτει ελάχιστες λεπτές μυϊκές ίνες προκύπτουν χοντροί κόκκοι. Είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με το λίπος το οποίο περιέχεται στους μύες. Εξαρτάται από το είδος, τη φυλή και την ηλικία των ζώων καθώς επίσης και από την εργασία την οποία εκτελεί ο μυς (Albrecht et al., 1996).

Λιπώδης ιστός

Ο λιπώδης ιστός (λαρδί) που θα χρησιμοποιηθεί έχει μεγάλη επίδραση στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Θα πρέπει να είναι κοκκώδης δηλαδή να έχει μεγάλο σημείο τήξεως και να έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε κολλαγόνο για να είναι όσο το δυνατόν πιο στερεό. Το πολύ μαλακό χοιρινό λίπος περιέχει μεγάλη ποσότητα ακόρεστων λιπαρών οξέων, η οξείδωση των οποίων προκαλεί τάγγιση με αποτέλεσμα να εμφανίζονται αποκλίσεις στην γεύση και ελαττώματα στο χρώμα των αλλαντικών (Μπλούκας, 2008). Κατά τη διάρκεια τεμαχισμού στο κούτερ, λόγω της θέρμανσης το λίπος αυτό ρευστοποιείται.

Το χοιρινό λίπος πρέπει να διαχωρίζεται γρήγορα από το σφάγιο και αμέσως μετά να ψύχεται. Στην ψύξη διατηρείται για τρεις μέρες ενώ στην κατάψυξη μπορεί να διατηρηθεί μέχρι 90 ημέρες (Αμβροσιάδης 2000).

Πρόσθετα Στα αλλαντικά και τα κρεατοσκευάσματα προστίθενται διάφορα υλικά για βελτίωση 1. συνδετικών ιδιοτήτων 2. χρώματος 3. γεύσης 4. κόστους Η χρησιμότητα ορισμένων από τα πρόσθετα (άμυλο, σκόνη γάλακτος) βασίζεται στην ικανότητά τους να δεσμεύουν την υγρασία κατά τη διάρκεια της θέρμανσης. Ωστόσο η αλόγιστη χρήση τους

ισοδυναμεί με την πώληση νερού στην τιμή του κρέατος. Γι' αυτό υπάρχουν προδιαγραφές για τα επιτρεπτά ποσοστά τους.

1. Το **άμυλο** που χρησιμοποιείται στα αλλαντικά προέρχεται κυρίως από πατάτες και δημητριακά. Συμβάλλει στη συγκράτηση του νερού που προστίθενται.

2. Η **σκόνη γάλακτος** χρησιμοποιείται συχνά στα αλλαντικά σαν συνδετικός παράγοντας (δημιουργεί προβλήματα στον έλεγχο κυρίως του ποσοστού του κρέατος, λόγω των πρωτεϊνών που περιέχει).

3. Το **αλάτι** χρησιμοποιείται κυρίως ως συντηρητικό. Προκαλεί ελάττωση της ενεργότητας του νερού (a_w) και εμποδίζει την ανάπτυξη ανεπιθύμητων μικροοργανισμών. Όταν ενώνεται με τις πρωτεΐνες που υπάρχουν στους μύες προκαλεί τη δημιουργία ενός δικτύου το οποίο παρεμποδίζει τη δημιουργία σαπρόφυτων μικροοργανισμών και επιτρέπει παράλληλα την ανάπτυξη και πολλαπλασιασμό μικροβίων που είναι υπεύθυνα για την ωρίμανση ορισμένων κρεατοσκευασμάτων όπως τα αφυδατωμένα αλλαντικά.

4. Η **ζάχαρη** προστίθεται συνήθως για να εξουδετερώσει την αλμυρή γεύση του αλατιού. Εναλλακτικά χρησιμοποιείται και αμυλοσιρόπιο, που είναι λιγότερο γλυκό.

5. Τα **φωσφορικά άλατα** προστίθενται για να ελαττώσουν τη συστολή (ζάρωμα) ορισμένων καπνιστών προϊόντων.

6. Το **γλουταμινικό νάτριο** χρησιμοποιείται περισσότερο σε μίγματα κρέατος και λαχανικών και λιγότερο σε αμιγή κρεατοσκευάσματα σαν βελτιωτικό της γεύσης.

7. Τα **νιτρικά άλατα** προστίθενται στα προϊόντα κρέατος μαζί με το αλάτι ως συντηρητικά. Η βακτηριακή αναγωγή τους προς νιτρώδη είναι υπεύθυνη για τη θερμική σταθερότητα του χρώματος των συντηρημένων κρεάτων.

8. Τα **νιτρώδη άλατα** (κυρίως νατρίου) προστίθενται για ενίσχυση του χρώματος των προϊόντων. Αναστέλλουν την εκβλάστηση των σπόρων του *Clostridium Botulinum*. Τα νιτρώδη άλατα επιδρούν στη μυοσφαιρίνη (κύρια πηγή του χρώματος στο κρέας μετά την απομάκρυνση της αιμοσφαιρίνης από το αίμα) και τη μετατρέπουν σε νιτρωδομυοσφαιρίνη. Λόγω της αντίδρασης των νιτρωδών αλάτων με διάφορα συστατικά του κρέατος όπως πρωτεΐνες, λίπη, θειούχες ενώσεις, αναπτύσσεται στα προϊόντα κρέατος ευχάριστη γεύση και χαρακτηριστική οσμή.

9. Το **ασκορβικό οξύ** προστίθεται ως αντιοξειδωτικό και όχι για τη βιταμινική του δράση. Το d-ισοασκορβικό οξύ γνωστό και σαν ερυθροβικό οξύ που δεν έχει βιταμινική δράση, χρησιμοποιείται αντί του ασκορβικού, γιατί είναι φθηνότερο και έχει τα ίδια αποτελέσματα στη συντήρηση και την ανάπτυξη του χρώματος των προϊόντων του κρέα-

τος. Το ασκορβικό οξύ δίνει ένα βαθύ κόκκινο χρώμα στο κρέας. Ο μηχανισμός της δράσης του δεν είναι γνωστός. Μπορεί να ανάγει τη μεταμυοσφαιρίνη προς μυοσφαιρίνη ή τα νιτρώδη, προς οξειδίο του αζώτου.

10. Από τα **ένζυμα** η παπαΐνη, χρησιμοποιείται για να κάνει το κρέας τρυφερό.

11. Οι **καραγεννάνες** είναι υδατοδιαλυτοί πολυσακχαρίτες με πολύ καλές πηκτικές ιδιότητες. Βελτιώνουν την ΙΣΥ, τη σύσταση του παραγόμενου προϊόντος και την ικανότητά του να κόβεται σε φέτες.

12. Ως **αντιοξειδωτικές ουσίες** χρησιμοποιούνται τα άλατα του τρυγικού, κιτρικού, οξικού και γαλακτικού οξέος και οι τοκοφερόλες. Βελτιώνουν την ΙΣΥ, επιβραδύνουν την οξείδωση του λίπους και συμβάλλουν στη συντήρηση του προϊόντος. Το ποσοστό προσθήκης τους δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 0,1 %.

13. Τα **καρυκεύματα** βελτιώνουν τη γεύση και την οσμή των αλλαντικών. Ενδέχεται να έχουν και αντιμικροβιακή δράση. Το είδος και η ποσότητα των καρυκευμάτων που θα προστεθούν στην κρεατόμαζα εξαρτάται από τις προτιμήσεις των καταναλωτών.

14. Τα **αυγά και τα προϊόντα τους** (σκόνη αυγού) χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της εμφάνισης των προϊόντων και βοηθούν επίσης στη συγκράτηση του νερού. Δεν πρέπει να προστίθενται σε ποσοστό μεγαλύτερο από 2 %. Υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης από σαλμονέλα γι' αυτό συνίσταται προσοχή.

15. Οι **πρωτεΐνες σόγιας** βελτιώνουν την ΙΣΥ της κρεατόμαζας και συμβάλλουν στη γαλακτωματοποίηση του λίπους.

Η μετατροπή του νωπού κρέατος σε προϊόντα ζύμωσης οφείλεται κυρίως στην ενζυμική δράση μικροοργανισμών. Δύο είναι οι κύριες ομάδες μικροοργανισμών που οδηγούν στην παρασκευή όχι μόνο γευστικών αλλά συγχρόνως ασφαλών και σταθερών προϊόντων. Τα **οξυγαλακτικά βακτήρια**, και –κυρίως- οι **γαλακτοβάκιλλοι**, και οι **μικρόκοκκοι**.

Προϊόντα ζύμωσης του κρέατος

Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των προϊόντων κρέατος:

α) τα οξυγαλακτικά βακτήρια καταβολίζουν τα ελεύθερα σάκχαρα του κρέατος παράγοντας γαλακτικό οξύ και προκαλώντας μείωση του pH,

β) οι μικρόκοκκοι μετατρέπουν τα νιτρικά και νιτρώδη άλατα σε μονοξειδίο του αζώτου (NO), το οποίο είναι κρίσιμης σημασίας για τον σχηματισμό του κόκκινου χρώματος. Η μείωση του pH επηρεάζει την αναγωγή των νιτρικών και νιτρωδών αλάτων από τους μικρόκοκκους, γ) παράλληλα οι μικρόκοκκοι παράγουν καταλάση, η οποία διασπά το

H₂O₂ που παράγεται από τα οξυγαλακτικά βακτήρια και μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στο χρώμα του προϊόντος.

Για εξασφάλιση σταθερής ποιότητας και ασφάλειας των προϊόντων χρησιμοποιούνται συγκεκριμένες εναρκτήριες καλλιέργειες, συνήθως μίγματα οξυγαλακτικών βακτηρίων (*Lactobacillus*, *Pediococcus*), θετικών ως προς την καταλάση κόκκων (*Staphylococcus*, *Micrococcus*...), ζυμών (*Debaryomyces*) και μυκήτων (*Penicillium*). Μέσω της γλυκολυτικής, πρωτεολυτικής και λιπολυτικής ενζυμικής δράσης των μικροοργανισμών παράγονται ευχημικές ενώσεις, όπως α) οργανικά οξέα μικρού Mr, πχ γαλακτικό και οξικό οξύ, β) αρωματικές ουσίες, πχ αλδεΐδες και κετόνες, όπως το διακετύλιο, η ακετοΐνη, και η 3-μεθυλο-βουτανάλη –υπεύθυνη σε μεγάλο βαθμό για το άρωμα των αλλαντικών. Οι ζύμες και οι μύκητες συμβάλλουν στην οξειδωτική απαμίνωση αμινοξέων προς αμμωνία και τα αντίστοιχα α-κετονοξέα. Η παραγόμενη αμμωνία οδηγεί σε αύξηση του pH πράγμα που προσδίδει πιο ήπια γεύση στο προϊόν. Πέραν αυτών, το στρώμα που δημιουργούν στο εξωτερικό του προϊόντος οι ζύμες και οι μύκητες μειώνει την απώλεια νερού, εξασφαλίζει ομοιόμορφη αφυδάτωση και προστατεύει το προϊόν από την οξειδωση και την τάγγιση. Παράλληλα μπορούν να αντιδράσουν με τα νιτρώδη άλατα προς καρκινογόνες νιτροζαμίνες.

2.2.4 Τεχνολογία των προϊόντων αλλαντοποίησης

2.2.4.1 Προϊόντα θερμικής επεξεργασίας από σύγκοπτο κρέας

Ως « προϊόντα θερμικής επεξεργασίας από σύγκοπτο κρέας» ορίζονται σύμφωνα με τον Γεωργάκη(2002) τα προϊόντα τα οποία, αφού το νωπό ή κατεψυγμένο κρέας και λίπος τεμαχιστούν και ταυτόχρονα παραχθεί και ενθηκευτεί η κρεατόπαστα, υφίσταται πάντα θερμική επεξεργασία. Για την παραγωγή τους προστίθεται αλάτι, νιτρώδη και φωσφορικά άλατα, πρωτεΐνες και νερό. Το νερό που προστίθεται δρα συνδυαστικά με το αλάτι επιτυγχάνει οπότε ενεργοποιούνται οι μυϊκές πρωτεΐνες και σχηματίζεται ένα σταθερό «συνδετικό πρωτεϊνικό περίβλημα». Ο τεμαχισμός βοηθάει στην εκχύλιση υψηλού ποσοστού των πρωτεϊνών που περιέχονται στα ινίδια των μυών και χρησιμοποιούνται για να συγκρτείται το νερό και να γαλακτωματοποιείται το λίπος. (Γεωργάκης,2002)

Στα βραστά αλλαντικά ανήκουν το παριζάκι, η μορταδέλα, τα λουκάνικα Φρανκφούρτης, η πάριζα, το παριζάκι, η μορταδέλα κ.α.

Επιλογή πρώτων υλών και πρόσθετων

Το κρέας από νεαρά ζώα είναι κατάλληλο για την παραγωγή αλλαντικών θερμικής επεξεργασίας από σύγκοπτο κρέας λόγω της καλής ΙΣΥ που έχει. Το pH του κρέατος

πρέπει να έχει τιμές από 5,8 έως 6,2. Το κρέας με υψηλές τιμές pH όπως το DFD (Dark Firm Dry, Σκοτεινόχρωμο Συμπαγές Ξηρό) κρέας αυξάνει αφενός την ΙΣΥ καθυστερεί αφετέρου την εμφάνιση του επιθυμητού ερυθρού χρώματος. Το PSE (Pale Soft Exudative, Ωχρο Μαλακό Εξιδρωματικό) κρέας συμβάλλει στη δημιουργία του ερυθρού χρώματος αλλά μειώνει την ΙΣΥ της κρεατόπαστας με αποτέλεσμα την αποβολή νερού και λίπους.

Θα πρέπει να χρησιμοποιείται θερμό κρέας δηλαδή αυτό που προκύπτει αμέσως μετά τη σφαγή του ζώου. Στο κρέας αυτό η ακτίνη και η μυοσίνη συνδέονται ασθενώς, το pH είναι υψηλό και υπάρχει μεγάλη περιεκτικότητα σε ATP αποτέλεσμα να έχει καλή ΙΣΥ και να μπορεί να συγκρατεί μεγάλες ποσότητες νερού.

Το λίπος θα πρέπει να είναι σκληρό, με υψηλό σημείο τήξεως και πλούσιο σε συνδετικό ιστό. Έτσι επιλέγεται το χοιρινό λίπος από τα μάγουλα, τον τράχηλο και τη ράχη του σφαγίου.

Τα βοηθητικά και πρόσθετα συστατικά που χρησιμοποιούνται την παραγωγή βραστών αλλαντικών είναι:

- Το αλάτι (χλωριούχο νάτριο), το οποίο συμμετέχει στη δημιουργία της γεύσης του προϊόντος και ενισχύει τη συγκράτηση νερού από τις μυϊκές πρωτεΐνες.

- Στα βραστά αλλαντικά απαγορεύεται η προσθήκη νιτρικών αλάτων γιατί η θερμική επεξεργασία στην οποία υποβάλλονται καταστρέφει τα νιτροαναγωγικά βακτήρια και εμποδίζει τα άλατα να αναθθούν σε νιτρώδη. Έτσι δεν αναπτύσσεται το ερυθρό χρώμα. Επιτρέπεται η προσθήκη μόνο νιτρωδών αλάτων.

- Τα φωσφορικά άλατα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βραστών αλλαντικών όταν το κρέας δεν είναι «θερμό». Προκαλούν χαλάρωση των δεσμών ακτίνης – μυοσίνης βελτιώνοντας την ΙΣΥ του κρέατος και ταυτόχρονα αυξάνουν τη διαλυτότητα των μυϊκών πρωτεϊνών με αποτέλεσμα να ευνοείται η γαλακτωματοποίηση του λίπους.

- Το ασκορβικό οξύ και τα άλατά του επιταχύνουν τη δημιουργία και τη σταθεροποίηση του κόκκινου χρώματος και βοηθούν στην αναγωγή των νιτρωδών σε μονοξειδίο του αζώτου.

- Οι γαλακτωματοποιητές συμμετέχουν στη σταθερότητα του γαλακτώματος βελτιώνοντας τη δυνατότητα της κρεατόπαστας να δεσμεύει και να συγκρατεί λίπος ακόμα και κατά τη διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας.

- Το άμυλο απορροφά μεγάλες ποσότητες νερού και αποτρέπει την αποβολή του. Προστίθεται στο τέλος του τεμαχισμού επειδή αυξάνει το ιξώδες της κρεατόπαστας και προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας της.

- Το νερό προστίθεται με μορφή πάγου για να εμποδίσει την άνοδο της θερμοκρασίας της κρεατόπαστας κατά τον τεμαχισμό. Προκαλεί διάλυση και διόγκωση των μυϊκών πρωτεϊνών και βελτιώνει το χυμώδες του παραγόμενου προϊόντος (Γεωργάκης, 2005).

Τεμαχισμός πρώτων υλών

Σκοπός του τεμαχισμού των πρώτων υλών είναι να αναμειχθούν πλήρως όλα τα συστατικά έτσι ώστε να παραχθεί σταθερή και ομοιογενής κρεατόπαστα. Πραγματοποιείται στις κρεατομηχανές ή στο κούτερ το οποίο αποτελεί το σημαντικότερο μηχάνημα τεμαχισμού μιας αλλαντοποιίας. Αποτελείται από μια λεκάνη η οποία είναι ανοξείδωτη και περιστρέφεται και μέσα σε αυτήν περιστρέφονται κάθετα και με μεγάλες ταχύτητες, τα μαχαίρια του κούτερ που έχουν τοποθετηθεί σε οριζόντιο άξονα. Τα μαχαίρια είναι καλυμμένα με προστατευτικό κάλυμμα και ένα δεύτερο το οποίο καλύπτει τη λεκάνη. Με το κούτερ επιτυγχάνεται ο λεπτός τεμαχισμός της κρεατόπαστας καθώς επίσης η ανάμειξη και σωστή κατανομή των ιστών και των υλικών που έχουν προστεθεί (Εικόνα 4).

Κατά τη διάρκεια του τεμαχισμού αναπτύσσονται τριβές με αποτέλεσμα την παραγωγή θερμότητας και την αύξηση της θερμοκρασίας της κρεατόπαστας. Η θερμοκρασία δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 4 °C και για να αποτραπεί προστίθεται σταδιακά πάγος.

Στη συνέχεια προστίθεται ο λιπώδης ιστός(λαρδί) το οποίο πρέπει να λεπτοτεμαχιστεί έτσι ώστε να γίνει ομοιόμορφη κατανομή μέσα στην κρεατόπαστα. Με βάση το βαθμό τεμαχισμού που υφίσταται τα βραστά αλλαντικά χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τα ομοιογενή τα οποία είναι λεπτοτεμαχισμένα και τα ομοιογενή ή ανομοιογενή τα οποία έχουν τεμμαχιστεί σε χοντρά κομμάτια., Στην πρώτη κατηγορία βρίσκονται τα λουκάνικα τύπου Φρανκφούρτης στα οποία η κρεατόπαστα έχει ομογενοποιηθεί και παρουσιάζει λεία επιφάνεια και ομοιόμορφο μέγεθος μεταξύ τεμαχιδίων κρέατος, λίπους και συνδετικού ιστού. Με την ενσωμάτωση μεγάλων τεμαχίων κρέατος ή λίπους στην κρεατόπαστα έτσι ώστε να έχουν ομοιόμορφο μέγεθος πραγματοποιείται πέρασμα αυτής από κρεατομηχανή η οποία έχει κατάλληλο μέγεθος σπών.

Στη δεύτερη κατηγορία βρίσκονται η πάριζα και η μορταδέλα, στην επιφάνεια των οποίων υπάρχουν διακριτά δομικά στοιχεία του μυϊκού και του λιπώδους ιστού. Έχουν παραχθεί με την ανάμειξη λεπτοτεμαχισμένης κρεατόπαστας και χονδροτεμαχισμένου κρέατος ή λίπους.



Εικόνα 4: Κούτερ αλλαντικών

Στη συνέχεια η κρεατόπαστα τοποθετείται σε θήκες έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί θερμική επεξεργασία, γίνεται δηλαδή ενθήκευση της κρεατόπαστας. Με βάση την προέλευση τους, οι θήκες διακρίνονται σε φυσικές και τεχνητές.

Οι φυσικές θήκες έχουν προκύψει από μέρη του γαστρεντερικού συστήματος των ζώων. Είναι εδώδιμες, διαπερατές στον καπνό και ξηραίνονται εύκολα.

Οι τεχνητές θήκες έχουν παραχθεί από κυτταρίνη αλλά και κολλαγόνο. Οι θήκες από κυτταρίνη χρησιμοποιούνται για λουκάνικα τα οποία στη συνέχεια αποφλοιώνονται. Οι θήκες από κολλαγόνο είναι βρώσιμες και συχνά είναι επικαλυμμένες με πλαστικό υλικό για να μην τις διαπερνά το οξυγόνο και οι υδρατμοί. (Εικόνα 5)

Το γέμισμα της κρεατόπαστας στις θήκες γίνεται με τη βοήθεια των γεμιστικών μηχανών (Εικόνα 6). Οι γεμιστικές μηχανές έχουν μεγάλη απόδοση, απομακρύνουν τον αέρα από την κρεατόπαστα προστατεύοντας έτσι το προϊόν από το οξυγόνο.

Αφού η θήκη πληρωθεί με συγκεκριμένη ποσότητα κρεατόπαστας, το ελεύθερο άκρο της θα δεθεί με τη βοήθεια αυτόματων μηχανών με έλασμα που είναι από μέταλλο. Τα αλλαντικά τοποθετούνται σε βαγόνια.



Εικόνα 5: Τεχνητές θήκες για ενθήκευση αλλαντικών

Τα λουκάνικα δε δένονται στα άκρα τους αλλά η θήκη τους μετά την πλήρωση περιστρέφεται με ειδική μηχανή και τα λουκάνικα τοποθετούνται σε ειδικά άγκιστρα από τα οποία περνούν με ευκολία στις βέργες και τοποθετούνται στο βαγονέτο.



Εικόνα 6: Γεμιστική μηχανή κενού

Στη συνέχεια, πραγματοποιείται σε ειδικές εγκαταστάσεις η κάπνιση αλλά και η θερμική επεξεργασία των αλλαντικών (Εικόνα 7). Η κάπνιση αποτελείται από τρία στάδια: το στέγνωμα, το ροδοκοκκίνισμα και το κάπνισμα. Το πρώτο πραγματοποιείται με τη βοήθεια ρεύματος θερμού αέρα θερμοκρασίας 50-55°C και στοχεύει στο να απομάκρυνθεί η υγρασία από την επιφάνεια των αλλαντικών για να μπορέσουν να απορροφήσουν τον καπνό. Το ροδοκοκκίνισμα γίνεται επίσης με θερμό αέρα, σε θερμοκρασία μέχρι 65°C, και διαρκεί, μέχρι να αναπτυχθεί το χρώμα στην επιφάνεια των αλλαντικών. Η κάπνιση πραγματοποιείται με την εφαρμογή καπνού που παράγεται από την ατελή καύση σκληρών ξύλων ή πριονιδιού και σε θερμοκρασία η οποία ανέρχεται στους 70°C. Επίσης η διάρκεια της κάπνισης εξαρτάται από το μέγεθος των αλλαντικών.

Μετά την κάπνιση τα αλλαντικά παστεριώνονται, δηλαδή εφαρμόζεται σε αυτά ήπια θερμική επεξεργασία. Η παστερίωση συντελείται με κορεσμένο ατμό και διαρκεί, μέχρι να φτάσει η θερμοκρασία στον πυρήνα των αλλαντικών στους 70-72°C. Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας τοποθετείται στον πυρήνα του αλλαντικού θερμοστοιχείο. Τα προϊόντα τα οποία δεν καπνίζονται δέχονται απευθείας την επίδραση του ατμού, μέχρι να

αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία στον πυρήνα τους. Μετά τη θέρμανση με ατμό τα αλλαντικά ψεκάζονται με κρύο νερό έτσι ώστε να ψυχθούν γρήγορα και αφού φθάσουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, οδηγούνται στο χώρο συντήρησης.



Εικόνα 7: Εγκατάσταση καπνισμού και θερμικής επεξεργασίας αλλαντικών

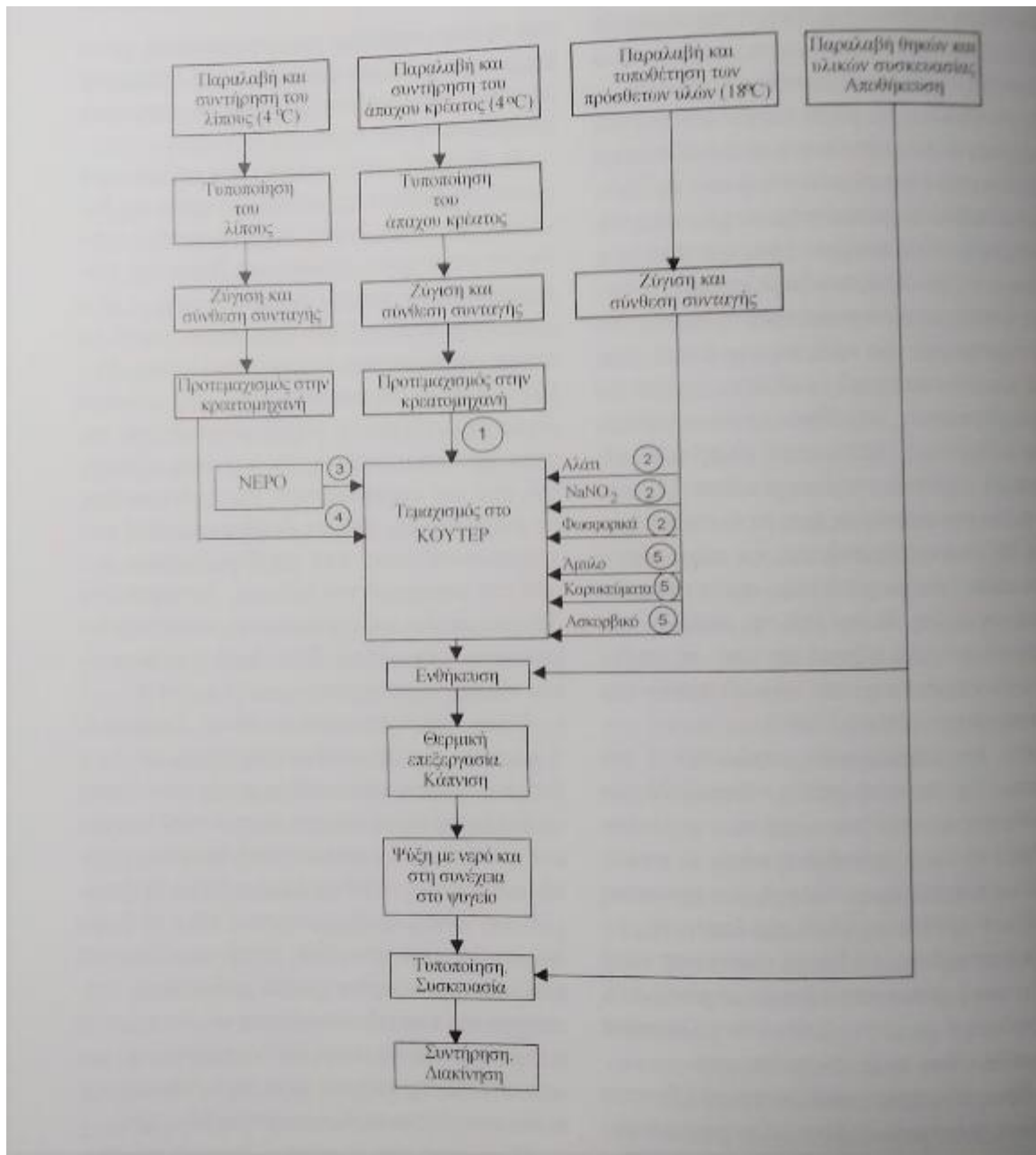


Εικόνα 8: Λουκάνικα Φρανκφούρτης



Εικόνα 9: Παριζάκι

Ακολουθεί το διάγραμμα ροής των αλλαντικών θερμικής επεξεργασίας από σύγκοπτο κρέας.



Σχήμα 2: Διάγραμμα ροής αλλαντικών θερμικής επεξεργασίας από σύγκοπτο κρέας (Γεωργάκης, 2005).

2.2.4.2 Προϊόντα θερμικής επεξεργασίας από αυτούσια τεμάχια κρέατος

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα προϊόντα που παράγονται από αυτούσια κομμάτια κρέατος τα οποία αφού αλιπαστωθούν υποβάλλονται σε μηχανική επεξεργασία και στη συνέχεια σε ήπια ξηρή ή υγρή θερμική επεξεργασία και πιθανώς σε κάπνιση. Στην κατηγορία αυτή σύμφωνα με τον κώδικα τροφίμων και ποτών ανήκουν τα εξής προϊόντα:

- *Χοιρομέρι ή ζαμπόν*: παράγεται από τους μύες της χώρας των μηρού, με ή χωρίς οστά ή από τεμάχια του μηρού.
- *Ωμοπλάτη ή σπάλα*: Παράγεται από μύες της σπάλας οι οποίοι έχουν τυποποιηθεί με σκοπό τη χαμηλή περιεκτικότητά τους σε λίπος και συνδετικό ιστό.
- *Μπριζόλα καπνιστή*: Παράγεται από τον επιμήκη ραχιαίο μυ του χοίρου ο οποίος δεν έχει προηγουμένως τεμαχιστεί.
- *Μπέικον*: Παράγεται από το θωρακοκοιλιακό τοίχωμα του χοιρινού από το οποίο έχουν αφαιρεθεί το δέρμα, τα οστά και οι χόνδροι των ψευδοπλευρών.

Παραγωγική διαδικασία

Πραγματοποιείται έγχυση έτσι ώστε οι προστιθέμενες ουσίες να εισχωρήσουν όσο το δυνατόν καλύτερα στο εσωτερικό της μυϊκής μάζας. Τα κομμάτια κρέατος τοποθετούνται σε άλμη. Για να διεισδύσουν όσο το δυνατόν περισσότερο οι ουσίες εγχύεται ενδομυϊκά η άλμη και εισχωρεί στο κρέας με κατάλληλες βελόνες. (Εικόνα 10).



Εικόνα 10: Μηχάνημα έγχυσης άλμης με ειδικές βελόνες για παραγωγή μπέικον

Στη συνέχεια τα τεμάχια κρέατος υφίστανται μηχανική επεξεργασία η οποία λαμβάνει βαρέλες στα οποία τοποθετούνται τα κομμάτια κρέατος μαζί με άλμη και γίνεται μάλαξη του κρέατος (Εικόνα 11). Διευκολύνεται έτσι η διείσδυση της άλμης αφού χαλαρώνει η δομή του μυϊκού ιστού. Υπάρχει όμως πιθανότητα να εγκλωβιστούν φυσαλίδες αέρα για το λόγο αυτό τα μηχανήματα λειτουργούν υπό κενό. Κατά τη διάρκεια της μάλαξης το κρέας πρέπει να διατηρείται σε θερμοκρασία χαμηλότερη από 6 °C γι' αυτό τα μηχανήματα αυτά διαθέτουν συστήματα ψύξης.

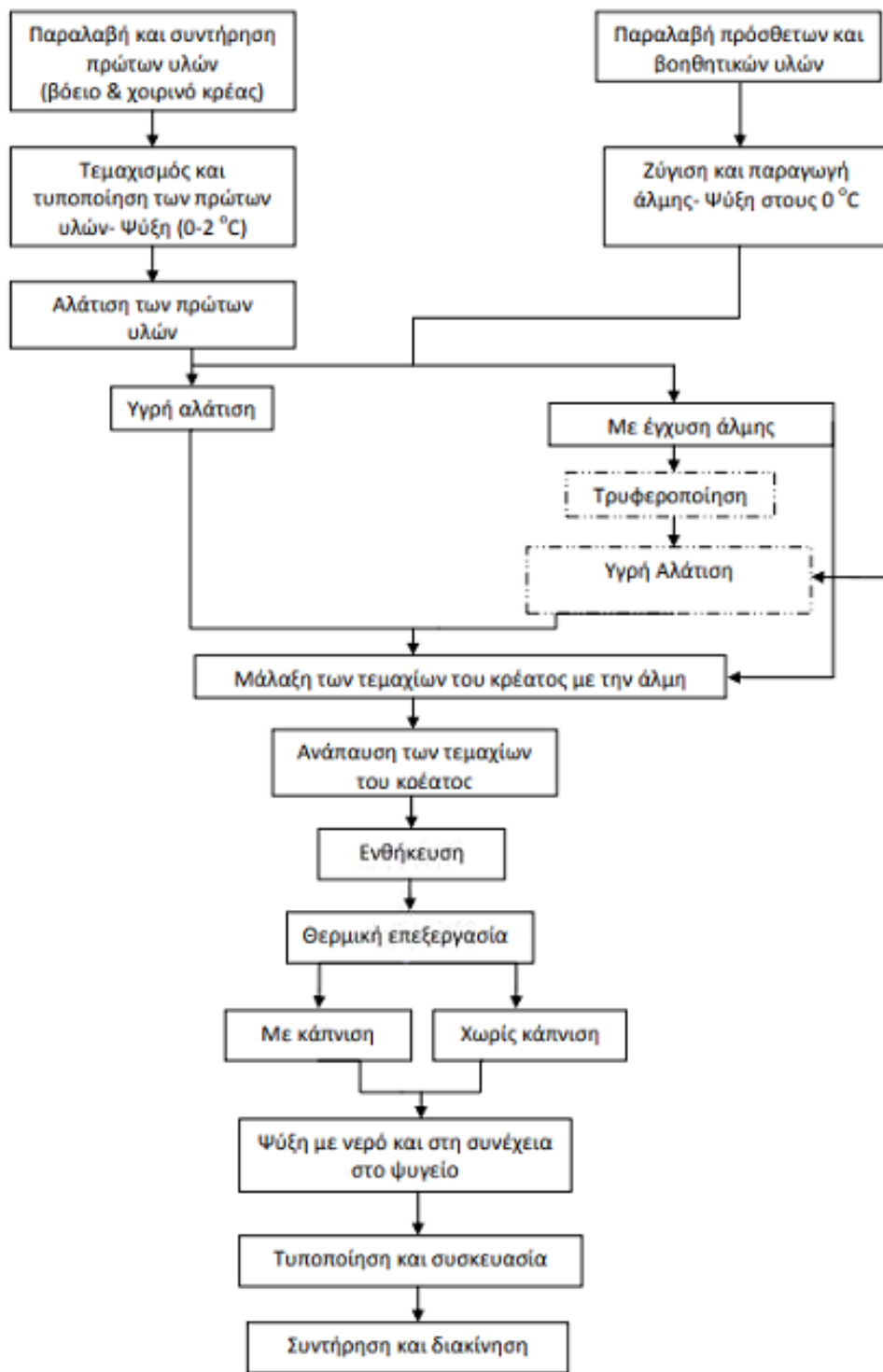


Εικόνα 11: Βαρέλα μάλαξης κρέατος

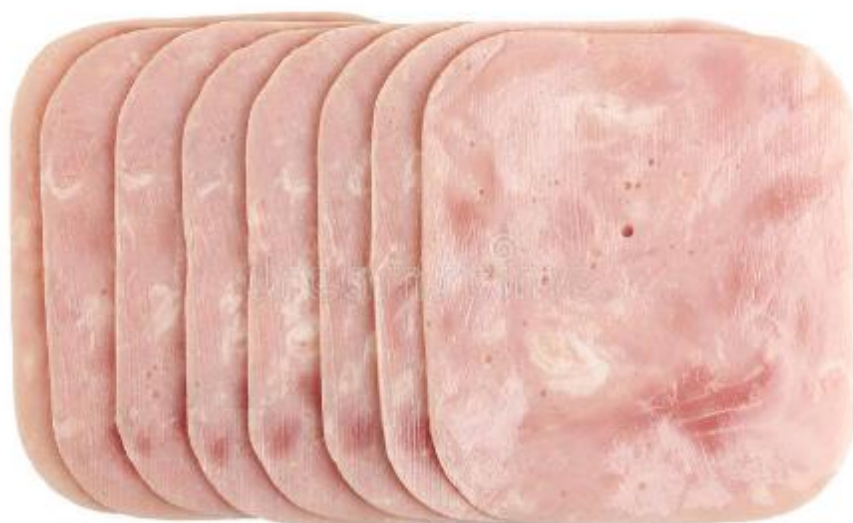
Στη συνέχεια τα τεμάχια κρέατος συσκευάζονται κατάλληλα και υποβάλλονται σε θερμική επεξεργασία η οποία πραγματοποιείται σε ειδικούς κλιβάνους. Τα καπνιστά προϊόντα θερμαίνονται αρχικά με θερμό αέρα για να στεγνώσει η επιφάνειά τους και να απορροφήσει τον καπνό. Έπειτα ακολουθεί κάπνιση με θερμό καπνό ο οποίος έχει παραχθεί από την ατελή καύση ξύλων. Μετά το τέλος της κάπνισης τα προϊόντα θερμαίνονται με κορεσμένο ατμό μέχρι η θερμοκρασία στον πυρήνα του προϊόντος να φτάσει στους 68-72 °C. Ακολουθεί ψύξη των προϊόντων, τα οποία όταν αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος μεταφέρονται στο θάλαμο συντήρησης.

Μετά το θάλαμο συντήρησης, το προϊόν το οποίο είναι θερμικά επεξεργασμένο, τοποθετείται στο θάλαμο ταχείας κατάψυξης για να γίνει συμπαγές και να κοπεί ομοιόμορφα σε φέτες στο συσκευαστήριο (Γεωργάκης, 2005).

Ακολουθεί παρακάτω (Σχήμα 3), το διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας προϊόντων θερμικής επεξεργασίας από αυτούσια κομμάτια κρέατος.



Σχήμα 3: Διάγραμμα ροής παραγωγής προϊόντων θερμικής επεξεργασίας από αυτούσια κομμάτια κρέατος (Αμβροσιάδης & Γεωργάκης, 2005)



Εικόνα 12: Φέτες ζαμπόν



Εικόνα 13: Μπέικον

2.2.4.3 Αλλαντικά αέρος

Τα αλλαντικά αέρος παράγονται από κρέας χοίρων, βοοειδών ή προβάτων και από χοιρινό λίπος(λαρδί). Ανήκουν στα ζυμούμενα προϊόντα και δεν υφίσταται θερμική επεξεργασία. Κατά τη διάρκεια του τεμαχισμού του κρέατος προστίθενται αλάτι, καρυκεύματα και διάφορες βοηθητικές ύλες και στη συνέχεια η κρεατόπαστα που παράγεται, ενθηκεύεται σε φυσικές ή τεχνητές θήκες και στη συνέχεια υφίσταται ζύμωση, ωρίμανση –αφυδάτωση σε φυσικό ή τεχνητό περιβάλλον και ενδεχομένως κάπνιση. Το τελικό προϊόν που προκύπτει

αποκτά σταδιακά χαρακτηριστικό χρώμα, άρωμα, γεύση και υφή, σταθεροποιείται και μετά το τέλος της περιόδου ωρίμανσης διατηρείται σε συνθήκες περιβάλλοντος και καταναλώνεται ωμό χωρίς θέρμανση. (Αμβροσιάδης- Γεωργάκης 2005)

Κύριος στόχος της παραγωγής αλλαντικών αέρος είναι η ανάπτυξη στην κρεατόπαστα, της επιθυμητής μικροχλωρίδας η οποία αποτελείται από ομοζυμωτικά οξυγαλακτικά βακτήρια και μικρόκοκκους. Η μικροχλωρίδα αυτή εμποδίζει την ανάπτυξη μικροοργανισμών και παθογόνων βακτηρίων στο τελικό προϊόν.

Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης λαμβάνουν χώρα διάφορες βιολογικές, βιοχημικές και φυσικοχημικές μεταβολές οι οποίες επιδρούν στην παραγωγή του τελικού προϊόντος. Αυτές είναι:

- Πτώση του pH
- Αύξηση του αριθμού των οξυγαλακτικών βακτηρίων και μικρόκοκκων
- Εμφάνιση ερυθρού χρώματος
- Ανάπτυξη χαρακτηριστικού αρώματος
- Απώλεια βάρους λόγω αποβολής νερού
- Ελάττωση της ενεργότητας του νερού(a_w)
- Μετουσίωση μυϊκών πρωτεϊνών η οποία οδηγεί σε στερεοποίηση του προϊόντος και ικανότητά του να κόβεται σε φέτες.
- Αύξηση της σκληρότητας του παραγόμενου προϊόντος εξαιτίας της απώλειας νερού.

Οι παραπάνω μεταβολές οδηγούν στην παραγωγή του αλλαντικού το οποίο είναι σκληρό, με έντονο ερυθρό χρώμα, ευχάριστη γεύση, πλούσιο άρωμα, με ευδιάκριτα τεμαχίδια λίπους και μπορεί να διατηρείται εκτός ψυγείου.

Χαρακτηριστικό προϊόν που ανήκει στα αλλαντικά αέρος είναι το γνωστό σαλάμι αέρος. Με βάση τη φυσική μικροχλωρίδα του κρέατος παρασκευάζεται ένα μεγάλο φάσμα προϊόντων με διαφορετικές αναλογίες κρέατος και αλατιού καθώς και καρυκευμάτων. Για το λόγο αυτό το σαλάμι αέρος παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία γεύσεων και υφής και αυξάνει όλο και περισσότερο το ενδιαφέρον των καταναλωτών σε όλο τον κόσμο που επιδιώκουν νέες γευστικές εμπειρίες (Toldra, 2007). Στην Ελλάδα το σαλάμι αέρος παράγεται σε βιομηχανική κλίμακα αλλά και από μικρότερες βιοτεχνικές επιχειρήσεις συνήθως σύμφωνα με τοπικές παραδοσιακές συνταγές.

Τα αλλαντικά ωρίμανσης διακρίνονται σε διατηρητά και επαλειφόμενα. Η διάκριση αυτή γίνεται με βάση την συνοχή τους, η οποία είναι αποτέλεσμα της διαφορετικής τεχνολογίας παρασκευής της κρεατόμαζας των αλλαντικών. Τα διατηρητά αλλαντικά αέρος

είναι σκληρά και συμπαγή και διακρίνονται από το γεγονός ότι μπορούν να κοπούν σε λεπτές φέτες, στις οποίες διακρίνονται ευκρινώς τα τεμαχίδια του λίπους. Αντίθετα, τα επαλειφόμενα έχουν μαλακή σύσταση και χαρακτηρίζονται από την ικανότητα τους να επαλείφονται πάνω σε φέτα ψωμιού (Μπλούκας, 1998).

Με βάση τη διάρκεια ωρίμανσης τους ταξινομούνται σε αλλαντικά ταχείας ωρίμανσης (η ωρίμανση διαρκεί το πολύ 2 εβδομάδες και τα τελικά προϊόντα έχουν $pH = 4,8 - 5,2$ και $a_w = 0,90 - 0,95$), ενδιάμεσης και μακράς περιόδου ωρίμανσης (η ωρίμανση διαρκεί από 4 - 10 εβδομάδες και τα τελικά προϊόντα έχουν $pH = 5,3 - 5,8$ και $a_w = 0,85 - 0,90$).

Πρώτες ύλες και πρόσθετα

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται είναι το κρέας και το λαρδί.

Συχνά για την παραγωγή αλλαντικών αέρος γίνεται επιλογή του είδους κρέατος που θα χρησιμοποιηθεί. Σε κάποιες χώρες όπως η Ιταλία, η Ουγγαρία και η Γαλλία, για την παραγωγή αλλαντικών αέρος υψηλής ποιότητας χρησιμοποιείται αποκλειστικά χοιρινό κρέας, εξαιτίας της γεύσης και του ανοιχτού ερυθρού χρώματος που προσδίδει στο τελικό προϊόν. Στην Γερμανία, για την παραγωγή των αλλαντικών αέρος χρησιμοποιείται βοδινό, χοιρινό κρέας και χοιρινό λίπος σε αναλογία το καθένα 1/3, γιατί συμβάλλουν ώστε τα αλλαντικά να γίνουν περισσότερο ξηρά και πιο σκούρου χρώματος. Στις Μουσουλμανικές χώρες, για θρησκευτικούς και μόνο λόγους, χρησιμοποιείται βοδινό κρέας στην παραγωγή των αλλαντικών αέρος καθώς και λίπος από αρνιά (Μπλούκας, 1998). Τέλος μεγάλη απήχηση στις προτιμήσεις των καταναλωτών βρίσκουν τα αλλαντικά αέρος που παράγονται από κρέας γαλοπούλας (Αμβροσιάδης, 2000).

Βασικός παράγοντας για την επιτυχή παραγωγή αλλαντικών αέρος είναι η σωστή επιλογή και προετοιμασία των πρώτων υλών. Το κρέας πρέπει να ωριμάζει φυσιολογικά και να προστατεύεται από οποιουδήποτε είδους επιμόλυνση.

Το άπαχο κρέας πρέπει να είναι στεγνό και καλύτερα είναι να προέρχεται από ηλίκιωμένα ζώα αφού το κρέας από νεαρά ζώα είναι κατάλληλο για προϊόντα θερμικής επεξεργασίας. Επίσης πρέπει να έχει συντηρηθεί για όσο το δυνατόν μικρότερο χρονικό διάστημα και το pH του να παίρνει τιμές από 5,6 έως 6,0.

Η τιμή της ενεργότητας του νερού (a_w) επιδρά στην παραγωγή των αλλαντικών αέρος. Όσο μικρότερη είναι η a_w , τόσο πιο δύσκολες γίνονται οι συνθήκες ανάπτυξης και πολλαπλασιασμού ανεπιθύμητων και παθογόνων βακτηρίων. Για την ελάττωση της τιμής της ενεργότητας του νερού πραγματοποιείται ελαφρά αφυδάτωση του άπαχου κρέατος μετά από παραμονή του στο ψυγείο για 1-2 ημέρες.

Σύμφωνα με τον Κώδικα τροφίμων και ποτών, η περιεκτικότητα των αλλαντικών αέρος σε υγρασία δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 35 % αν είναι σε θήκες με διάμετρο μικρότερη από 60 mm και όχι μεγαλύτερη από 40 % για αλλαντικά σε μεγαλύτερες θήκες. Ανεξάρτητα από τη διάμετρο της θήκης, η περιεκτικότητα σε λίπος δεν πρέπει να ξεπερνά το 45 %.

Το λαρδί το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή των αλλαντικών αέρος πρέπει να είναι σκληρό και κοκκώδες. Το πολύ μαλακό λαρδί οξειδώνεται γρηγορότερα και περιορίζει τη διάρκεια συντήρησης των αλλαντικών. Επίσης πρέπει να είναι φρέσκο. Λαρδί το οποίο έχει συντηρηθεί για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα, ακόμα και σε κατάψυξη, έχει οξειδωθεί σε μεγάλο βαθμό και προκαλεί ποιοτική υποβάθμιση των προϊόντων, ιδιαίτερα αν αυτά είναι μακράς περιόδου ωρίμανσης. Το χοιρινό λίπος πρέπει να διαχωρίζεται από το σφάγιο όσο το δυνατόν ταχύτερα και να ψύχεται αμέσως. Υπό ψύξη μπορεί να συντηρηθεί έως και 3 ημέρες. Εάν καταψυχθεί ο χρόνος συντήρησης αυξάνεται στις 90 ημέρες. (Αμβροσιάδης, 2000)

Οι πρόσθετες ουσίες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των αλλαντικών αέρος είναι το χλωριούχο νάτριο, τα νιτρώδη και νιτρικά άλατα, τα άλατα ασκορβικού οξέος, τα σάκχαρα, η γλυκονική – δ – λακτόνη (GdL), το σορβικό κάλιο και τα καρκεύματα.

➤ Χλωριούχο νάτριο

Το χλωριούχο νάτριο προκαλεί ελάττωση της τιμής της ενεργότητας του νερού, εμποδίζει την ανάπτυξη ανεπιθύμητων μικροοργανισμών και συμβάλει στην ανάπτυξη της επιθυμητής μικροχλωρίδας (Μπλούκας, 1998).

Συμβάλει επίσης στη συντήρηση και στη γεύση των έτοιμων προϊόντων καθώς και στην εκχύλιση μικρής ποσότητας μυϊκών πρωτεϊνών οι οποίες με τη μετουσίωση και την πήξη που υφίσταται στη συνέχεια εξαιτίας της ελάττωσης του pH, προκαλούν τη σύνδεση των τεμαχιδίων κρέατος και λίπους (Αμβροσιάδης, 2000).

➤ Νιτρώδη άλατα

Τα νιτρώδη άλατα είναι απαραίτητα για το σχηματισμό και τη διατήρηση του ερυθρού χρώματος, την ανάπτυξη του χαρακτηριστικού αρώματος και την αναστολή ανάπτυξης ανεπιθύμητων και παθογόνων βακτηρίων, κυρίως στην αρχή της ωρίμανσης, όπου δεν μπορούν να δράσουν άλλοι ανασταλτικοί παράγοντες.

➤ Νιτρικά άλατα

Τα νιτρικά άλατα δρουν αφού αναχθούν σε νιτρώδη με τη βοήθεια νιτροαναγωγικών βακτηρίων όπως μικρόκοκκοι και κάποια είδη στρεπτόκοκκων. Η δράση όμως των

παραπάνω βακτηρίων αναστέλλεται σε τιμές pH μικρότερες από 5,5 συνεπώς δεν πρέπει τα νιτρικά άλατα να χρησιμοποιούνται για την παραγωγή προϊόντων ταχείας ωρίμανσης στα οποία χρειάζεται γρήγορη μείωση του pH. Στην περίπτωση αυτή η αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη θα είναι ανεπαρκής και ο χρωματισμός του προϊόντος ελαττωματικός. Αντίθετα, τα νιτρικά άλατα ενδείκνυνται για την παραγωγή αλλαντικών αέρος με μακρά περίοδο ωρίμανσης, στα οποία παρατηρείται βραδεία πτώση του pH.

➤ Άλατα του ασκορβικού οξέος

Τα άλατα του ασκορβικού οξέος συντελούν στη δημιουργία και διατήρηση του χρώματος και εμποδίζουν την οξειδωση του λίπους. Είναι απαραίτητα για την παραγωγή αλλαντικών αέρος βραδείας ωρίμανσης επειδή το υψηλό pH δεν ευνοεί την αναγωγή των νιτρωδών αλάτων σε μονοξείδιο του αζώτου. Η ποσότητα των ασκορβικών που συνιστάται για την παραγωγή των αλλαντικών αέρος ανέρχεται σε 0.4-0.5 g/kg κρεατόμαζας. Η προσθήκη των ασκορβικών σε μεγαλύτερες ποσότητες μπορεί να οδηγήσει στην παραγωγή ελαττωματικών προϊόντων.

➤ Σάκχαρα

Τα σάκχαρα έχουν προστεθεί σε μικρές ποσότητες στην κρεατόπαστα των αλλαντικών αέρος επειδή η περιεκτικότητα του κρέατος σε σάκχαρα και γλυκογόνο είναι πολύ μικρή. Στόχος τους είναι η βελτίωση της γεύσης αλλά και του χρώματος ενώ ταυτόχρονα ελαττώνουν το pH. Επίσης αποτελούν πηγή ενέργειας για τους επιθυμητούς και απαραίτητους για την κανονική πορεία της ζύμωσης μικροοργανισμούς. Τα διάφορα οργανικά οξέα που παράγονται κατά την αποδόμηση των σακχάρων ελαττώνουν το pH της κρεατόπαστας με αποτέλεσμα να μετουσιώνονται οι πρωτεΐνες και να σταθεροποιείται το τελικό προϊόν. Τα οξέα αυτά βοηθούν επίσης και στη δημιουργία του χαρακτηριστικού αρώματος των τελικών προϊόντων. Παράλληλα δημιουργούν κατάλληλες συνθήκες pH για την αναγωγή των νιτρωδών σε μονοξείδιο του αζώτου (NO) και ευνοούν την παραγωγή και σταθεροποίηση του ερυθρού χρώματος. Τέλος αφού ελαττωθεί το pH αναστέλλεται σταδιακά η ανάπτυξη των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων και των αερόβιων σπορογόνων, ενώ ευνοείται η ανάπτυξη των επιθυμητών μικροοργανισμών (π.χ. οξυγαλακτικά). Η παρουσία των σακχάρων εμποδίζει εν μέρει και την αποδόμηση των πρωτεϊνών, γιατί προσφέρονται άμεσα ως πηγή ενέργειας στα διάφορα πρωτεολυτικά βακτήρια τα οποία δεν καταναλώνουν πρωτεΐνες (Αμβροσιάδης , 2000)

Η ποσότητα και το είδος των σακχάρων που προστίθενται στην κρεατόπαστα εξαρτάται από το αρχικό pH της κρεατόπαστας, τον επιδιωκόμενο ρυθμό μείωσης του pH

και την τελική τιμή στην οποία πρέπει να διαμορφωθεί το pH στο τελικό προϊόν (Μπλούκας, 1998).

Η ποσότητα σακχάρων που προστίθεται ανέρχεται σε 0.4-0.6% και ποτέ δεν πρέπει να ξεπερνά το 0.8-1.0%.

➤ Γλυκονική – δ- λακτόνη (GdL)

Η γλυκονική – δ- λακτόνη (GdL), είναι ο εσωτερικός ανυδρίτης του γλυκονικού οξέος που προκύπτει από την οξείδωση της γλυκόζης, ανήκει στους υδατάνθρακες και με υδρόλυση δίνει γαλακτικό οξύ (Μπλούκας 1998).

Με την προσθήκη της επιτυγχάνεται μια πάρα πολύ γρήγορη οξίνιση της κρεατόμαζας των αλλαντικών χωρίς τη δράση των μικροοργανισμών επειδή προκαλεί ταχεία ελάττωση του pH. Κατά συνέπεια η GdL ενδείκνυται στις περιπτώσεις εκείνες στις οποίες απουσιάζει από την κρεατόπαστα των αλλαντικών η κατάλληλη μικροχλωρίδα και υπάρχει κίνδυνος να μην πραγματοποιηθεί οξίνιση της κρεατόμαζας ή να είναι ανεπαρκής. Η ποσότητα της GdL που ενδείκνυται για την παραγωγή των αλλαντικών αέρος δεν πρέπει να ξεπερνά το 0.6-0.7% του βάρους της νωπής κρεατόπαστας.

➤ Σορβικό κάλιο

Το σορβικό κάλιο χρησιμοποιείται σε διάλυμα 5-10% εξωτερικά για το μούσκεμα των θηκών πριν από την τοποθέτηση της κρεατόμαζας. Εμποδίζει την ανάπτυξη μικροοργανισμών στην επιφάνεια των αλλαντικών και το σχηματισμό “γλίτσας” τις πρώτες ημέρες της ωρίμανσης κατά τις οποίες επικρατεί στο θάλαμο υψηλή σχετική υγρασία.

Επειδή το σορβικό κάλιο αναστέλλει ή και καταστρέφει τα νιτροαναγωγικά βακτήρια, ο χρόνος εμφάνισης των ενθικευμένων προϊόντων πρέπει να είναι περιορισμένος, ώστε να μην υπάρξουν προβλήματα ανάπτυξης του ερυθρού χρώματος στην εξωτερική επιφάνεια του προϊόντος.

➤ Καρυκεύματα

Τα μπαχαρικά ή τα εκχυλίσματα αυτών θεωρούνται απαραίτητα στην παραγωγή των αλλαντικών αέρος, επειδή προσδίδουν σε αυτά ιδιαίτερο άρωμα, το οποίο τα διαφοροποιεί από ομοειδή προϊόντα. Από τα διάφορα μπαχαρικά απαραίτητα θεωρούνται κυρίως το πιπέρι, τα άνθη του μοσχοκάρυδου, το κάρδαμο, το σκόρδο και άλλα.

Η ποσότητα των μπαχαρικών δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1%, αν και σε ορισμένα προϊόντα το κόκκινο πιπέρι ξεπερνά και το 2% του βάρους της νωπής κρεατόπαστας. Ορισμένα μπαχαρικά, όπως το σκόρδο, δρουν ανασταλτικά στην ανάπτυξη παθογόνων βακτηρίων, όπως της σαλμονέλας.

Εκτός από τα καρυκεύματα, στην παραγωγή των αλλαντικών αέρος μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως αρτυματικές ύλες το κόκκινο κρασί και το ρούμι (Αμβροσιάδης, 2000).

➤ Καλλιέργειες εκκίνησης

Η επιτυχής παράγωγή των αλλαντικών αέρος στηρίζεται στην ανάπτυξη της επιθυμητής μικροχλωρίδας στην κρεατόπαστα τις πρώτες μέρες της ωρίμανσης. Η σύνθεση όμως της μικροχλωρίδας που απαντάται στην κρεατόμαζα των αλλαντικών, αμέσως μετά την παρασκευή της, είναι πάρα πολύ ποικιλόμορφη και κάτω από ανεξέλεγκτες συνθήκες μπορεί να οδηγήσει σε μη κανονική οξίνιση της κρεατόμαζας και γενικά στην παραγωγή ελαττωματικών προϊόντων. (Μπλούκας 1998)

Η επικράτηση της επιθυμητής μικροχλωρίδας και η καταστολή των ανεπιθύμητων μικροοργανισμών μπορεί να επιτευχθεί αποτελεσματικά με την προσθήκη καλλιεργιών εκκίνησης. Πρόκειται για οξυγαλακτικές ή και άλλες καλλιέργειες οι οποίες χρησιμοποιούνται ευρέως για την παραγωγή αλλαντικών αέρος επειδή:

- Καθοδηγούν την πορεία της ζύμωσης – ωρίμανσης
- Οδηγούν στην παραγωγή προϊόντων με σταθερή ποιότητα
- Επιταχύνουν την ωρίμανση
- Μειώνουν τον κίνδυνο παραγωγής ελαττωματικών προϊόντων λόγω ανάπτυξης ανεπιθύμητων βακτηρίων
- Παρεμποδίζουν την επιφανειακή ανάπτυξη μυκήτων που θα μπορούσαν να παράγουν τοξίνες
- Βελτιώνουν το χρώμα και το άρωμα του τελικού προϊόντος

Οι καλλιέργειες εκκίνησης διακρίνονται σε φυσικές και καθαρές καλλιέργειες. Η φυσική καλλιέργεια αποτελείται από υψηλής ποιότητας αλλαντικό αέρος, κατά κανόνα της ίδιας αλλαντοβιομηχανίας, το οποίο λεπτοτεμαχίζεται και προστίθεται στην κρεατόμαζα σε αναλογία 1/100. Αυτό περιέχει επιθυμητούς μικροοργανισμούς, προσαρμοσμένους στο μικροκλίμα του εργοστασίου. Όμως, επειδή στη φυσική καλλιέργεια υπάρχουν και άλλοι μικροοργανισμοί, υπάρχει κίνδυνος να οδηγήσει στην παραγωγή ελαττωματικών προϊόντων.

Οι καθαρές καλλιέργειες αποτελούνται από στελέχη μικροοργανισμών που απομονώθηκαν από εξαιρετικής ποιότητας αλλαντικά αέρος. Οι περισσότερες εμπορικές καλλιέργειες είναι σύνθετες και αποτελούνται από γαλακτικά βακτήρια και μικρόκοκκους-σταφυλόκοκκους. Επίσης κυκλοφορούν καλλιέργειες ζυμών και μυκήτων με τις οποίες εμβολιάζεται η επιφάνεια των αλλαντικών.

Οι καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται συνήθως περιέχουν *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sake*, *Lactobacillus curvatus*, *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus pentosaceus*, *Micrococcus varians*, *Staphylococcus xylosus*, *Staphylococcus carnosus* είδη του γένους *Debaryomyces* (*D. Hanseni*) και ορισμένα επιλεγμένα στελέχη του γένους *Penicillium* (*P. Nagliovensis*). Τα βακτήρια αυτά έχουν ιδανική θερμοκρασία ανάπτυξης που κυμαίνεται από 20 °C έως 35 °C.

Παραγωγική διαδικασία

Τα στάδια παραγωγής των αλλαντικών αέρος είναι τα εξής: η τυποποίηση των πρώτων υλών, ο τεμαχισμός τους στο κούτερ, η προσθήκη και η ανάμειξη των βοηθητικών υλών, η ενθήκευση της κρεατόπαστας και η ζύμωση, η ωρίμανση και η αφυδάτωση. Συχνά, τα προϊόντα αυτά υφίσταται μια περισσότερο ή λιγότερο έντονη κάπνιση.

Ο τεμαχισμός και η ανάμειξη των πρώτων και βοηθητικών υλών γίνεται συνήθως στο κούτερ. Το λίπος που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να είναι πάντοτε κατεψυγμένο και τα αποθέματα ψύχους του άπαχου κρέατος επαρκή, ώστε στο τέλος του τεμαχισμού η θερμοκρασία της κρεατόμαζας να κυμαίνεται μεταξύ -1 και -3°C.

Για την παρασκευή της κρεατόπαστας των αλλαντικών αέρος αρχικά το κρέας χονδροτεμαχίζεται στο κούτερ για ένα περίπου λεπτό. Στη συνέχεια προστίθενται τα νιτρώδη και νιτρικά άλατα, τα σάκχαρα και τα ασκορβικά. Ακολουθεί η προσθήκη του λαρδιού και ο λεπτοτεμαχισμός του μαζί με το κρέας με μεγάλη ταχύτητα περιστροφής των μαχαιριών του κούτερ. Σταδιακά προστίθενται στην κρεατόμαζα τα καρυκεύματα και οι υπόλοιπες ουσίες, εκτός από το αλάτι το οποίο προστίθεται λίγο πριν ολοκληρωθεί η επεξεργασία στο κούτερ έτσι ώστε να αναμιχθεί με την κρεατόπαστα. Η επεξεργασία της κρεατόπαστας στο κούτερ συνεχίζεται μέχρι να επιτευχθεί πλήρης ανάμιξη των συστατικών και τα τεμαχίδια του κρέατος και του λαρδιού να αποκτήσουν το χαρακτηριστικό για το κάθε προϊόν μέγεθος κόκκων. Η τελική θερμοκρασία της κρεατόπαστας δεν πρέπει να ξεπερνά τους +2°C κάτι που επιτυγχάνεται με τη χρήση κατεψυγμένου κρέατος και λίπους, θερμοκρασίας περίπου -10°C.

Η χρήση κούτερ κενού για τον τεμαχισμό των πρώτων υλών εφαρμόζεται όλο και περισσότερο και παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα. Η απομάκρυνση του αέρα και κατ' επέκταση του οξυγόνου έχει ως αποτέλεσμα την ταχύτερη και καλύτερη ανάπτυξη του ερυθρού χρώματος, την αύξηση της σταθερότητάς του και την παρεμπόδιση της τάγγισης του λίπους. Επίσης καθιστά τη μάζα του προϊόντος περισσότερο συμπαγή, βελτιώνοντας έτσι την σύστασή του.

Μετά την παρασκευή της, η κρεατόμαζα των αλλαντικών αέρος ενθηκεύεται αμέσως στις θήκες με πληρωτικές μηχανές οι οποίες λειτουργούν υπό κενό. Έτσι απομακρύνεται σημαντική ποσότητα από τον αέρα που εγκλωβίζεται στην κρεατόμαζα κατά την επεξεργασία της στο κούτερ. Η παραμονή του αέρα στην κρεατόμαζα των αλλαντικών αέρος επηρεάζει αρνητικά τη σταθερότητα του χρώματος καθώς επίσης και τις μικροβιολογικές διεργασίες που επιτελούνται στα αλλαντικά στην αρχή της ωρίμανσης.

Οι θήκες που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή των αλλαντικών αέρος μπορεί να είναι φυσικές ή τεχνητές. Οι τεχνητές θήκες εφαρμόζονται όλο και περισσότερο στην παραγωγή των αλλαντικών αέρος, γιατί έχουν σταθερή διάμετρο και δεν παρουσιάζουν προβλήματα στο γρήγορο ρυθμό ενθήκευσης της κρεατόμαζας στις γεμιστικές μηχανές. Οι θήκες για τα αλλαντικά αέρος πρέπει να έχουν τις εξής βασικές ιδιότητες:

- να είναι διαπερατές στον αέρα
- να είναι διαπερατές στους υδρατμούς και στον καπνισμό
- να προσκολλώνται εύκολα στην κρεατόμαζα και να ακολουθούν την συστολή της κατά την ωρίμανση (Μπλούκας 1998)
- να αποκολλώνται εύκολα από το έτοιμο προϊόν
- να είναι σε άριστη υγιεινή κατάσταση.

Μετά την ενθήκευση τα αλλαντικά αέρος, περασμένα στις μεταλλικές βέργες και αναρτημένα στο βαγονέτο, πρέπει να παραμείνουν για 2 έως 6 ώρες, ανάλογα με το μέγεθος της διαμέτρου που έχουν, σε συνθήκες περιβάλλοντος, με σκοπό να στραγγίσουν από τους υδρατμούς που συμπυκνώνονται στην επιφάνειά τους.

Στη συνέχεια μεταφέρονται στο θάλαμο ωρίμανσης όπου επικρατούν ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και ταχύτητας κυκλοφορίας του αέρα καθώς και απόλυτο σκοτάδι.

Ο έλεγχος της θερμοκρασίας αποτελεί το σπουδαιότερο παράγοντα, ο οποίος επηρεάζει το ρυθμό των μεταβολών που γίνονται στην κρεατόμαζα των αλλαντικών κατά την ωρίμανση. Κατά κανόνα, η αρχική θερμοκρασία στα αλλαντικά ταχείας ωρίμανσης δεν υπερβαίνει τους 25°C, στα αλλαντικά μακράς ωρίμανσης κυμαίνεται μεταξύ 18°C και 20°C και στο σαλάμι Ουγγαρίας δεν ξεπερνά τους 15°C. Μετά από 5-7 ημέρες η θερμοκρασία διατηρείται μεταξύ 12° και 15°C.

Βασικό παράγοντα για την ομαλή ωρίμανση και αφυδάτωση των αλλαντικών αέρος αποτελεί ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας στο θάλαμο ωρίμανσης. Στην αρχή της ωρίμανσης η σχετική υγρασία πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 90-95%. Έτσι αποφεύγεται ο

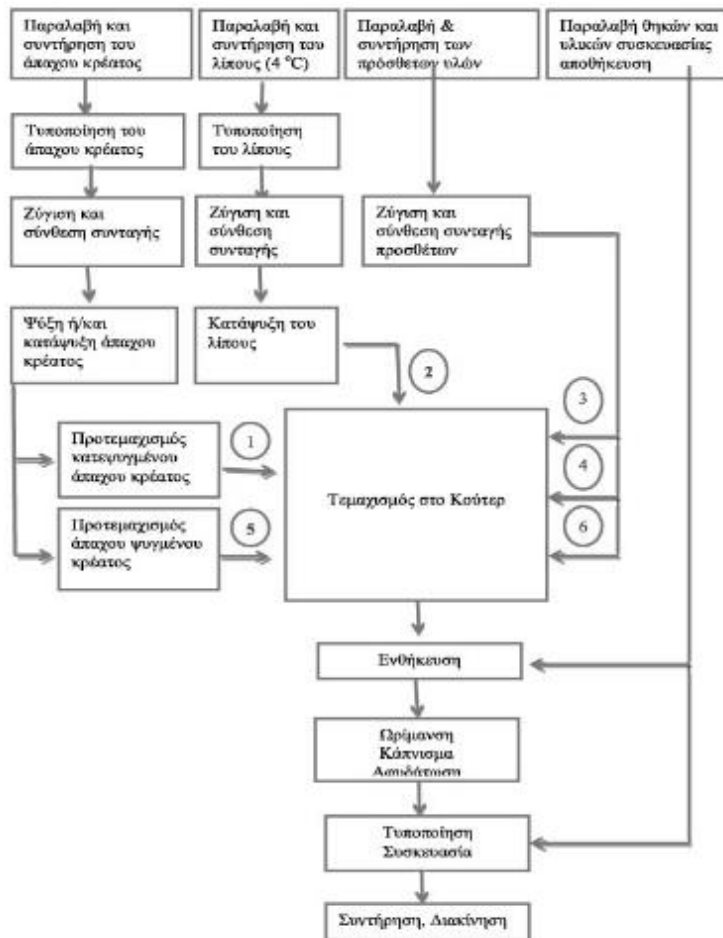
σηματισμός σκληρής κρούστας στην επιφάνεια των αλλαντικών που εμποδίζει την παραπέρα αφυδάτωσή τους και προκαλεί την αλλοίωσή τους. Στη συνέχεια η σχετική υγρασία διατηρείται μεταξύ 75-85%.

Για να εξελιχθεί ομαλά η αφυδάτωση των αλλαντικών στη διάρκεια της ωρίμανσης, πρέπει σε ολόκληρο το θάλαμο ωρίμανσης να επικρατούν ομοιόμορφες συνθήκες σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας. Τις προϋποθέσεις αυτές εξασφαλίζει η ελεγχόμενη κυκλοφορία του αέρα μέσα στο θάλαμο ωρίμανσης.

Σε ορισμένες χώρες τα αλλαντικά αέρος καπνίζονται με ψυχρό καπνισμό. Ο καπνός από σκληρά ξύλα προσδίδει στα αλλαντικά αέρος ιδιαίτερο άρωμα και προστατεύει τα προϊόντα από την ανάπτυξη μούχλας και το σχηματισμό γλίτσας στην επιφάνεια των αλλαντικών. Όμως ο καπνισμός επιδρά αρνητικά στους μικρόκοκκους, γι' αυτό και πρέπει να εφαρμόζεται, όταν έχει ολοκληρωθεί η ανάπτυξη του χρώματος στα αλλαντικά. Οι μικρόκοκκοι είναι επιθυμητοί μικροοργανισμοί και με τη δράση τους συμβάλλουν στο σχηματισμό και τη σταθερότητα του ερυθρού χρώματος και την ανάπτυξη του αρώματος στα αλλαντικά αέρος.

Μετά την ωρίμανση και πιθανόν τον καπνισμό τα αλλαντικά μεταφέρονται στο χώρο συντήρησης μέχρι τη διάθεσή τους στην αγορά.

Ακολουθεί στο σχήμα 4, το διάγραμμα ροή αλλαντικών αέρος.



Σχήμα 4: Διάγραμμα ροής παραγωγής αλλαντικών αέρος (Αμβροσιάδης & Γεωργιάκης 2005)

Μεταβολές στην κρεατόμαζα των αλλαντικών κατά την ωρίμανση

Οι βασικότερες διεργασίες που συντελούνται κατά την ωρίμανση της κρεατόμαζας είναι η πτώση του pH και η αφυδάτωση της, με αποτέλεσμα την εξυγίανση και την ικανότητα του τελικού προϊόντος να συντηρείται ακόμη και εκτός ψυγείου. Παράλληλα, αναπτύσσονται ο ερυθρός χρωματισμός, το χαρακτηριστικό άρωμα και η συνεκτικότητα της κρεατόμαζας. Το τελικό προϊόν αποκτά έτσι όλα εκείνα τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που το κάνουν ελκυστικό και μικροβιολογικά σταθερό. Η ταχύτητα εξέλιξης των μεταβολών αυτών εξαρτάται από τις συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας που επικρατούν στο θάλαμο ωρίμανσης και την ταχύτητα κυκλοφορίας του αέρα. (Αμβροσιάδης & Γεωργιάκης, 2005)

Οι σημαντικότερες μεταβολές που πραγματοποιούνται στην κρεατόμαζα κατά τη διάρκεια ωρίμανσης των αλλαντικών αέρος είναι οι παρακάτω:

α) Μικροβιολογικές μεταβολές: Η προσθήκη του χλωριούχου νατρίου, των νιτρικών και ασκορβικών αλάτων, η αφαίρεση του οξυγόνου από την κρεατόμαζα κατά την ενθήκευση και η προοδευτική αφυδάτωση των αλλαντικών ευνοούν την ανάπτυξη της

επιθυμητής μικροχλωρίδας και παρεμποδίζουν την ανάπτυξη των ανεπιθύμητων μικροοργανισμών. Έτσι ο πληθυσμός των γαλακτικών βακτηρίων γρήγορα αυξάνει σε 10^8 κύτταρα/g, ενώ των ανεπιθύμητων μικροοργανισμών σταδιακά μειώνεται.

β) Οξίνιση της κρεατόμαζας: Η κρεατόμαζα των αλλαντικών αέρος αμέσως μετά την παρασκευή της έχει τιμές pH περίπου 5.9. Αν χρησιμοποιηθεί γλυκονική-δ-λακτόνη, το pH μειώνεται πολύ γρήγορα σε χαμηλές τιμές που εξαρτώνται από την ποσότητα της. Στην περίπτωση που χρησιμοποιηθούν μόνο σάκχαρα, η μείωση του pH είναι αποτέλεσμα της παραγωγής οργανικών οξέων από τη διάσπαση των σακχάρων με τη δράση ενζύμων που παράγουν οι μικροοργανισμοί και κυρίως τα γαλακτικά βακτήρια. Ο ρυθμός ελάττωσης του pH και η τελική τιμή στην οποία αυτό διαμορφώνεται εξαρτάται από το είδος και την ποσότητα του σακχάρου, τη θερμοκρασία ωρίμανσης και τον αριθμό και τη δραστηριότητα των γαλακτικών βακτηρίων. Γενικά κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης το pH δεν πρέπει να μειωθεί σε τιμές μικρότερες από 5.0, γιατί επηρεάζει αρνητικά την εξέλιξη του χρώματος και τη γεύση. Αλλαντικά αέρος με pH μικρότερο από 4.8 θεωρούνται πολύ οξινοσμένα.

γ) Σχηματισμός του ερυθρού χρώματος: Κατά το λεπτοτεμαχισμό του κρέατος στο κούτερ η κρεατόμαζα αποκτά λαμπερό ερυθρό χρώμα, το οποίο σταδιακά γίνεται καστανό. Στη διάρκεια όμως της ωρίμανσης, και μάλιστα τις πρώτες ημέρες, το χρώμα των αλλαντικών γίνεται κόκκινο με τη δράση των νιτροδών αλάτων και τη συμβολή των ασκορβικών. Τις αντιδράσεις σχηματισμού του χρώματος ευνοεί επίσης η μείωση του pH. Αν για την παραγωγή των αλλαντικών αέρος χρησιμοποιηθούν μόνο νιτρικά άλατα, το προϊόν αποκτά και πάλι το κόκκινο χρώμα, αφού τα νιτρικά αναχθούν σε νιτρώδη με τη δράση των μικρόκοκκων. Στην περίπτωση όμως αυτή τα αλλαντικά δεν πρέπει να καπνιστούν, πριν σχηματισθεί το χρώμα τους, ούτε να χρησιμοποιηθεί γλυκονική-δ-λακτόνη. Ο καπνός και η γρήγορη οξίνιση που προκαλεί η γλυκονική-δ-λακτόνη εμποδίζουν τη δράση των μικρόκοκκων και επομένως την ανάπτυξη του χρώματος.

δ) Σχηματισμός της δομής: Με το λεπτοτεμαχισμό του κρέατος καταστρέφεται η κυτταρική δομή και οργάνωση ενός σημαντικού αριθμού μυϊκών ινών και ελευθερώνονται οι μυϊκές πρωτεΐνες. Αυτές εκχυλίζονται στην επιφάνεια των τεμαχιδίων κρέατος, λόγω του πυκνού αλατούχου διαλύματος που σχηματίζει το αλάτι με την υγρασία που περιέχουν οι πρώτες ύλες. Οι πρωτεΐνες σχηματίζουν κολλοειδές διάλυμα που γεμίζει τους κενούς χώρους μεταξύ των τεμαχιδίων κρέατος και λίπους. Κατά την αφυδάτωση το κολλοειδές διάλυμα σταθεροποιείται και εξασφαλίζει τη συνεκτικότητα στα αλλαντικά αέρος και την ικανότητά τους να κόβονται σε λεπτές φέτες.

ε) Αφυδάτωση των αλλαντικών αέρος: Με τη μείωση του pH στη διάρκεια της ωρίμανσης σε τιμές κοντά στο 5.0 η κρεατόμαζα αδυνατεί να συγκρατήσει το νερό που περιέχει με αποτέλεσμα την προοδευτική αφυδάτωση των αλλαντικών. Έτσι τις 3-5 πρώτες ημέρες της ωρίμανσης τα αλλαντικά χάνουν υγρασία που ανέρχεται σε 6-15% του αρχικού τους βάρους. Μέχρι το τέλος της ωρίμανσης οι απώλειες βάρους μπορούν να φθάσουν μέχρι και 30% του αρχικού βάρους των αλλαντικών κατά την ενθήκευση.

στ) Ανάπτυξη του αρώματος: Στο σχηματισμό του χαρακτηριστικού αρώματος των αλλαντικών αέρος συμβάλλουν διάφορα συστατικά. Πολλά από αυτά, όπως το χλωριούχο νάτριο και τα διάφορα καρυκεύματα, προστίθενται γι' αυτόν ακριβώς το σκοπό. Στα προϊόντα που καπνίζονται συμβάλλουν στο άρωμά τους και τα συστατικά του καπνού. Ωστόσο, πολλά από τα συστατικά που προσδιορίζουν το χαρακτηριστικό άρωμα των αλλαντικών αέρος προέρχονται από τη διάσπαση των υδατανθράκων, των λιπών και των πρωτεϊνών με τη δράση των μικροοργανισμών στη διάρκεια της παρατεταμένης ωρίμανσης.



Εικόνα 14: Αλλαντικά αέρος

2.2.4.4 Νωπά προϊόντα αλλαντοποιίας (χωριάτικα λουκάνικα)

Τα παραδοσιακά χωριάτικα λουκάνικα παράγονται σε πολλές περιοχές της Ελλάδας με διάφορες παραλλαγές ανά περιοχή. Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (2011) ανήκουν στην κατηγορία των προϊόντων αλλαντοποιίας από σύγκοπτο κρέας. Ενθηκεύονται σε βρώσιμα περιβλήματα και είναι δυνατόν να υφίστανται μερική αφυδάτωση ή/και

κάπνισμα. Η περιεκτικότητά τους σε λίπος δεν πρέπει να υπερβαίνει το 35 % επί του προϊόντος ως έχει. Παράγονται από νωπό ή και κατεψυγμένο βόειο, χοιρινό και πρόβειο κρέας καθώς και λαρδί.

Οι βασικότερες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τους είναι το αλάτι, τα καρυκεύματα και αρτυματικές ύλες όπως πράσο, κρεμμύδι, φλοιός πορτοκαλιού και κόκκινο κρασί σε ορισμένες περιοχές. Στα ωμά αυτά προϊόντα απαγορεύεται η χρήση κρέατος πουλερικών. Τα πιο γνωστά είναι τα λουκάνικα Τρικάλων, Μάνης, Τζουμαγιάς, Τρίπολης, Μυκόνου, Άνδρου, Καλαμάτας, Κρήτης και Σουφλίου (Αμβροσιάδης, 2011).

Επιλογή πρώτων υλών και προσθέτων

Τα χωριάτικα λουκάνικα δεν υφίσταται κάποιου είδους διαδικασία εξυγίανσης (θέρμανση, ζύμωση) πριν διατεθούν στην αγορά για κατανάλωση οπότε οι πρώτες ύλες πρέπει να βρίσκονται σε άριστη υγιεινή κατάσταση. Το κρέας και το λίπος θα πρέπει να προέρχονται από υγιή ζώα τα οποία δεν έχουν καταπονηθεί πριν από τη σφαγή τους.

Το άπαχο κρέας θα πρέπει να προέρχεται από ενήλικα ζώα και να είναι στεγνό με μέτρια ΙΣΥ. Θα πρέπει να είναι τυποποιημένο γιατί έτσι απομακρύνονται οι τένοντες και ο συνδετικός ιστός. Επίσης το άπαχο κρέας χρησιμοποιείται νωπό. Εάν είναι κατεψυγμένο θα πρέπει να αποψυχθεί πριν τον τεμαχισμό του.

Οι βασικότερες βοηθητικές και πρόσθετες ύλες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των χωριάτικων λουκάνικων είναι το χλωριούχο νάτριο, τα νιτρώδη, τα ασκορβικά, φωσφορικά και θειώδη άλατα, διάφορα ενισχυτικά γεύσης, τα καρυκεύματα καθώς και αρτυματικές ύλες όπως πράσο, κρεμμύδι, φλοιός πορτοκαλιού και μικρή ποσότητα κόκκινου κρασιού σε ορισμένες περιοχές όπως αναφέρεται παραπάνω. Δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται άμυλο, πηκτικές ουσίες και ξένες ως προς το κρέας πρωτεΐνες.

Το χλωριούχο νάτριο επιδρά στη γεύση και τη συντήρηση των προϊόντων καθώς επίσης συμμετέχει στη συνοχή και τη βελτίωση του οπώδους των παραγόμενων προϊόντων.

Η χρήση νιτρωδών αλάτων στα προϊόντα είναι αμφιλεγόμενη. Συμβάλλουν αφενός στη βελτίωση της ικανότητας συντήρησης τους, αφετέρου όμως δεν είναι απαραίτητα αν αναλογισθεί κανείς ότι αυτά πρέπει να διακινούνται υπό ψύξη και να καταναλώνονται σε διάστημα λίγων ημερών. Στην κρεατόπαστα των αλλαντικών αυτών οι συνθήκες αναγωγής των νιτρωδών σε μονοξείδιο του αζώτου και της αντίδρασης αυτού με τη μυογλοβίνη για τη δημιουργία του ερυθρού χρώματος δεν είναι και τόσο ευνοϊκές οπότε

παραμένει μεγάλη ποσότητα υπολειμματικών νιτροδών και ενδεχόμενα και νιτρικών αλάτων στο έτοιμο προϊόν. Ο κίνδυνος επομένως δημιουργίας νιτροζαμινών κατά το ψήσιμο τους είναι σχετικά μεγάλος. Τέλος η συμβολή τους στη δημιουργία του χαρακτηριστικού αρώματος δεν είναι καθοριστική, ώστε να δικαιολογείται η χρησιμοποίησή τους (Γεωργάκης, 2002).

Το ασκορβικό οξύ και τα άλατά του, εξαιτίας των αντιοξειδωτικών τους ιδιοτήτων, προλαμβάνουν την τάγγιση του λίπους και βελτιώνουν τη γεύση και την ικανότητα συντήρησης του έτοιμου προϊόντος.

Τα φωσφορικά άλατα αυξάνουν την ΙΣΥ του κρέατος και ελαττώνουν τις απώλειες ύδατος κατά τη διάρκεια του ψήσιματος. Έτσι βελτιώνεται η συνοχή και το χυμώδες του έτοιμου προϊόντος.

Τεχνολογία παραγωγής

Σκοπός της επεξεργασίας των πρώτων υλών είναι η παραγωγή ελαφρά συνεκτικής κρεατόμαζας με ευδιάκριτα τα τεμαχίδια του λίπους. Γι' αυτό θα πρέπει κατά τη διάρκεια του τεμαχισμού και της ανάμιξης να ρευστοποιηθεί όσο το δυνατόν μικρότερη ποσότητα λιπώδους ιστού. Το λίπος θα πρέπει κατά τη θέρμανση του έτοιμου προϊόντος πριν την κατανάλωσή του να συγκρατείται από το πλέγμα των μυϊκών πρωτεϊνών και να μην αποβάλλεται. Αυτό σε συνδυασμό με τη βελτίωση της ΙΣΥ του κρέατος, θα δώσει την επιθυμητή αίσθηση του οπώδους που είναι ένα από τα κυριότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αλλαντικών αυτών. Θα πρέπει λοιπόν ο τεμαχισμός, η μάλαξη και δευτερευόντως η ενθήκευση της κρεατόπαστας και στη συνέχεια η αφυδάτωση των προϊόντων αυτών να πραγματοποιείται κάτω από αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες (Γεωργάκης, 2002).

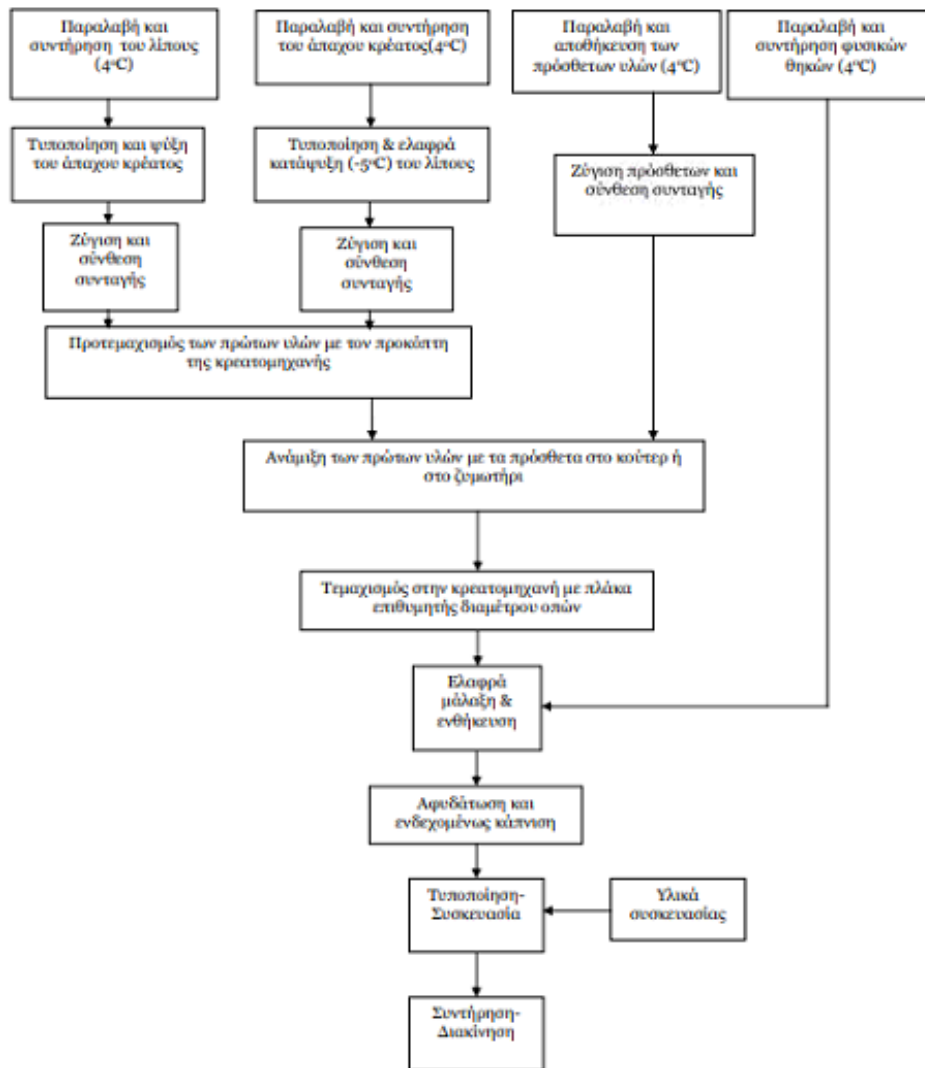
Η παραγωγή της κρεατόπαστας πραγματοποιείται στο κούτερ όταν αυτό διαθέτει και σύστημα μάλαξης ή σε ειδική συσκευή μάλαξης ή όπως το αποκαλούν οι αλλαντοποιοί, στο ζυμωτήριο. Το άπαχο κρέας τεμαχίζεται στη μηχανή του κιμά με πλάκα, η οποία έχει διάμετρο οπών από 4 ως 8 mm και στη συνέχεια συντηρείται υπό ψύξη. Οι πρώτες ύλες που έχουν σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος καταψύχονται στους -10 έως -12 °C και στη συνέχεια τεμαχίζονται. Το λίπος χρησιμοποιείται πάντοτε κατεψυγμένο και την ημέρα παραγωγής τεμαχίζεται στο κούτερ στο επιθυμητό μέγεθος. Κατόπιν προστίθενται στο κούτερ το αλάτι, τα καρυκεύματα και οι διάφορες πρόσθετες ύλες και η συνολική αυτή μάζα υποβάλλεται σε ανάμιξη μέχρι τη στιγμή που τα τεμαχίδια κρέατος και λίπους αρχίζουν να συνδέονται μεταξύ τους. Στόχος της μάλαξης είναι η παραγωγή συμπαγούς συνεκτικής μάζας με θερμοκρασία όχι μεγαλύτερη από 4 – 6 °C. Όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη μπορεί να παρουσιασθούν δυσκολίες κατά την ενθήκευση του προϊόντος,

ενώ η συνοχή των τεμαχιδίων δεν είναι τόσο καλή. Αντίθετα υψηλότερες θερμοκρασίες οδηγούν σε ρευστοποίηση μέρους της ποσότητας του λίπους με αποτέλεσμα κακή σύνδεση των τεμαχιδίων και μεγάλη αποβολή λίπους κατά τη θερμική επεξεργασία. Η κρεατόπαστα μετά την παραγωγή της, παραμένει συνήθως για 24 ώρες στο ψυγείο και ενθηκεύεται αμέσως (Γεωργάκης, 2002).

Η ενθήκευση της κρεατόπαστας γίνεται συνήθως σε φυσικές θήκες από λεπτό έντερο χοίρου ή προβάτων. Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται και τεχνητές διαπερατές βρώσιμες θήκες κολλαγόνου. Η πίεση με την οποία γίνεται η προώθηση της κρεατόπαστας πρέπει να είναι τόσο υψηλή έτσι ώστε να διασφαλίζεται η καλή πληρότητα της θήκης χωρίς να προκαλείται θραύση της και η διάμετρος του σωλήνα της γεμιστικής μηχανής να είναι προσαρμοσμένη στη διάμετρο της. Γενικά πρέπει να αποφεύγεται η χρησιμοποίηση μικρής διαμέτρου σωλήνα, επειδή προκαλεί τριβές, άνοδο της θερμοκρασίας της κρεατόπαστας και ρευστοποίηση μέρους του λίπους. Τα έντερα πρέπει να καθαρίζονται επιμελώς και να πλένονται με άφθονο νερό κυρίως όταν είναι αλατισμένα. Εάν το αλάτι δεν απομακρυνθεί πλήρως, είναι πιθανόν στο έτοιμο προϊόν να εμφανισθεί εξωτερικά στη θήκη απάνθισμα κρυστάλλων χλωριούχου νατρίου. Το πρόβλημα αυτό γίνεται εντονότερο όταν κατά την παραγωγή της κρεατόπαστας χρησιμοποιούνται φωσφορικά. Για να γίνει η θήκη περισσότερο τρυφερή εμβαπτίζεται για 15 λεπτά σε διάλυμα 3% γαλακτικού οξέος. Μετά την πλήρωση απομακρύνεται ο αέρας που εγκλωβίστηκε μεταξύ της κρεατόμαζας και της εσωτερικής επιφάνειας της θήκης τρυπώντας με βελόνα τη θήκη στα σημεία που υπάρχει ο αέρας. Στη συνέχεια τα αλλαντικά αναρτώνται στα βαγονέτα, τα οποία τοποθετούνται στους θαλάμους (εικόνα 15), όπου αφυδατώνονται με τη βοήθεια θερμού αέρα. Στους θαλάμους αυτούς είναι δυνατόν να υποστούν και κάπνιση. Κατόπιν τα προϊόντα αυτά διατίθενται είτε χύμα σε χαρτί, είτε συσκευάζονται σε σκληρούς δίσκους από πολυεστέρα, περιτυλιγμένα με διαπερατή διατεινόμενη πλαστική μεμβράνη πολυαιθυλένιου. Η συσκευασία τους υπό κενό δεν ενδείκνυται. Μπορούν όμως να συσκευασθούν σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες. Συντηρούνται σε συνθήκες ψύξης στους 0 -4 °C (Γεωργάκης, 2002).



Εικόνα 15: θάλαμος ωρίμανσης



Σχήμα 5: Διάγραμμα ροής παραγωγής νωπών χωριάτικων λουκάνικων (Αμβροσιάδης, Γεωργάκης & Βαρελτζής, 2002)



Εικόνα 16: Χωριάτικα λουκάνικα Μάνης με πορτοκάλι



Εικόνα 17: Χωριάτικα λουκάνικα Τρικάλων με πράσο

2.2.5 Προϊόντα κρέατος



Εικόνα 18: Λάντσιον-μητ



Εικόνα 19: Φουά γκρά



Εικόνα 20: Παστουρμάς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΛΛΟΙΩΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΡΕΑΤΟΣ

Η μικροβιολογία του νωπού και κατεψυγμένου κρέατος και των κρεατοσκευασμάτων είναι ιδιαίτερα σημαντική για τη δημόσια υγεία και προστασία των καταναλωτών αλλά και για την εμπορία των προϊόντων. Για τη διασφάλιση της δημόσιας υγείας πρέπει να αποφευχθεί η επιμόλυνση του κρέατος με παθογόνους μικροοργανισμούς κατά την επεξεργασία, την αποθήκευση και τη διάθεση των προϊόντων στην αγορά. (Γεωργάκης 2005)

3.1 Μικροχλωρίδα του κρέατος

Το κρέας των υγιών ζώων, πριν από τη σφαγή, θεωρείται ελεύθερο μικροοργανισμών, με εξαίρεση τους λεμφαδένες και κάποια όργανα τα οποία είναι πιθανόν να εμφανίζουν περιορισμένο αριθμό βακτηρίων. Οι βασικότερες όμως πηγές μόλυνσης των σφαγίων είναι οι επιφάνειες του ζώου οι οποίες εκτίθενται στο περιβάλλον (δέρμα, στόμα, γαστρεντερικός σωλήνας). Το μέγεθος της μεταφοράς της μόλυνσης από τις πηγές αυτές εξαρτάται από τις συνθήκες σφαγής, εκτροφής και επεξεργασίας. (Nottigham, 1982; Grau, 1986 ; Gill, 1998; Koutsoumanis and Sofos, 2005; Koutsoumanis et al., 2005).

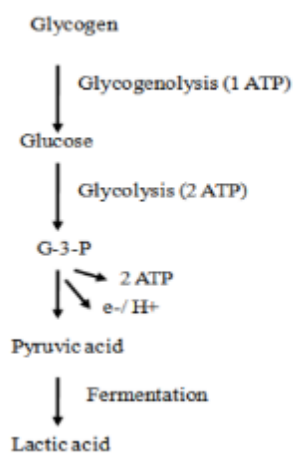
Κατά τη διάρκεια της εκτροφής των βοοειδών, των χοίρων και των προβάτων, υπάρχει πιθανότητα το δέρμα τους να περιέχει μεγάλο φορτίο παθογόνων μικροοργανισμών οι οποίοι προέρχονται από το χόμα, τα περιττώματα και γενικά από το περιβάλλον εκτροφής. Η μικροχλωρίδα του δέρματος και των βοοειδών για παράδειγμα ενδέχεται να είναι σε επίπεδο της τάξης 10^{12} cfu/100cm² (Bacon et al., 2000). Τα ζώα τα οποία εκτρέφονται σε στάβλους είναι περισσότερο επιμολυσμένα με μικροοργανισμούς περιττωματικής προέλευσης ενώ τα ζώα που εκτρέφονται εκτατικά μολύνονται κυρίως με μικροοργανισμούς εδάφους. (Sofos, 1994. Sofos et al., 1999). Είναι πιθανόν να εμφανιστούν παθογόνοι μικροοργανισμοί στο δέρμα των ζώων μέσα στα οχήματα μεταφοράς κατά τη διάρκεια της μεταφοράς τους. Στην περίπτωση αυτή ενδέχεται τα ζώα να μολυνθούν και από άλλα ζώα ή από μολυσμένες επιφάνειες (Γεωργάκης 2005).

Τα σφάγια είναι πιθανόν να επιμολυνθούν κατά τη διαδικασία της εκδοράς. Βασικότερη πηγή μόλυνσης αποτελεί το δέρμα και το τρίχωμα του ζώου που προορίζεται για σφαγή (Grau, 1986). Υπάρχει πιθανότητα τα σφάγια να μολυνθούν με μικροοργανισμούς οι οποίοι προέρχονται από το γαστρεντερικό σωλήνα. Ο τύπος και η έκταση της μικροβιακής μόλυνσης των σφαγίων κατά την εκδορά εξαρτάται από τα είδη των σφαγίων, τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας και την εποχή του έτους. (Γεωργάκης 2005).

Μετά τη σφαγή, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα μικροοργανισμοί να πολλαπλασιαστούν στην επιφάνεια των σφαγίων η οποία είναι θερμή εξαιτίας της μεταβολικής δραστηριότητας που πραγματοποιείται στους μύες κατά τη διάρκεια της νεκρικής ακαμψίας. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να γίνει άμεσα ψύξη των σφαγίων(Γεωργάκης 2005).

Στο στάδιο του τεμαχισμού, το οποίο ακολουθεί μετά την ψύξη , λόγω των χειρισμών που υφίσταται το κρέας, είναι πιθανόν να πραγματοποιηθεί διασταυρούμενη μόλυνση, από τα χέρια των εργαζομένων, τις επιφάνειες εργασίας και τον εξοπλισμό. Γι' αυτό είναι απαραίτητος ο σχολαστικός καθαρισμός των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού καθώς και η εφαρμογή των ορθών πρακτικών υγιεινής (Genigeorgis, 2004a).

Σημαντικό ρόλο στην υποβάθμιση της ποιότητας του κρέατος κατέχει ο χειρισμός του ζώου πριν και μετά τη σφαγή. Το ζώο πριν τη σφαγή εμφανίζει στρες το οποίο οδηγεί σε μείωση του γλυκογόνου των μυών του. Η διάσπαση του γλυκογόνου οδηγεί στην παραγωγή γαλακτικού οξέος μέσω της αναερόβιας γλυκολυτικής οδού(σχήμα 6) με αποτέλεσμα την ελάττωση του pH. Στην περίπτωση που το pH έχει τιμή μικρότερη από 6,2, πραγματοποιείται διάσπαση των πρωτεϊνών η οποία προκαλεί την ανάπτυξη βακτηρίων (D. Dave , Ghaly A.E, 2010)



Σχήμα 6: Αναερόβια γλυκολυτική οδός (Diwan,2007)

Το κρέας και τα προϊόντα του αποτελούν υπόστρωμα για την ανάπτυξη ποικίλης μικροχλωρίδας (βακτήρια, μύκητες, μούχλες) κάποια από τα οποία μπορεί να είναι παθογόνα. Η σύνθεση της μικροχλωρίδας εξαρτάται από τις πρακτικές εκτροφής, την ηλικία των ζώων πριν από τη σφαγή, τον εκσπλαχνισμό, τον έλεγχο της θερμοκρασίας κατά τη σφαγή, επεξεργασία και διανομή, τις μεθόδους συντήρησης, το είδος της συσκευασίας και το χειρισμό και την αποθήκευση από τον καταναλωτή. (Cervený et al., 2009)

Η μικροχλωρίδα των νωπών σφαγίων ερυθρού κρέατος αποτελείται από αρνητικούς κατά Gram βακίλους και μικρόκοκκους μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται οι *Pseudomonas spp*, *enterobacteriaceae*, *Acinetobacter spp*, *Alcaligenes spp*, *Moraxella spp*, *Flavobacterium spp*, *Aeromonas spp*, *Staphylococcus spp*, *Micrococcus spp*, *coryneforms* και *streptococci*. Σε μικρότερα ποσοστά υπάρχουν μικροοργανισμοί όπως οξυγαλακτικά βακτήρια, *Brochothrix thermosphacta*, σπόρια *Bacillus* και *Clostridium* και ιοί εντερικής προέλευσης. (ICMSF, 1980). Ζύμες και μύκητες δεν συναντώνται συχνά και ανιχνεύονται μόνο κατά τη διάρκεια συνεχούς αποθήκευσης η οποία προκαλεί αφυδάτωση της επιφάνειας του κρέατος και εμποδίζει την αύξηση των βακτηρίων αφήνοντας τις ζύμες και τους μύκητες να επικρατήσουν. Στις ζύμες και τους μύκητες περιλαμβάνονται οι *torulopsis*, *trichosporon*, *candida*, *rhodotorula*, *cryptococcus*, *penicillium*, *aspergillus*, *Geotrichum*, *mucor*, *rhizopus*, *Monillia*, *alternaria*, *Thamnidium* και *Chaetostylum* (Kotula et al, 1987. Dillon and Board, 1991. Jay, 2000).

3.2 Αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί στο κρέας

Ως «ειδικοί αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί» ορίζονται οι μικροοργανισμοί που παράγουν δυσάρεστες οσμές κατά την αλλοίωση του κρέατος. Μπορεί αρχικά να βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις και να αποτελούν μικρό μέρος της μικροχλωρίδας, αλλά κατά τη διάρκεια της συντήρησης αυξάνονται με μεγαλύτερο ρυθμό από την υπόλοιπη μικροχλωρίδα και παράγουν μεταβολίτες που ευθύνονται για την ανάπτυξη γλοιώδους επιφάνειας και δυσάρεστων οσμών στο προϊόν. Από μελέτες έχει προκύψει ότι μόνο το 10 % των μικροοργανισμών που υπάρχουν αρχικά στο κρέας θα αυξηθεί σε κατά την ψύξη και μόνο ένα μέρος τους θα οδηγήσει σε αλλοιώσεις μέσω της μεταβολικής τους δραστηριότητας (Borch et al., 1996). Οι αλλοιώσεις του κρέατος και των προϊόντων του από μικροοργανισμούς εξαρτώνται από τον αριθμό και το είδος των μικροοργανισμών, την επεξεργασία στην οποία υποβάλλεται το προϊόν, τη θερμοκρασία αποθήκευσης, την ατμόσφαιρα συσκευασίας και τη σύνθεση του προϊόντος (Gill, 1983).

Οι σημαντικότερες ομάδες βακτηρίων οι οποίες προκαλούν αλλοιώσεις στο κρέας είναι *Pseudomonas spp*, *enterobacteriaceae* (*Serratia liquefaciens*, *Hafia alvei*, *Enterobacter agglomerans*), *Brochothrix thermosphacta*, γαλακτικά βακτήρια (*Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc spp*), *Moraxella spp*, *Psychrobacter spp*, *Acinetobacter spp*, *Aeromonas spp* και *Shewanella putrefaciens* (Dainty and Mackey, 1992; Jay, 2000). Οι μικροοργανισμοί αυτοί αναπτύσσονται στην υδάτινη φάση του κρέατος καταναλώνοντας γλυκόζη, γαλακτικό οξύ, αμινοξέα, νουκλεοτίδια, ουρία και υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες (Nychas et al., 1998)

Το είδος των μικροοργανισμών που βρίσκονται στο κρέας και τα προϊόντα του εξαρτάται από τις συνθήκες αποθήκευσης. *Pseudomonas spp.*, *Moraxella spp.*, *Psychrobacter spp.*, *Acinetobacter spp* και αρνητικά κατά gram βακτήρια της οικογένειας *Enterobacteriace* συναντώνται συχνά σε κατεψυγμένα προϊόντα. Επίσης τα ψυχρότροφα οξυγαλακτικά βακτήρια, εντερόκοκκοι, μικρόκοκκοι και ζυμομύκητες υπάρχουν σε αλλαντικά όπως corned- beef, άψητα ζαμπόν και μπέικον λόγω της αντοχής τους στα άλατα ωρίμανσης. (Cervený et al, 2009).

Το κρέας και τα προϊόντα του τα οποία συντηρούνται υπό αερόβιες συνθήκες σε χαμηλές θερμοκρασίες αλλοιώνονται κυρίως από ψευδομονάδες (*Pseudomonas spp*). Πρόκειται για ψυχρότροφα, αρνητικά κατά Gram, αερόβια βακτήρια. Τα κυριότερα είδη είναι *Pseudomonas fragi*, *Pseudomonas fluorescens* και *Pseudomonas lundensis*. Μεταβολίζουν τη γλυκόζη και το γαλακτικό οξύ. Μετά την κατανάλωση της γλυκόζης και του γαλακτικού οξέος μεταβολίζουν αμινοξέα και πρωτεΐνες με αποτέλεσμα την παραγωγή αμμωνίας, αμινών και σουλφιδίων που προκαλούν το σχηματισμό πτητικών ενώσεων με δυσάρεστη οσμή και αλλοίωση του κρέατος. Οι προαιρετικά αναερόβιοι μικροοργανισμοί της οικογένειας *Enterobacteriaceae* μεταβολίζουν επίσης τη γλυκόζη και στη συνέχεια τα αμινοξέα. Ο ρυθμός ανάπτυξής τους σε χαμηλές θερμοκρασίες συνήθως είναι μικρός με αποτέλεσμα να μην επικρατούν στο κρέας το οποίο αποθηκεύεται υπό ψύξη. (Gill and Newton, 1977). Στην αερόβια αλλοίωση του κρέατος συμμετέχουν επίσης το θετικό κατά Gram προαιρετικά ανερόβιο βακτήριο *B. Thermosphacta* και τα αερόβια βακτήρια *Acinetobacter spp*, *Psychrobacter spp* και *Moraxella spp* τα οποία κυριαρχούν σε υψηλό pH (pH>5,8) ή σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος (Gill and Newton, 1982).

Κατά τη συντήρηση του κρέατος υπό κενό και σε θερμοκρασίες ψύξης, αλλοιώσεις προκαλούνται από οξυγαλακτικά βακτήρια τα οποία μεταβολίζουν τη γλυκόζη με αποτέλεσμα την παραγωγή γαλακτικού και οξικού οξέος. Έχουν απομονωθεί από αλλοιωμένο κρέας και προϊόντα κρέατος υπό κενό τα βακτήρια *Carnobacterium spp*, *Lactobacillus spp* και *Leuconostoc spp* σε συγκεντρώσεις 10^7 cfu/cm² (Shaw and Harding, 1984). Ενδέχεται να αναπτυχθούν σε μικρό βαθμό οι *B. Thermosphacta*, *Pseudomonas spp* και *Enterobacteriaceae*.

Το κρέας το οποίο συντηρείται υπό τροποποιημένες ατμόσφαιρες αλλοιώνεται κυρίως από *Lactobacillus spp* και *B. Thermosphacta*. Η παρουσία των βακτηρίων αυτών στο κρέας εξαρτάται από: αν το προϊόν είναι ωμό ή μαγειρεμένο, τη συγκέντρωση αντιμικροβιακών ουσιών (όπως νιτρώδη), το σχετικό φορτίο των ψυχροτροφικών βακτηρίων, το pH του προϊόντος και την ποσότητα και το είδος των αερίων στη συσκευασία. Τα είδη

Lactobacillus που προκαλούν αλλοίωση είναι τα ομοζυμωτικά *L. curvatus*, *L. Sake* και το ετεροζυμωτικό *L. Viridescens*. Το *Leuconostoc spp* (*L. carnosum*, *L. gelidium*, and *L. mesenteroides*) προκαλεί αλλοίωση παράγοντας δεξτράνη σε προϊόντα που περιέχουν σακχαρόζη. Το *L. gelidium* παράγει διοξείδιο του άνθρακα προκαλώντας συσσώρευση αερίου στη συσκευασία. Η ψύξη του κρέατος υπό τροποποιημένες ατμοσφαιρες ευνοεί την ανάπτυξη του *B. Thermosphacta* σε κρέας με pH ίσο ή μεγαλύτερο του 6. Οι *L. curvatus* and *Lb. sake* μεταβολίζουν τη γλυκόζη προς γαλακτικό οξύ και τα αμινοξέα λευκίνη και βαλίνη με αποτέλεσμα την παραγωγή ισοβαλερικού και ισοβουτυρικού οξέος (γεύση τυριού). Όταν μεταβολίζουν την κυστεΐνη, παράγεται υδρόθειο και το προϊόν έχει ανεπιθύμητη οσμή και χρώμα. Το *Shewanella putrefaciens* μπορεί να μεταβολίσει τα αμινοξέα σε αερόβιες και αναερόβιες συνθήκες. Παράγονται μεθυλοσουλφίδια και υδρόθειο σε υψηλές συγκεντρώσεις. Το υδρόθειο που παράγεται οξειδώνει τη μυοσφαιρίνη σε μεταμυοσφαιρίνη με αποτέλεσμα το κρέας να αποκτά πράσινο χρώμα. Τα προαιρετικά αναερόβια *Enterobacter*, *Serratia*, *Proteus* και *Hafnia* μεταβολίζουν τα αμινοξέα και παραγονται αμμωνία, αμίνες, μεθυλοσουλφίδια και μερκαπτάνες που προκαλούν σήψη. Λόγω της παραγωγής αμμωνίας και αμινών, το pH του κρέατος μεταβαίνει στην αλκαλική περιοχή με αποτέλεσμα την εμφάνιση ροζ χρώματος στο προϊόν. Το ψυχρότροφο *Clostridium spp* (όπως *Clostridium laramie*) προκαλεί αλλοίωση με πρωτεόλυση και απώλεια της υφής του κρέατος, συσσώρευση του υγρού στη σακούλα και παραγωγή υδρόθειου. (Erkmen and Bozoglu, 2016).

Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται τα είδη των βακτηρίων που υπάρχουν στο φρέσκο, επεξεργασμένο ή συσκευασμένο κρέας

Πίνακας 2: Γένη βακτηρίων που απαντώνται στο κρέας^α

Γένη Χρώση Gram	Φρέσκο κρέας	Επαξεργασμένο κρέας	Κρέας συσκευασμένο σε κενό
Acinetobacter	-	XX	X
Aeromonas	-	XX	X
Alcaligenes	-	X	
Bacillus	+	X	X
Brochothrix	+	X	XX
Carnobacterium	+	X	XX
Chromobacterium	-	X	
Citrobacter	-	X	
Clostridium	+	X	
Corynebacterium	+	X	X
Enteterobacter	-	X	X
Enterococcus	+	XX	XX
Escherichia	-	X	
Flavobacterium	-	X	
Hafnia	-	X	X
Kurthia	+	X	X
Lactococcus	+	X	X
Lactobacillus	+	X	XX
Leuconostoc	+	X	X
Listeria	+	X	X
Micterium	+	X	X
Micrococcus	+	X	X
Moraxella	-	XX	
Pantoea	-	X	
Pediococcus	+	X	X
Proteus	-	X	X
Pseudomonas	-	XX	X
Psychter	-	XX	
Salmonella	-	X	X
Serratia	-	X	X
Shewanella	-	X	
Staphylococcus	+	X	X
Yersinia	-	X	X

X= είναι γενικά γνωστό ότι υπάρχει. XX= υπάρχει πιο συχνά.

^α: Πίνακας από τους Nychas et al., 2007.

Πίνακας 3: Παραγωγή μεταβολικών προϊόντων κατά τη συντήρηση του κρέατος σε αέρα και τροποποιημένες ατμόσφαιρες ^α

Μικροοργανισμοί	Μεταβολικά προϊόντα	
	Αερόβια	Αναερόβια
<i>Pseudomonas spp.</i>	Αμμωνία, <u>ακετόνη</u> , <u>διακετύλιο</u> , <u>αιθυλοεστέρες</u> , <u>μεθυλεστέρες</u> , <u>πενταεστική</u> , <u>καδαβερίνη</u>	-
<i>Brechothrix thermosphacta</i>	Γαλακτικό οξύ, οξικό οξύ, <u>μυρμιγκικό οξύ</u> , <u>ακετόνη</u> , <u>διακετύλιο</u> , αιθανόλη, 3-μεθυλο-βουτανόλη, 3-μεθυλο-βουτανάλη, <u>βουτανεδιόλη</u>	Γαλακτικό οξύ, οξικό οξύ, <u>μυρμιγκικό οξύ</u> , <u>διακετύλιο</u> , <u>ισο-βουτυρικό οξύ</u> , <u>ισο-βαλερικό οξύ</u> , αιθανόλη, 3-μεθυλο-βουτανόλη, 3-μεθυλο-βουτανάλη, 2,3 <u>βουτανεδιόλη</u> , λιπαρά οξέα
<i>Enterobacter spp.</i>	Εστέρες, υδρόθειο, <u>αμίνες</u>	-
Γαλακτικά βακτήρια	L, D-γαλακτικό οξύ, οξικό οξύ, <u>μυρμιγκικό οξύ</u> , <u>ακετόνη</u> , <u>διακετύλιο</u> , H ₂ O ₂ , αιθανόλη, λιπαρά οξέα, υδρόθειο	L, D-γαλακτικό οξύ, οξικό οξύ, <u>μυρμιγκικό οξύ</u> , <u>ακετόνη</u> , <u>διακετύλιο</u> , H ₂ O ₂ , αιθανόλη, λιπαρά οξέα, υδρόθειο

^αΌπως τροποποιήθηκε από Νυχάς, σημειώσεις μικροβιολογίας τροφίμων, ΓΠΑ

3.2.1 Αλλοίωση έτοιμων προς κατανάλωση προϊόντων κρέατος

Στα μη επεξεργασμένα και παστά προϊόντα κρέατος υποστεί επεξεργασία σε χαμηλή θερμοκρασία μπορεί να επιβιώσουν σπόρια θερμοφίλων βακτηρίων τα οποία δεν θα βλαστήσουν παρά μόνο αν τα προϊόντα θερμανθούν σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 35 °C.

Παραδείγματα αλλαντικών χαμηλής επεξεργασίας είναι τα λουκάνικα Φρανκφούρτης, το ζαμπόν και το λάντσιον-μητ. Στα αλλαντικά αυτά προστίθενται διάφορα πρόσθετα (νιτρικά, νιτρώδη, δεξτρόζη, σορβικά και φωσφορικά άλατα, πρωτεΐνες σόγιας, καραγεννάνες, διάφορα μπαχαρικά) για τη βελτίωση του χρώματος, της υφής, της γεύσης και της διάρκειας ζωής τους. Σε περίπτωση που ψηθούν σε θερμοκρασία 65-71 °C, μπορούν να επιβιώσουν σπόρια του *Bacillus*, *Clostridium spp*, *Lb. viridescens*, *Enterococcus* και *Micrococcus*.

Τα προϊόντα τα οποία συντηρούνται στο ψυγείο, μολύνονται μετά το μαγείρεμα από προαιρετικά αναερόβια και αναερόβια ψυχρότροφα βακτήρια. Στο ψητό βοδινό κρέας τα ετεροζυμωτικά *Lactobacillus* και *Leuconostoc spp* παράγουν μεγάλη ποσότητα αερίου χωρίς αλλαγές στο χρώμα, τη γεύση ή την υφή του κρέατος. Παραγωγή αερίου και απο-

χρωματισμός προκαλούνται επίσης από το ψυχρότροφο *Clostridium spp.* Τα μη συσκευασμένα μαγειρεμένα τρόφιμα χωρίς υδατάνθρακες, μπορεί να σαπίσουν λόγω αποικοδόμησης της πρωτεΐνης από πρωτολυτικά θετικά κατά Gram βακτήρια. Αν τα προϊόντα αυτά είναι αποθηκευμένα για μεγάλο χρονικό διάστημα ενδέχεται να αναπτυχθούν ζύμες και μούχλες που προκαλούν δυσοσμία και αποχρωματισμό. (Erkmen and Bozoglu, 2016).

Χάμπουργκερ

Στο μπιφτέκι που βρίσκεται μέσα στο χάμπουργκερ μπορούν να αναπτυχθούν τα εξής βακτήρια: *Alcaligenes, Bacillus, Clostridium, Escherichia, Enterobacter, Lactobacillus, Leuconostoc, Micrococcus, Proteus, Pseudomonas, Sarcina, Streptococcus* καθώς επίσης και οι μύκητες *Penicillium* και *Mucor*. Το χάμπουργκερ αλλοιώνεται κυρίως από τα *Acinetobacter, Moraxella* και *Pseudomonas* σε χαμηλές θερμοκρασίες. Οι παραπάνω μικροοργανισμοί μπορεί να σαπίσουν το χάμπουργκερ σε θερμοκρασία δωματίου και να προκαλέσουν ξίνισμα σε χαμηλές θερμοκρασίες. (Erkmen and Bozoglu, 2016).

Συσκευασμένα κρέατα στο ψυγείο

Όταν το φιλμ της συσκευασίας επιτρέπει τη διείσδυση οξυγόνου, ευνοείται η ανάπτυξη αερόβιων βακτηρίων όπως *Pseudomonas, Acinetobacter* και *Moraxella* τα οποία μπορεί να προκαλέσουν δυσάρεστες γεύσεις, λάσπη και σήψη. Τα φιλμ με κακή διείσδυση αερίου ενισχύουν την εμφάνιση ξινίλας και λάσπης στο κρέας καθώς και την αλλοίωση της γεύσης από γαλακτικά βακτήρια. (Erkmen and Bozoglu, 2016).

Λουκάνικα ξηρής ωρίμανσης

Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα του λουκάνικου ξηρής ωρίμανσης είναι το τούρκικο λουκάνικο (σουτζούκι), το οποίο παρασκευάζεται από κιμά αναμεμειγμένο με λίπος, αλάτι, ζάχαρη, σκόρδο, μπαχαρικά(κύμινο, κανέλλα, μπαχάρι, γαρύφαλλο, κόκκινο και μαύρο πιπέρι), νιτρικό νάτριο (NaNO_3), νιτρώδες νάτριο (NaNO_2) και λάδι. Η κρεατόμαζα ενθηκεύεται σε φυσικές ή τεχνητές θήκες. Η σύνθεση των ωριμασμένων λουκάνικων είναι 33 % λιπαρά, 20 % πρωτεΐνη, 4 % συστατικά, 3% αλάτι και 40 % υγρασία. Το pH κυμαίνεται από 4,5 έως 5,4 και η ενεργότητα νερού (a_w) από 0,73 έως 0,93. Σχηματίζεται οξύ το οποίο επηρεάζει τη γεύση του λουκάνικου και επιδρά στην ποιότητα του τελικού προϊόντος. Ο ρυθμός σχηματισμού του οξέος εξαρτάται από τη θερμοκρασία ωρίμανσης και την ικανότητα των γαλακτικών βακτηρίων να ζυμώνουν σαάκχαρα.

Οι κύριες αλλοιώσεις του λουκάνικου είναι η ανάπτυξη βακτηρίων μέσα/πάνω στο λουκάνικο, η ανάπτυξη μούχλας στην επιφάνεια, η οξειδωτική αλλοίωση του λίπους που προκαλεί τάγγιση και η αφυδάτωση του λουκάνικου. Η επεξεργασία υπό ανθυγιεινές συνθήκες και η κακή ποιότητα των πρώτων υλών μπορεί να προκαλέσουν αλλαγές στο

χρώμα, ξινίλες, σχηματισμό αερίων και δυσοσμία λόγω της ανάπτυξης ανεπιθύμητων μικροοργανισμών. Η υψηλή θερμοκρασία αποθήκευσης, η υγρασία και ο κακός χειρισμός μπορεί να επιταχύνουν την ανάπτυξη βακτηρίων και μυκήτων στην επιφάνεια του προϊόντος. Η ατμόσφαιρα ξηρού αέρα, η υψηλή θερμοκρασία και κυρίως οι υψηλοί ρυθμοί κυκλοφορίας του αέρα μπορούν να προκαλέσουν τάγγιση των λιπών και επιφανειακή αφυδάτωση με αποτέλεσμα τον αποχρωματισμό και άλλες οργανοληπτικές αλλαγές. Η επιφανειακή αλλοίωση συνήθως φαίνεται από την εμφάνιση λάσπης λόγω υπερβολικής βακτηριακής ανάπτυξης ή από μεγάλη αλλαγή χρώματος λόγω ανάπτυξης μούχλας. (Erkmen and Bozoglu, 2016).

Τα πιο συνηθισμένα βακτήρια που προκαλούν αλλοίωση (μικρές σκοτεινές κηλίδες) στα λουκάνικα που συντηρούνται στο ψυγείο είναι το *B. thermosphacta*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Microbacterium*, *Micrococcus* και *Alternaria*. Πρασίνισμα εμφανίζεται από τη δράση του ετεροζυμωτικού βάκιλλου *Lactobacillus* (όπως *L. fructivorans*, *L. jensenii*, and *L. viridescens*), *Leuconostoc* και άλλων αρνητικών κατά Gram βακτηρίων (όπως *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis* και *Pediococcus*) με παραγωγή υπεροξειδίου του υδρογόνου (H_2O_2). Στα συσκευασμένα λουκάνικα, μικροοργανισμοί μπορεί να αναπτυχθούν στην επιφάνεια του περιβλήματος, μεταξύ του περιβλήματος και του λουκάνικου και στο εσωτερικό του λουκάνικου. Το υπεροξείδιο του υδρογόνου δημιουργεί πράσινο χρώμα στο προϊόν. Το πρασίνισμα ευνοείται από ελαφρώς όξινο pH και μικρές ποσότητες οξυγόνου. Μπορεί να εμφανιστούν στο λουκάνικο μέσα σε 12-36 ώρες μετά την επεξεργασία του. Η μεγάλη παραγωγή γαλακτικού οξέος μπορεί να προκαλέσει αλλαγές γεύσης στα λουκάνικα. Προϊόντα συσκευασμένα σε κενό αέρος με pH μικρότερο από 5,5 και ενεργότητα νερού (a_w) μικρότερη από 0,93 μπορούν να αλλοιωθούν από τα ετεροζυμωτικά *Leuconostoc* και *Lactobacillus spp* (Erkmen and Bozoglu, 2016).

Εάν υπάρχει υγρασία, μικρόκοκκοι και ζυμομύκητες μπορούν να σχηματίσουν ένα λεπτό στρώμα στην επιφάνεια του περιβλήματος. Το λουκάνικο γίνεται υγρό όταν μεταφέρεται από το ψυγείο σε πιο ζεστές θερμοκρασίες. Όταν τα προϊόντα είναι υγρά και αποθηκεύονται υπό συνθήκες υψηλής υγρασίας μπορούν να αλλοιωθούν από βακτήρια και ζυμομύκητες. Η επιφανειακή μικροχλωρίδα αποτελείται από ζυμομύκητες κατά την ξήρανση των προϊόντων. Οι σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες κατά την ξήρανση, επιτρέπουν την επιβίωση της κύριας μικροχλωρίδας, *Penicillium spp*, *Aspergillus spp*. Οι *Aspergillus*, *Penicillium* και *Mucor spp* είναι πιο συνηθισμένοι στα λουκάνικα, την επιφάνεια των οποίων καλύπτουν πρώτα με τη λευκή και στη συνέχεια με τη γκριζοπράσινη ανάπτυξη

τους. Διάφορα είδη βακτηρίων όπως *Micrococcus candidus* και *Bacillus* μπορούν να αναπτυχθούν σε λουκάνικα τα οποία αποθηκεύονται για μεγάλο χρονικό διάστημα υπό ψύξη πάνω από 10 °C. (Erkmen and Bozoglu, 2016).

Μια άλλη πιο σημαντική αιτία αλλοίωσης του λουκάνικου είναι η οξείδωση των λιπιδίων των λιπαρών οξέων η οποία μπορεί να επηρεάσει την ποιότητά του (αλλαγές στο χρώμα, την υφή και τη θρεπτική αξία). Αποτέλεσμα της οξείδωσης των λιπιδίων είναι ο σχηματισμός Μηλεϊνικής αλδεϋδης (MDA), οργανικής ουσίας η οποία προκαλεί καρκίνο και μεταλλάξεις.

Κατά τη διάρκεια παρασκευής και αποθήκευσης του λουκάνικου, σχηματίζονται από την αποκαρβοξυλίωση των αμινοξέων βιογενείς αμίνες, μέσω της δράσης ενζύμων που παράγονται από τους μικροοργανισμούς *Bacillaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillus*, *Pediococcus* και *Streptococcus*. Ο σχηματισμός τους εξαρτάται από τις συνθήκες ωρίμανσης και αποθήκευσης του προϊόντος, την παρουσία ελεύθερων αμινοξέων, την ποιότητα των ακατέργαστων υλικών και τις συνθήκες υγιεινής του περιβάλλοντος επεξεργασίας. Οι κυριότερες βιογενείς αμίνες που σχηματίζονται στα λουκάνικα είναι η τυραμίνη, β-φαινυλαιθυλαμίνη και η τρυπταμίνη. (Erkmen and Bozoglu, 2016).

Σε περίπτωση που κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, η παραγωγή οξέος από γαλακτικά βακτήρια είναι αργή, ανεπιθύμητα βακτήρια όπως *Clostridium*, *Bacillus* κ.α μπορεί να προκαλέσουν αλλοίωση. Η χαμηλή θερμοκρασία αποθήκευσης και η μη υπερβολική αφυδάτωση της επιφάνειας μπορεί να καθυστερήσουν την αλλοίωση. Τα βακτήρια μπορούν να παράγουν αέριο στη συσκευασία και να δημιουργήσουν λευκό, κρεμώδες χρώμα στα λουκάνικα. Εάν τα λουκάνικα δεν είναι συσκευασμένα υπό κενό ούτε αποθηκευμένα σε χαμηλές θερμοκρασίες και έχουν χαμηλή ενεργότητα νερού (a_w), μπορούν να αναπτυχθούν στην επιφάνειά τους ζύμες και μούχλες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τον αποχρωματισμό και την εμφάνιση δυσάρεστης γεύσης στο προϊόν. Η ανάπτυξη μούχλας στα λουκάνικα είναι αποτέλεσμα διατήρησης σε υγρούς, κακώς αεριζόμενους χώρους ή ακατάλληλης συσκευασίας. (Erkmen and Bozoglu, 2016).

3.3 Παθογόνοι μικροοργανισμοί στο κρέας

Οι κυριότεροι παθογόνοι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στο κρέας είναι οι *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, verotoxigenic *E.coli*, *Clostridium perfringens*, *Campylobacter jejuni/coli*, *Listeria monocytogens*, *Yersinia enterocolitica* και *Aeromonas hydrophila*. Τα *Salmonella* spp., *E.coli* και *Campylobacter* είναι εντερικής προέλευσης με κύρια πηγή

μόλυνσης την πρώτη ύλη. Πηγή μόλυνσης με *Listeria monocytogenes* αποτελεί το περιβάλλον των εγκαταστάσεων. Τροφοδηλητηριάσεις από το παθογόνο αυτό παρατηρούνται σε έτοιμα προς κατανάλωση τρόφιμα και η μόλυνση πραγματοποιείται μετά την επεξεργασία. Η συγκέντρωση των παθογόνων μικροοργανισμών στα σφάγια και στα προϊόντα κρέατος εξαρτάται από την προέλευση του ζώου, τις πρακτικές υγιεινής που ακολουθούνται κατά τη διάρκεια του χειρισμού και της επεξεργασίας του προϊόντος, την απολύμανση (decontamination) που πραγματοποιείται και τις συνθήκες αποθήκευσης και διακίνησης. Σύμφωνα με τον FSIS, 14,6 % των μόσχων και 27,2 % των αγελάδων και των ταύρων είναι μολυσμένα με ένα έως τρία διαφορετικά παθογόνα βακτήρια (FSIS, 1994).

3.3.1 *Listeria monocytogenes*

Η *Listeria monocytogenes* είναι ένα τροφιμογενές παθογόνο βακτήριο το οποίο προκαλεί τη λιστερίωση, μια σοβαρή νόσο που εκδηλώνεται με μηνιγγίτιδα, εγκεφαλίτιδα, αποβολές στις εγκύους, σηψαιμία και λοιμώξεις του κεντρικού νευρικού συστήματος. Εμφανίζεται σε κάποιες ευπαθείς ομάδες όπως ανοσοκατεσταλμένοι, έγκυες και νεογνά. Στα συμπτώματα της νόσου περιλαμβάνονται πυρετός, σπασμοί, ρίγη, διάρροια και εμετός.

Υπάρχουν 7 είδη του βακτηρίου: *L.monocytogenes*, *L.innocua*, *L.seeligeri*, *L.welshimeri*, *L.grayi*, *L.ivanovii* και *L.marthii*. Ο *L.ivanovii* χωρίζεται σε δύο υποείδη: *ivanovii* και *londoniensis*. Τα *L.monocytogenes* και *L.ivanovii* είναι παθογόνα. (Seeliger and Jones, 1986). Ο *L.monocytogenes* ανήκει στα τροφιμογενή παθογόνα βακτήρια και ευθύνεται για τη λιστερίωση ενώ ο *L.ivanovii* είναι ζωικό παθογόνο βακτήριο το οποίο προσβάλλει κυρίως πρόβατα και βοοειδή.

Η *L.monocytogenes* είναι θετικό κατά Gram, προαιρετικά αναερόβιο, ψυχρότροφο, ραβδόμορφο βακτήριο. Κινείται με τη βοήθεια μαστιγίων και είναι ευκίνητο σε θερμοκρασία δωματίου. Δεν σχηματίζει σπόρια. Ανήκει στα κοκκοβακτηρίδια. Έχει μέγεθος 0,4-0,5 μm πλάτος και 0,5-2,0 μm μήκος. Θεωρείται θερμοάντοχο βακτήριο. Αναπτύσσεται ακόμα και σε θερμοκρασίες ψύξης και είναι ανθεκτικό στην κατάψυξη. Δεν επηρεάζεται από τη συσκευασία υπό κενό ή τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Το εύρος θερμοκρασιών ανάπτυξης του βακτηρίου είναι 0 με 45 °C ενώ την καλύτερη ανάπτυξη παρουσιάζει στους 30-37 °C. Το pH στο οποίο αναπτύσσεται είναι 5,6-9,6 , μπορεί όμως να αναπτυχθεί και σε pH μέχρι 4,4. Σε pH < 4,3 επιβιώνει αλλά δεν πολλαπλασιάζεται (Swaminathan, 2001). Η ενεργότητα νερού πρέπει να είναι $a_w \geq 0,97$. Αναπτύσσεται υπό αερόβιες και αναερόβιες συνθήκες ακόμη και σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Η *L.monocytogenes* εντοπίζεται συχνά έτοιμα προς κατανάλωση τρόφιμα (ready to eat), μαλακά απαστερώτα τυριά, ωμό γάλα, σοκολάτα, πουλερικά, αλλαντικά, ψάρια,

λαχανικά και σαλάτες. Από τα ψυγμένα κι έτοιμα προς κατανάλωση τρόφιμα, ως μη ασφαλής θεωρούνται: τα μαλακά τυριά (camembert, brie, ricotta), έτοιμα φαγητά (π.χ. ψυγμένα κομματάκια κοτόπουλου όπως αυτά που χρησιμοποιούνται στα σάντουιτς), κρύα κρέατα και πατέ, έτοιμες σαλάτες και ωμά θαλασσινά (π.χ. στρείδια, ωμό ψάρι-sushi, sashimi, καπνιστός σολομός, καπνιστά στρείδια). Η συχνότητα εμφάνισής της είναι 60 % στο ωμό κοτόπουλο, 16 % σε έτοιμα φαγητά και συχνά σε λαχανικά (Montville TJ, Matthews KR 2010).

Έχει παρατηρηθεί επίσης εμφάνιση του βακτηρίου σε μη καλά ψημένα κοτόπουλα και σε μαλακά τυριά και τρόφιμα που αγοράστηκαν από delicatessen. Εντερικοί φορείς της *L.monocytogenes* είναι το 91 % των αγελάδων, 28 % των προβάτων και μέχρι 24 % των ορνίθων. Σύμφωνα με διεθνή στοιχεία, η συχνότητα της *Listeria spp.* και της *L.monocytogenes* στα σφάγια των πουλερικών (κοτόπουλα, γαλοπούλες) ήταν 10-70% και 6,6- 60% αντίστοιχα (Genigeorgis et al., 1991).

Πηγές του μικροοργανισμού είναι το έδαφος και το νερό. Στη βιομηχανία εισέρχεται με το χώμα που μεταφέρεται από τα παπούτσια των εργατών, με οχήματα ή μέσω μολυσμένων φυτών ή ζωικών κοπράνων. Προσδένεται στις επιφάνειες και σχηματίζει ανθεκτικά βιοφίλμ. Αποτελεί την κύρια αιτία ανακλήσεων στη βιομηχανία. Η πρόληψη για την εμφάνισή του έγκειται στην καλή υγιεινή και την επαρκή θερμική επεξεργασία. (Montville TJ & Matthews KR, 2010)



Εικόνα 21: *Listeria spp.*

3.3.2 *Salmonella spp.*

Η *Salmonella spp.* είναι ένα από τα σημαντικότερα τροφιμογενή παθογόνα βακτήρια το οποίο προκαλεί την τροφιμογενή λοίμωξη σαλμονέλλωση. Η σαλμονέλλωση, ανάλογα με τα στελέχη τα οποία την προκαλούν, εκδηλώνεται με δύο μορφές: τον τυφοειδή πυρετό και

την εντεροκολίτιδα. Ο τυφοειδής πυρετός προκαλείται από τα στελέχη *S. typhi* και *S. paratyphi A, B, C* και περιλαμβάνει συμπτώματα όπως διάρροια με διαρκή πυρετό, κοιλόπονο και πονοκέφαλο. Η εντεροκολίτιδα προκαλείται από τα *S. enteritidis* και *S. Typhimurium* και χαρακτηρίζεται από μη αιμάτωση διάρροια και κοιλόπονο. Κάποιες φορές η *Salmonella* spp. προκαλεί χρόνιες καταστάσεις όπως αρθρίτιδα ή σύνδρομο Reiter (Montville TJ & Matthews KR, 2010) .

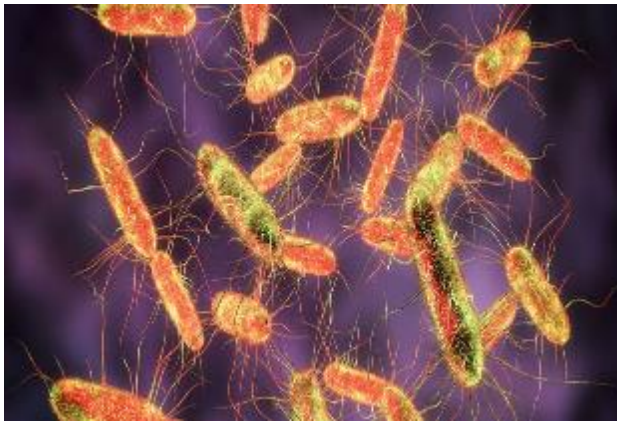
Η *Salmonella* spp. ανήκει στην οικογένεια Enterobacteriaceae. Είναι προαιρετικά αναερόβιο, ραβδόμορφο, κινητό, Gram αρνητικό, μη σπορογόνο βακτήριο. Το κυριότερο παθογόνο είδος είναι η *Salmonella enterica* που διαιρείται σε ορότυπους (serovar): *Salmonella enterica serovar Typhimurium* (ή αλλιώς *Salmonella Typhimurium*) και *Salmonella Typhi*. Είναι ευαίσθητη στην θερμότητα (θερμοκρασίες άνω των 70 °C) και ανθεκτική στην ψύξη και την κατάψυξη.

Ορισμένα κύτταρα καταστρέφονται στην κατάψυξη, αλλά παραμένει επαρκής αριθμός κυττάρων ικανός για να μολύνει το τρόφιμο μετά το ξεπάγωμα. Αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες 5-47 °C με ιδανική θερμοκρασία ανάπτυξης τους 35-37 °C. Πολλαπλασιάζεται σε εύρος τιμών pH από 4,2 έως 9,5 με ιδανική τιμή ανάπτυξης 7,0-7,5. Η ελάχιστη τιμή pH διαφοροποιείται ανάλογα με το μέσο οξίνισης που χρησιμοποιείται για τη μείωση του pH. Η ελάχιστη τιμή a_w ανάπτυξης είναι 0,94. Τα είδη της *Salmonella* δεν επιβιώνουν σε υψηλές συγκεντρώσεις άλατος. Το βακτήριο αυτό μπορεί να επιβιώσει για μεγάλες περιόδους σε τρόφιμα που βρίσκονται σε θερμοκρασίες κατάψυξης ή δωματίου. Την επιβίωση του κατά τη διάρκεια αποθήκευσης τροφίμων στην κατάψυξη μπορούν να επηρεάσουν διάφοροι παράγοντες όπως η σύνθεση του υποστρώματος, η κινητική της διαδικασίας ψύξης, η φυσιολογία της τροφογενούς σαλμονέλλας και οι αντιδράσεις του κάθε ορότυπου σε διαφορετικές συνθήκες. Η σαλμονέλλα είναι ευαίσθητη στη θέρμανση και καταστρέφεται στη θερμοκρασία παστερίωσης. Η θερμοανθεκτικότητα των σαλμονελλών εξαρτάται από την σύνθεση του τροφίμου, την ενεργότητα του νερού και το pH (Montville TJ & Matthews KR ,2010).

Πηγές της *Salmonella* είναι το περιβάλλον, τα ωμά κρέατα, τα πουλερικά, τα αυγά, το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα ψάρια, οι γαρίδες, τα βατραχοπόδαρα, τα ζυμαρικά, τα μπαχαρικά, οι σάλτσες, τα μίγματα κέικ, τα επιδόρπια με κρέμα, το φυσικοβούτυρο, η σοκολάτα και τα άπλυτα λαχανικά. (Montville TJ & Matthews KR ,2010).

Για την πρόληψη μόλυνσης από *Salmonella*, θα πρέπει οι τροφές να ψύχονται σε θερμοκρασίες μικρότερες ή ίσες των 4 °C ή να καταψύχονται σε θερμοκρασίες μικρότερες των -18 °C . Επίσης να διατηρούνται εκτός της επικίνδυνης θερμοκρασιακής ζώνης (4-60

°C). Όλα τα πουλερικά και τα προϊόντα τους, τα αυγά, ο κιμάς και τα προϊόντα του και τα ψάρια, πρέπει να μαγειρεύονται επαρκώς. Η γέμιση πρέπει να μαγειρεύεται ξεχωριστά από τα πουλερικά έτσι ώστε να επιτυγχάνονται οι επιθυμητές θερμοκρασίες. Οι τροφές επίσης που περιέχουν ωμά ή ελαφρώς μαγειρεμένα αυγά πρέπει να αποφεύγονται (Montville TJ & Matthews KR ,2010).



Εικόνα 22: *Salmonella spp*

3.3.3 *Escherichia coli*

Η *Escherichia coli* αποτελεί μέρος της φυσιολογικής μικροχλωρίδας του εντέρου των ζώων και του ανθρώπου. Τα περισσότερα είδη της είναι αβλαβή ή και επωφελή για τον οργανισμό ενώ μια ομάδα των ειδών συνδέεται με παθογένεια και προκαλεί στον άνθρωπο ασθένεια με διαφορετικούς μηχανισμούς. Επίσης κάποια στελέχη παρουσιάζουν λοιμώγωνα χαρακτηριστικά και προκαλούν διάφορες λοιμώξεις όπως διάρροια, λοιμώξεις και τοξικολοιμώξεις (Montville TJ & Matthwes KR, 2010).

Το κολοβακτηρίδιο *Escherichia coli* είναι αρνητικό κατά Gram, ραβδόμορφο, αερόβιο και προαιρετικά αναερόβιο βακτήριο το οποίο ανήκει στην οικογένεια των Εντεροβακτηριοειδών (*Enterobacteriaceae*). Τα στελέχη του μικροοργανισμού είναι ορολογικά διαφοροποιημένα με βάση τρία αντιγόνα επιφάνειας τα οποία επιτρέπουν την οροαποτύπωση: το O (σωματικό), το H (μαστιγιακό) και το K (καψιδιακό) αντιγόνο. Για την ταυτοποίηση των στελεχών *E.coli* που προκαλούν διαρροϊκές λοιμώξεις χρειάζονται μόνο τα αντιγόνα O και H. Το αντιγόνο O καθορίζει την οροομάδα και το H τον ορότυπο του μικροοργανισμού.

Τα παθογόνα στελέχη της *Escherichia coli* κατατάσσονται με βάση την παρουσία ορισμένων λοιμογόνων χαρακτηριστικών (π.χ. παραγωγή τοξινών) και τον μηχανισμό παθογένειάς τους στα κύτταρα ή τους ιστούς του ξενιστή (π.χ. προσκόλληση ή διείσδυση) σε 6 κατηγορίες:

- Εντεροπαθογόνος *E. coli* (enteropathogenic *Escherichia coli* - EPEC). Τα στελέχη EPEC προκαλούν γαστρεντερίτιδα και έχουν ενοχοποιηθεί για χιλιάδες κρούσματα παιδικής διάρροιας σε χώρες με πολύ κακές συνθήκες υγιεινής. Συχνά αναφέρεται ως «διαρροϊκή *E. coli*» (diarrheagenic *E. coli*).

- Εντεροτοξιγενή *E. coli* (enterotoxigenic *Escherichia coli* - ETEC).

Τα στελέχη της ομάδας του εντεροτοξιγόνου *E. coli* (ETEC) προκαλούν τη λεγόμενη διάρροια των ταξιδιωτών (traveler's diarrhea). Το παθογόνο αίτιο της διάρροιας είναι τοξίνη ή τοξίνες.

- Εντεροδιεισδυτική *E. coli* (enteroinvasive *Escherichia coli* - EIEC).

Τα βακτήρια της ομάδας αυτής ονομάζονται έτσι διότι έχουν την ικανότητα να εισβάλλουν στα κύτταρα του επιθηλιακού ιστού. Προκαλούν δυσεντερία.

- Εντεροδιαχεόμενη *E. coli* (Diffuse-adhering *Escherichia coli* - DAEC).

Προκαλεί διάρροια σε νεαρά άτομα ηλικίας από 1-5 χρονών.

- Εντεροσυσσωρευόμενη *E. coli* (enteroaggregative *Escherichia coli* - EAEC).

Προκαλεί διάρροια σε βρέφη και παιδιά.

- Εντεροαιμοραγική *E. coli* (enterohemorrhagic *Escherichia coli* - EHEC).

Ο ορότυπος O157:H7 προκαλεί γαστρεντερίτιδα μέσω τοξινών που παράγει οι οποίες ονομάζονται «βεροτοξίνες» (verotoxin – VTI) ή τοξίνες του τύπου «Shiga», επειδή μοιάζουν με τις τοξίνες που παράγει το βακτήριο *Shigella dysenteriae*. Η νόσος εκδηλώνεται με κοιλιακούς πόνους και διάρροια που εξελίσσονται σε αιμορραγική διάρροια. Η *E.coli* O157:H7 εμφανίστηκε ως παθογόνο το 1982. Συνδέεται με την κατανάλωση προϊόντων βοδινού, μολυσμένων φρούτων και λαχανικών και του νερού που χρησιμοποιείται για ψυχαγωγία (λίμνες, πισίνες και υδάτινα πάρκα). Τρόφιμα που σχετίζονται με επιμόλυνση από O157:H7 είναι το ανεπαρκώς μαγειρεμένο ή ακατέργαστο κρέας(π.χ ακατέργαστο χάμπουργκερ από βόειο κρέας), φρέσκα λαχανικά, ο απαστερίωτος χυμός φρούτων, το αποξηραμένο σαλάμι, το μαρούλι, το τηρόπηγμα και το ωμό γάλα.

Η βασική περιοχή που εντοπίζεται το βακτήριο είναι το παχύ έντερο στο οποίο εισβάλλουν οι μικροοργανισμοί EHEC και αναπτύσσονται μέσα στα επιθηλιακά κύτταρα προκαλώντας την καταστροφή τους.

Τα τρία χαρακτηριστικά της *Escherichia coli* O157:H7 που την διαφοροποιούν από τα υπόλοιπα στελέχη είναι:

α) οι επικίνδυνες επιπτώσεις στην υγεία, δεδομένου ότι η μόλυνση μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή του ήπατος και θάνατο

β) η ασυνήθιστη ανθεκτικότητα της σε αντίξοες συνθήκες, διότι επιβιώνει σε χαμηλές θερμοκρασίες και όξινο περιβάλλον

γ) η μικρή μολυσματική δόση που απαιτείται για την πρόκληση ασθένειας (10-100 κύτταρα). (Montville TJ & Matthews KR,2010).

Οι μικροοργανισμοί του γένους *Escherichia coli* αποτελούν είδος περιττωματικών βακτηρίων τα οποία, παρουσία αλάτων χολικού οξέος, αναπτύσσονται και ζυμώνουν τη λακτόζη προς αέριο και γαλακτικό οξύ μέσα σε 48 ώρες, στους 44 -45,5 °C. Αναπτύσσονται σε θερμοκρασία μεταξύ 7-46 °C με ιδανική τιμή επώασης 30-42 °C. Δεν αναπτύσσονται σε τιμές $a_w < 0,95$ ούτε παράγουν σπόρια. Είναι οξυάντοχα βακτήρια δηλαδή ανθεκτικά σε χαμηλές τιμές pH και η καλύτερη περιοχή pH στην οποία αναπτύσσονται είναι 7-7,2. Καταστρέφονται εύκολα κατά την παστερίωση και θανατώνονται σε τιμές pH < 4-4,2. Είναι ανθεκτικά σε υψηλές συγκεντρώσεις άλατος (7-10 %) και ευαίσθητα στην ακτινοβολία, μια μέθοδο εγκεκριμένη για την επεξεργασία ωμού κρέατος στις ΗΠΑ. Επίσης παρουσιάζει αντοχή σε αντιβιοτικά.

Πηγές της *Escherichia coli* είναι τα κόπρανα των ανθρώπων και των ζώων, το μολυσμένο νερό, το ωμό γάλα και κρέας καθώς επίσης και τα φρούτα, τα λαχανικά και οι χυμοί.



Εικόνα 23: *Escherichia coli*

3.3.4 Campylobacter

Το *Campylobacter* αποτελεί το πρώτο εντερικό παθογόνο βακτήριο σε κρούσματα στην ΕΕ από το 2017. Προκαλεί την καμπυλοβακτηρίωση, την πιο συχνή τροφογενή λοίμωξη που καταγράφεται στην ΕΕ με αυξανόμενη τάση από το 2008. Η ασθένεια αυτή εκδηλώνεται με συμπτώματα όπως υδατώδης διάρροια, πυρετός, κοιλιακός πόνος, φλεγμονή στο έντερο(ή αιματώδη κόπρανα). Είναι αυτοπεριοριζόμενη ασθένεια, δεν απαιτούνται φάρμακα.

Το *Campylobacter* είναι αρνητικό κατά Gram, λεπτό, κάμπυλο και ευκίνητο ραβδίο. Τα κυριότερα είδη του είναι το *Campylobacter jejuni* και το *Campylobacter coli*. Μετακινούνται με τη βοήθεια ενός μόνο μαστιγίου, χωρίς έλυτρο, που βρίσκεται στο ένα ή και στα δύο άκρα τους. Παράγουν εντεροτοξίνες παρόμοιες με αυτές της χολέρας. Είναι μικροαερόφιλοι μικροοργανισμοί οι οποίοι έχουν καλύτερη ανάπτυξη στους 42 °C και επιβιώνουν στους 4 °C. Δεν αναπτύσσονται κάτω από τους 30 °C. Είναι ευαίσθητοι στη θέρμανση, στην ξήρανση, στο πολύ οξυγόνο, στο χαμηλό pH, στην ακτινοβολία και καταστρέφονται με παστερίωση (Montville TJ & Matthews KR,2010).

Το *Campylobacter jejuni* είναι ευάλωτο σε μια ποικιλία περιβαλλοντικών συνθηκών οι οποίες καθιστούν απίθανη την επιβίωσή του για μακρές χρονικές περιόδους έξω από τον ξενιστή. Η διάδοσή του στο περιβάλλον και ιδιαίτερα στα επιφανειακά ύδατα, οφείλεται στα περιττώματα των ζώων. Πολλά ζώα συντροφιάς (π.χ σκυλιά) είναι φορείς του βακτηρίου και το αποβάλλουν στα κόπρανά τους. Ο μικροοργανισμός επιβιώνει σε θερμοκρασίες μικρότερες από τους 15 °C, ιδιαίτερα στο νερό, το θαλάσσιο νερό και το νερό των λυμάτων. Μπορεί να παραμείνει σε λήθαργο μέσα στο νερό, σε μια κατάσταση που ονομάζεται ζωντανό αλλά μη καλλιεργήσιμο.

Το *Campylobacter jejuni* εμφανίζεται στα ωμά πουλερικά και το κρέας, στα ωμά ή ανεπαρκώς μαγειρεμένα ιχθυηρά και οστρακοειδή, στο απαστερίωτο γάλα και στο μη χλωριωμένο νερό. Ενδέχεται να μολύνει τα σφάγια των ζώων με κόκκινο κρέας κατά τη διάρκεια της σφαγής μέσω των περιττωμάτων του εντερικού σωλήνα στα οποία περιέχεται. Είναι ευαίσθητο σε συνθήκες ξηρασίας και η ψύξη των σφαγίων με χρήση αέρα επιφέρει επιφανειακή ξήρανση, που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των *Campylobacter jejuni* που υπάρχουν στην επιφάνειά τους. Πιθανή πηγή επιμόλυνσης είναι επίσης τα εντόσθια επειδή δεν υπόκεινται στην ίδια διαδικασία ψύξης με το σφάγιο. Τα πουλερικά θεωρούνται η μεγαλύτερη πηγή επιμόλυνσης. Μικρή δόση του μικροοργανισμού, μικρότερης των 500 κύτταρων, είναι ικανή να προκαλέσει ασθένεια στον άνθρωπο, π.χ. μια σταγόνα υγρού

από ωμό κοτόπουλο. Για το λόγο αυτό, οι αρμόδιες αρχές συνιστούν να μην πλένεται το ωμό κοτόπουλο επειδή οι σταγόνες του μπορεί να περιέχουν παθογόνους μικροοργανισμούς και να μολύνουν το γύρω περιβάλλον.

Ο παραπάνω μικροοργανισμός είναι ευαίσθητος στην θερμότητα και καταστρέφεται κατά την παστερίωση. Για το λόγο αυτό τα πουλερικά θα πρέπει να μαγειρεύονται πολύ καλά και να ψύχονται ή να καταψύχονται αμέσως μετά την αγορά τους (Montville TJ & Matthews KR,2010).



Εικόνα 24: *Campylobacter*

3.3.5 *Staphylococcus aureus*

Ο *Staphylococcus aureus* (Σταφυλόκοκκος ο Χρυσίζων) ανήκει στο γένος *Staphylococcus* της οικογένειας *Micrococcaceae*. Είναι θετικός κατά Gram κόκκος, με διάμετρο 0,5 με 1,5 μm, που διατάσσεται σε σταφυλοειδείς σχηματισμούς, άτακτα σε τετράδες. Είναι ακίνητος, χωρίς βλεφαρίδες, δεν παράγει σπόρια και είναι αερόβιος χωρίς έλυτρο. Μπορεί να αναπτύσσεται σε υλικά τα οποία περιέχουν υψηλή συγκέντρωση αλατιού καιμανιτόλη, σε θερμοκρασίες από 18 έως 40 °C. Ζυμώνει τημανιτόλη και προκαλώντας την εμφάνιση μιας κίτρινης ζώνης γύρω από τις αποικίες (Winn & Koneman, 2006).

Ο *S.aureus* αποτελεί τροφιμογόνος παθογόνο βακτήριο καθώς κάποια από τα στελέχη του παράγουν μια ισχυρή θερμοανθεκτική τοξίνη η οποία προκαλεί την τροφομογενή νόσο σταφυλοκοκκική εντεροτοξίκωση. Τα συμπτώματά της εξαρτώνται από το είδος και την ποσότητα της τοξίνης. Η εκδήλωσή τους είναι ταχεία και σε ορισμένες περιπτώσεις οξεία. Περιλαμβάνουν ναυτία, εμετό, κοιλιακό άλγος, κατάπτωση και εξάντληση. Σε πιο σοβαρές περιπτώσεις ενδέχεται να εμφανιστούν μυϊκοί σπασμοί, πονοκέφαλος, ξαφνικές αλλαγές στην πίεση του αίματος και το σφυγμό. Σπάνια επέρχεται θάνατος αν και έχουν

αναφερθεί περιστατικά τα οποία αφορούν ηλικιωμένα άτομα ή σοβαρά εξασθενημένα άτομα και νεογέννητα. Μέχρι σήμερα έχουν ανιχνευτεί 9 διαφορετικές εντεροτοξίνες οι οποίες προκαλούν μια ποικιλία ανοσορυθμιστικών φαινομένων που οδηγούν σε σοκ, ανοσοκαταστολή και άλλες συστηματικές ανωμαλίες που σχετίζονται με τοξικό σύνδρομο (Παπαδοπούλου, 2001).

Ο *S. aureus* παρουσιάζει ανθεκτικότητα σε χαμηλή ενεργότητα νερού (a_w) αφού μπορεί να επιβιώσει σε $a_w < 0,86$. Επιβιώνει επίσης σε υψηλές συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου (NaCl) και για το λόγο αυτό αναπτύσσεται ακόμα και σε αλατισμένα προϊόντα. Είναι ανθεκτικός στα αντιβιοτικά καθώς και στα νιτρόδη και νιτρικά άλατα αλλά καταστρέφεται με το καλό μαγείρεμα όχι όμως και αν η τοξίνη έχει παραχθεί (Montville TJ & Matthews KR, 2010).

Το φυσικό περιβάλλον του *S. Aureus* είναι το δέρμα και οι κοιλότητες (ρινική, στοματική) των ανθρώπων και των ζώων. Επιμολύνει περισσότερο τον άνθρωπο και τα ανεπαρκώς καθαρισμένα σκεύη και μηχανήματα. Το κρέας μολύνεται σε μεγάλο βαθμό κατά τη σφαγή και την επαφή με το δέρμα κατά την απόδαρση. Η μόλυνση των τροφίμων ευνοείται από την ανεπαρκή ψύξη ή μαγείρεμα, τη συνεχή διατήρηση των τροφίμων σε υψηλές, μη καταστροφικές θερμοκρασίες, την κακή ατομική υγιεινή και τη μαστίτιδα των βοοειδών εξαιτίας των ακάθαρτων θηλών (Montville TJ & Matthews KR, 2010) .

Το βακτήριο ανιχνεύεται στο κρέας και τα προϊόντα του, στα πουλερικά, τα αυγά, τις σαλάτες με αυγά και μαγιονέζα, τα σάντουιτς με γέμιση(κοτόπουλο, γαλοπούλα κ.α), το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα και τα είδη ζαχαροπλαστικής που περιέχουν γέμιση με κρέμα(Montville TJ & Matthews KR, 2010) .



Εικόνα 25: *Staphylococcus aureus*

3.3.6 *Clostridium botulinum*

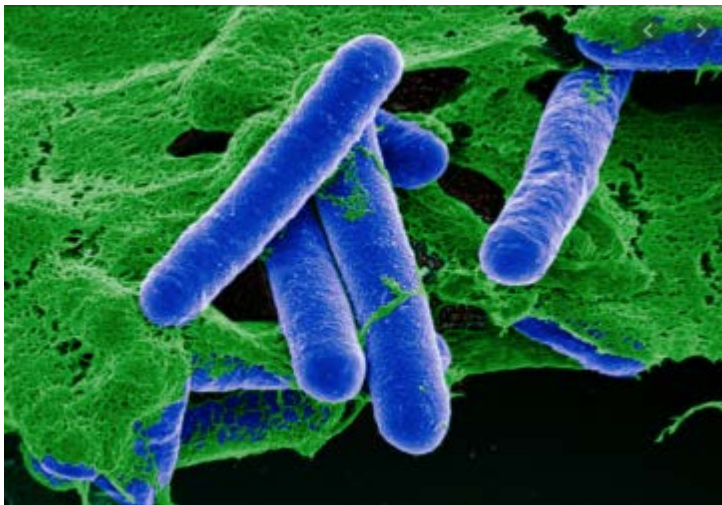
Το *Clostridium botulinum* είναι θετικό κατά Gram, αναερόβιο βακτήριο. Έχει σχήμα ραβδίου και σχηματίζει θερμοανθεκτικά σπόρια στο άκρο του ραβδίου τα οποία παράγουν θανατηφόρο νευροτοξίνη. Όλα τα στελέχη είναι μεσόφιλα και παράγουν τοξίνη σε θερμοκρασία 3,3 °C ενώ η ελάχιστη θερμοκρασία που απαιτείται για την εκβλάστηση των σπορίων είναι 15 °C. Τα σπόρια είναι πολύ ανθεκτικά στην ακτινοβολία και τη θέρμανση. Παρουσιάζουν αντοχή μέχρι 121 °C. Οι βλαστικές μορφές και οι τοξίνες είναι επίσης ευαίσθητες στη θέρμανση (Montville TJ & Matthews KR, 2010).

Η ανάπτυξη του βακτηρίου ευνοείται σε ουδέτερο pH οποίο συμβάλει και στην παραγωγή της τοξίνης. Όταν το pH έχει τιμή ίση με 4,5 αναστέλλεται η εκβλάστηση των σπορίων, των βλαστικών κυττάρων και η δημιουργία τοξίνης. Η ανάπτυξη του *Clostridium botulinum* αναστέλλεται επίσης όταν η περιεκτικότητα του χλωριούχου νατρίου (NaCl) είναι 5-10 %, η ενεργότητα του νερού (aw) ισούται με 0,94 και η συγκέντρωση των νιτρικών είναι 150-200 ppm. Ανασταλτικό παράγοντα για την ανάπτυξη του μικροοργανισμού αποτελούν τα γαλακτικά βακτήρια και οι καλλιέργειες εκκίνησης.

Το *Clostridium botulinum* προκαλεί μέσω της τοξίνης που παράγει, τη σοβαρή τοξινολοίμωξη αλλαντίαση ή βοτουλινισμό ή οποία έχει υψηλή θνητότητα. Τα συμπτώματα της ασθένειας περιλαμβάνουν μυϊκή αδυναμία, διαταραχές όρασης, κεφαλαλγία, ναυτία, εμετό και δυσκοιλιότητα η οποία συνοδεύεται από διάρροια. Παρατηρείται επίσης ξηρότητα του στόματος, στένωση του λαιμού, διόγκωση της γλώσσας και δυσκολία στην κατάποση και την ομιλία. Στη συνέχεια επέρχεται παράλυση των μυών η οποία εξαπλώνεται στο αναπνευστικό σύστημα και στην καρδιά, με αποτέλεσμα να επέρχεται ο θάνατος λόγω αναπνευστικής ανεπάρκειας (Montville TJ & Matthews KR, 2010) .

Πηγές του μικροοργανισμού είναι το έδαφος, το πεπτικό σύστημα των ζώων, των πτηνών και των ψαριών. Τα κονσερβοποιημένα και τα συσκευασμένα υπό κενό τρόφιμα χαμηλής και μέσης οξύτητας προκαλούν βοτουλινισμό αλλά σε κάποιες περιπτώσεις η ασθένεια προκαλείται και από όξινα τρόφιμα τα οποία έχουν υποστεί ανεπαρκή θερμική επεξεργασία. Στα τρόφιμα τα οποία είναι υπεύθυνα για την παρουσία του *Clostridium botulinum* περιλαμβάνονται οι ψητές πατάτες και τα τσιγαρισμένα κρεμμύδια που συντηρούνται σε ακατάλληλες θερμοκρασίες, τα οικιακώς κονσερβοποιημένα φασολάκια, κρέας, ψάρια, λάδια τα οποία οι καταναλωτές αρωματίζουν με διάφορα αρωματικά φυτά (όπως δυόσμο) και διάφορα ζυμωμένα τρόφιμα (κρέατα, θαλασσινά, τυριά). Τα σπόρια του την

ικανότητάς τους να δημιουργούν αποικίες στο έντερο και να παράγουν τοξίνη με αποτέλεσμα την εμφάνιση δηλητηρίασης στα παιδιά κυρίως αυτά που είναι μικρότερα *Clostridium botulinum* στο μέλι και τις βρεφικές τροφές είναι επικίνδυνα εξαιτίας του ενός έτους, τη λεγόμενη αλλαντίαση των νηπίων. Το βακτήριο ανιχνεύεται επίσης σε κρεατοσκευάσματα όπως αλλαντικά, βραστό χοιρομέρι, λουκάνικα Φρανκφούρτης, καπνιστό ζαμπόν και γαλοπούλα καθώς και σε προμαγειρεμένα γεύματα τα οποία συσκευάζονται υπό κενό και διατηρούνται σε απλή ψύξη (Montville TJ & Matthews KR, 2010).



Εικόνα 26: *Clostridium botulinum*

3.3.7 *Clostridium perfringens*

Το *Clostridium perfringens* είναι θετικό κατά Gram, σπορογόνο, αναερόβιο βακτήριο. Επιβιώνει σε θερμοκρασίες από 6 °C-50°C, σε pH 5-9 και σε υψηλές συγκεντρώσεις άλατος (6%-8%). Είναι θερμοάντοχα(>100°C) και ευαίσθητα σε pH <5 και σε ενεργότητα νερού $a_w < 0,93$. Η δημιουργία σπορίων ευνοείται από την ατελή θέρμανση των τροφίμων στους 70 -80 °C για 20λεπτά. Τα σπόρια που δεν έχουν εκβλαστήσει μπορεί να παραμείνουν αδρανή για μεγάλα χρονικά διαστήματα ή μετά από διάφορες επεξεργασίες.

Το βακτήριο αυτό παράγει εντεροτοξίνη η οποία δημιουργείται στο έντερο κατά τη διάρκεια της σπορογένεσης και προκαλεί ιστοπαθολογικές βλάβες στο τοίχωμα του λεπτού εντέρου. Τα συμπτώματα της δηλητηρίασης από *Clostridium perfringens* είναι κοιλιακοί πόνοι, διάρροια και κάποιες φορές ναυτία και εμετός. Είναι ήπια και αυτοπεριοριζόμενα συμπτώματα τα οποία εκδηλώνονται μέσα σε 8-16 ώρες και διαρκούν 1-2 ημέρες. Στα νεογνά όμως μπορεί να προκαλέσουν ξαφνικό θάνατο. Το *Clostridium*

perfringens παράγει επίσης υδρόθειο (H_2S) σε πρωτεϊνούχα τρόφιμα με αποτέλεσμα αυτά να καθίστανται μη αποδεκτά προτού καταναλωθεί ο μικροοργανισμός.

Πηγές του μικροοργανισμού είναι ο εντερικός σωλήνας των ανθρώπων και των ζώων του οποίου αποτελεί μέρος της φυσιολογικής μικροβιακής χλωρίδας, το έδαφος, η σκόνη και το ωμό κρέας. Ανιχνεύεται επίσης στα προϊόντα κρέατος, στα πουλερικά, στις σάλτσες οι οποίες αποτελούν ιδανικό αναερόβιο περιβάλλον (Montville TJ & Matthews KR, 2010) .



Εικόνα 27: *Clostridium perfringens*

3.4 Μικροοργανισμοί ως δείκτες ποιότητας και ασφάλειας τροφίμων

Μικροοργανισμοί δείκτες είναι ομάδες ή είδη μικροοργανισμών οι οποίοι προσδιορίζονται εύκολα και όταν η συγκέντρωσή τους ξεπερνά κάποια καθορισμένα όρια για κάθε είδος τροφίμου θεωρείται ένδειξη παραμονής του τροφίμου σε συνθήκες στις οποίες είναι πιθανή η μόλυνσή του με παθογόνους μικροοργανισμούς. Οι μικροοργανισμοί δείκτες δείχνουν τη μικροβιολογική ποιότητα των τροφίμων σε σχέση με τη διάρκεια συντήρησής τους ή την ασφάλεια του τροφίμου από τους παθογόνους μικροοργανισμούς. Ως μικροοργανισμοί δείκτες της ποιότητας και της ασφάλειας των τροφίμων χρησιμοποιούνται τα εντεροβακτήρια της οικογένειας Enterobacteriaceae, τα κολοβακτηριοειδή, τα κολοβακτηριοειδή κοπράνων, η *Escherichia coli* και οι εντερόκοκκοι (Κοτζεκίδου,2010).

Η παρουσία των μικροοργανισμών δεικτών στα τρόφιμα σε πληθυσμό που ξεπερνά ένα προκαθορισμένο όριο σε cfu/g τροφίμου δε συνεπάγεται την ύπαρξη παθογόνων αλλά καθιστά πιθανή την παρουσία τους (Κοτζεκίδου – Ρουκά, 2000).

Οι μικροοργανισμοί δείκτες πρέπει να τηρούν τα παρακάτω κριτήρια(Jay,2005):

- Να υπάρχουν και να μπορούν να ανιχνευθούν στο τρόφιμο του οποίου αξιολογείται η ποιότητα.
- Η ανάπτυξη και ο πληθυσμός τους να είναι αντιστρόφως ανάλογος της ποιότητας του τροφίμου.
- Να μπορούν να καταμετρηθούν σε μικρό χρονικό διάστημα.
- Να μπορούν εύκολα να ανιχνευθούν, να καταμετρηθούν και να ξεχωρίζονται από άλλους μικροοργανισμούς.
- Η ανάπτυξή τους να μην παρεμποδίζεται από άλλους μικροοργανισμούς που υπάρχουν στη μικροχλωρίδα του τροφίμου.

Η αξιολόγηση της ποιότητας ορισμένων τροφίμων πραγματοποιείται όχι μόνο με τον προσδιορισμό μικροοργανισμών αλλά και των προϊόντων μεταβολισμού τους. Πλεονεκτούν σε σχέση με τους μικροοργανισμούς καθώς προσδιορίζονται εύκολα και τα αποτελέσματα της εξέτασης γίνονται γνωστά σε μικρό χρονικό διάστημα (Jay, J.M, 2005).

3.4.1 Εντεροβακτήρια (Οικογένεια *Enterobacteriaceae*)

Τα εντεροβακτήρια είναι γ- πρωτεοβακτήρια και παρουσιάζουν τα εξής χαρακτηριστικά: είναι προαιρετικά αναερόβια, αρνητικά κατά Gram, μη σπορογόνα, ραβδόμορφα, ακίνητα ή κινούμενα με περίτριχες βλεφαρίδες. Ζυμώνουν τη γλυκόζη παράγοντας οξύ και αέριο και ανάγουν τα νιτρικά άλατα σε νιτρώδη. Στην οικογένεια *Enterobacteriaceae* περιλαμβάνονται τα παρακάτω γένη: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Escherichia*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Providencia*, *Salmonella*, *Serratia*, *Shigella* και *Yersinia* (Madigan, 2005).

3.4.2 Κολοβακτηριοειδή (*coliforms*)

Τα κολοβακτηριοειδή συνιστούν ομάδα της οικογένειας *Enterobacteriaceae*. Είναι αερόβιοι και προαιρετικά αναερόβιοι μικροοργανισμοί, αρνητικοί κατά Gram, μη σπορογόνοι και ραβδόμορφοι. Περιλαμβάνουν τα *E. coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Serratia* και *Hafnia*). Διαφέρουν με τα υπόλοιπα γένη της οικογένειας επειδή μπορούν να ζυμώνουν τη λακτόζη και να παράγουν οξύ και αέριο σε 48 ώρες στους 35 °C. Ο σχηματισμός αερίου από τη ζύμωση της λακτόζης αποτελεί κριτήριο για την ταξινόμηση ενός είδους στα κολοβακτηριοειδή. Το μέσο δοκιμής περιλαμβάνει διάφορα στερεά ή υγρά υλικά τα οποία περιέχουν λακτόζη και προστίθενται χρωστικές (American Public Health Association, 2001).

Τα περισσότερα από τα κολοβακτηριοειδή υπάρχουν στο έδαφος ή στο νερό, στον εντερικό σωλήνα των ανθρώπων και των ζώων. Ορισμένα προσδιορίζονται σε μολυσμένα κόπρανα (Schmidt – Lorenz and Spillmann, 1988). Έτσι, χρησιμοποιούνται ως μικροοργανισμοί δείκτες για την ανίχνευση κοπρανώδους μόλυνσης και την ύπαρξη παθογόνων μικροοργανισμών στα τρόφιμα. Τα κολοβακτηριοειδή δεν ανήκουν στα παθογόνα βακτήρια αλλά η παρουσία τους στα τρόφιμα συνεπάγεται την πιθανότητα ύπαρξης παθογόνων βακτηρίων (Cakir et al., 2002).

3.4.3 Κολοβακτηριοειδή κοπράνων (faecal coliforms)

Τα κολοβακτηριοειδή κοπράνων είναι τα κολοβακτηριοειδή τα οποία μπορούν να σχηματίσουν οξύ και αέριο σε 48 ώρες στους 44,5-45,5 σε EC broth. Με τη δοκιμή αυτή υπάρχει πιθανότητα να ανιχνευτούν στελέχη του *E.coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter spp* και *Citrobacter*. Η επώαση σε υψηλή θερμοκρασία και η παραγωγή αερίου από τη λακτόζη δεν μπορεί να διακρίνει αν οι μικροοργανισμοί έχουν δημιουργηθεί στο έντερο ή στα περιττώματα.

Για τον προσδιορισμό των κολοβακτηριοειδών κοπράνων εφαρμόζονται διάφορες θερμοκρασίες επώασης. Ευρέως χρησιμοποιούμενη για τα τρόφιμα είναι η θερμοκρασία των $45,5 \pm 0,2$ °C. Με βάση κάποια άλλα στοιχεία, η επώαση σε EC broth στους 45,5 oC ενδέχεται να είναι η ιδανικότερη για την *E.coli* ενώ η επώαση στους 44,5 oC παράγει μεγαλύτερο αριθμό κολοβακτηριοειδών κοπράνων (American Public Health Association, 2001).

3.4.4 Escherichia coli

Το *E.coli* είναι προαιρετικά αναερόβιο βακτήριο το οποίο βρίσκεται στον εντερικό σωλήνα του ανθρώπου και των θερμόαιμων ζώων και συνιστά εξειδικευμένο δείκτη κοπρανώδους μόλυνσης των τροφίμων από τα κολοβακτηριοειδή κοπράνων. Χρησιμοποιείται μαζί με τα ολικά κολοβακτηριοειδή και την ολική μεσόφιλη χλωρίδα ως δείκτης ποιότητας και ασφάλειας στις βιομηχανίες τροφίμων (Odumeru and Belvedere, 2002).

Μερικά στελέχη του βακτηρίου προκαλούν διάρροιες στους ανθρώπους και στα ζώα μετά την κατανάλωση μολυσμένης τροφής, νερού ή ακόμη και μετά την επαφή. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω (βλ. 3.3.3), οι παθογόνοι ορότυποι της *E.coli* ταξινομούνται σε έξι κατηγορίες: Εντεροτοξινογόνος *E. coli* (ETEC), Εντεροπαθογόνος *E. coli* (EPEC), Εντεροαιμορραγική *E. coli* (EHEC), Εντεροσυγκολλητική *E. coli* (EAEC), Εντεροδιεισδυτική *E. coli* (EIEC) και Διάχυτα προσκολλητική *E. coli* (DAEC). (Montville TJ & Matthwes KR, 2010).

Όλα τα κρούσματα που οφείλονταν σε αυτούς τους μικροοργανισμούς είχαν άμεση ή έμμεση σχέση με επιμόλυνση με ανθρώπινα κόπρανα. Τουλάχιστον 38 ομαδικά κρούσματα από τρόφιμα και νερό έχουν καταγραφεί στη βιβλιογραφία από το 1982 έως το 1999. Σε μια περίπτωση στην Ιαπωνία είχαν προσβληθεί 7.966 άτομα . Μετάδοση από άτομο σε άτομο έχει αποδειχθεί με κρούσματα σε παιδικούς σταθμούς και γηροκομεία. Παιδιά κάτω των 4 ετών και ηλικιωμένοι είναι οι πιο ευαίσθητες ομάδες, ενώ τα κρούσματα παρουσιάζονται πιο συχνά το καλοκαίρι και το φθινόπωρο. Οι σποραδικές περιπτώσεις είναι πιο συχνές από τις ομαδικές (Meng et al ., 2001).

Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 4), παρουσιάζονται τα περιστατικά λοίμωξης από την εντεροτοξινογόνο E. Coli (EHEC), στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2007.

Κράτος μέλος E.E.	2007		
	Αριθμός περιστατικών	Αριθμός επιβεβαιωμένων περιστατικών	Αριθμός περιστατικών ανά 100.000 κατοίκους
Ελλάδα	1	1	<0,1
Αγγλία	1.149	1.149	1,9
Γερμανία	870	870	1,1
Σουηδία	262	262	2,9
Δανία	161	156	2,9
Ιρλανδία	167	115	2,7
Γαλλία	57	57	0,1
Σλοβακία	6	6	0,1
ΣΥΝΟΛΟ E.E.	2.996	2.905	0,6

Πίνακας 4: Αριθμός περιστατικών λοίμωξης από EHEC στην E.E. το 2007 (EFSA, 2009).

Στην περίπτωση της E. coli 0157: H7, η ασθένεια οφείλεται στην κατανάλωση μικρού πληθυσμού βακτηρίων ή στην παραγωγή τοξίνης από αυτά. Η τροφοτοξίνωση εκδηλώνεται με θρόμβωση του αίματος, κυρίως στα νεφρά, η οποία συνοδεύεται από αιμολυτικό ουραιμικό σύνδρομο (HUS) και παρατηρείται πτώση της νεφρικής λειτουργίας που οδηγεί στο θάνατο ή σε εφ'όρου ζωής αιμοκάθαρση του ασθενούς ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Τα αρχικά συμπτώματα μοιάζουν με αυτά της γρίπης και ακολουθούνται από πυρετό και διάρροια με αίμα στα κόπρανα. Για αυτό το λόγο καθίστανται δύσκολη η ταυτοποίηση του μικροοργανισμού. Τα συμπτώματα αρχίζουν να εμφανίζονται 12-72 ώρες μετά την κατανάλωση του μολυσμένου τροφίμου και η διάρκεια της ασθένειας είναι 1-3 ημέρες (Charman, 2000; Synge, 2000)

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η μετάδοση του παθογόνου από άτομο σε άτομο. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην μεγάλη διάρκεια απέκκρισης της *E. coli* O157:H7 από τους φορείς μέσω των κοπράνων μέχρι και για διάστημα 62 ημερών μετά την εμφάνιση της διάρροιας (συνήθως 13-21 ημέρες) και στην πολύ μικρή δόση που απαιτείται για την πρόκληση λοίμωξης (<100 κύτταρα, σε άτομα των ευαίσθητων ομάδων του πληθυσμού μέχρι και 10 κύτταρα). Για το λόγο αυτό πρέπει να εφαρμόζονται και να τηρούνται αυστηρά τα μέτρα ατομικής υγιεινής (π.χ. πλύσιμο χεριών). (Πεξάρá και συν 2009).

3.4.5 Εντερόκοκκοι

Οι εντερόκοκκοι είναι αερόβιοι κόκκοι, θετικοί κατά Gram, μη σπορογόνοι, αρνητικοί στην καταλάση και στην οξειδάση. Υπάγονται στην ομάδα των βακτηρίων του γαλακτικού οξέος. Υπάρχουν στο γαστρεντερικό σύστημα και στα κόπρανα ανθρώπων και ζώων γι' αυτό και χρησιμοποιούνται ως δείκτες περιτωματικής μόλυνσης (Moreno et al., 2006).

Οι εντερόκοκκοι επιδρούν στην παραγωγή ζυμωμένων προϊόντων, όπως τυριά, σαλάμια αέρος, και ελιές ενώ αρκετά στελέχη χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων ως προβιοτικά. Συμμετέχουν όμως στην αλλοίωση ορισμένων τροφίμων, κυρίως νωπών ή/και επεξεργασμένων κρεάτων, ενώ ορισμένα στελέχη εντεροκόκκων προκαλούν σοβαρές ενδονοσοκομειακές λοιμώξεις, κυρίως σε ευαίσθητα ή ανοσοκατεσταλμένα άτομα. Αυτός ο διπλός ρόλος των εντερόκοκκων εμπνέει ανησυχία σχετικά με τη χρήση τους ως προβιοτικά ή ως αρχικές καλλιέργειες στη βιομηχανία τροφίμων (Franz, et al., 2003).

Μέχρι σήμερα έχουν αναγνωρισθεί 28 είδη του γένους *Enterococcus*: *E. asini*, *E. avium*, *E. canis*, *E. casseliflavus*, *E. cecorum*, *E. columbae*, *E. dispar*, *E. durans*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. flavescens*, *E. gallinarum*, *E. gilvus*, *E. haemoperoxidus*, *E. hirae*, *E. malodoratus*, *E. moraviensis*, *E. mundtii*, *E. pallens*, *E. phoeniculicola*, *E. pseudoavium*, *E. raffinosus*, *E. ratti*, *E. saccharolyticus*, *E. saccharominimus*, *E. solitarius*, *E. sulfureus*, *E. villorum* (Moreno et al., 2006).

Τα περισσότερα είδη εντερόκοκκων αναπτύσσονται σε θερμοκρασία από 10 °C έως 45 °C. Τα είδη *E. faecalis* και *E. faecium* αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες από 0 °C έως 50 °C. Αναπτύσσονται επίσης σε μεγάλο εύρος τιμών pH, 3,3 έως 9,6. Είναι ανθεκτικοί στην ψύξη, στην κατάψυξη, στην αφυδάτωση και στις ουσίες που συμμετέχουν στην αλιπάσωση του κρέατος. Για το λόγο αυτό αποτελούν κατάλληλους δείκτες για την υγειονομική κατάσταση των τροφίμων τα οποία έχουν υποστεί κάποια από τις προηγούμενες μεθόδους επεξεργασίας. Για τα κατεψυγμένα τρόφιμα θεωρούνται καλύτεροι δείκτες από

τα κολοβακτηριοειδή επειδή δεν ελαττώνεται η συγκέντρωσή τους κατά τη διάρκεια της συντήρησής τους στην κατάψυξη (Κοτζεκίδου, 2009).

Οι εντερόκοκκοι απομονώνονται συχνά από διάφορα τρόφιμα στα οποία συμπεριλαμβάνονται και τα παραδοσιακά ζυμώμενα τρόφιμα. Από την στιγμή που αποβάλλονται στο περιβάλλον μέσω των ανθρωπίνων κοπράνων ή των κοπράνων των ζώων, οι εντερόκοκκοι μπορούν να εγκατασταθούν σε διάφορα μέρη λόγω της ικανότητάς τους να επιζούν και να αναπτύσσονται σε εχθρικά περιβάλλοντα. Μπορούν να εγκατασταθούν σε νωπά τρόφιμα (π.χ. κρέας, γάλα) και να πολλαπλασιαστούν σε αυτά κατά τη διάρκεια της ζύμωσης τους. Έτσι, πολλά ζυμώμενα προϊόντα που προέρχονται από το κρέας και το γάλα (κυρίως ζυμωμένα αλλαντικά και τυριά) περιέχουν εντερόκοκκους σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Οι εντερόκοκκοι συμβάλλουν στην ανάπτυξη των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των προϊόντων αυτών (Giraffa, 2002).

Οι εντερόκοκκοι όμως, προκαλούν αλλοίωση σε μαγειρεμένα ή/και επεξεργασμένα κρέατα επειδή μπορούν να επιζούν κατά τη διάρκεια της θέρμανσης. Ο *E. Faecalis* και ο *E. faecium* ευθύνονται για την αλλοίωση παστεριωμένου χοιρινού σε κονσέρβα, ενώ ο *E. faecium* μπορεί να επιζήσει της θέρμανσης στους 68 °C για 30 λεπτά κατά τη διάρκεια παρασκευής των λουκάνικων Φρανκφούρτης (Giraffa, 2002).

3.5 Χημική αλλοίωση κρέατος

Τα ένζυμα συμβάλλουν στην αλλοίωση του κρέατος σε πολύ μικρότερο βαθμό σε σχέση με τους μικροοργανισμούς που αποτελούν τη μικροβιακή χλωρίδα του κρέατος. Τα ένζυμα προκαλούν τη μεταθανάτια γλυκόλυση η οποία σταματάει μετά τη σφαγή του ζώου επειδή το pH φτάνει περίπου στο 5,5. Έτσι η αλλοίωση του κρέατος οφείλεται κυρίως στους μικροοργανισμούς και τα προϊόντα του μεταβολισμού τους. Η μεταβολική δραστηριότητα των μικροοργανισμών προκαλεί φυσικοχημικές μεταβολές οι οποίες πραγματοποιούνται εκεί που υπάρχουν υδατοδιαλυτά συστατικά του κρέατος όπως γλυκόζη, γαλακτικό οξύ, αμινοξέα, νουκλεοτίδια και υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες (Nychas et al., 1998). Η σειρά με την οποία καταβολίζονται οι ουσίες αυτές φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 4).

Πίνακας 5: Σειρά καταβολισμού των θρεπτικών συστατικών του κρέατος (1= πρώτο, 5= τελευταίο) κάτω από αερόβιες και αναερόβιες συνθήκες (Nychas et al., 1998).

	Αερόβιες συνθήκες				Αναερόβιες συνθήκες ^b			
	A ^a	B ^a	C ^a	D ^a	A ^a	B ^a	C ^a	D ^a
Γλυκόζη/6-φωσφορο-γλυκόζη	1	1	1	1	1	1	1	1
Γαλακτικό οξύ	2		2					
Ποροσταφυλικό	3				2 ^c			
Γλυκονικό/6-φωσφορο γλυκονικό	4				2 ^c			
Φορμικό οξύ								
Αιθανόλη								
Οξικό οξύ					2 ^c			
Αμινοξέα	5	2	3		2 ^c		2	2
Ριβόζη		3						
Γλυκερόλη		4						

A^a: *Pseudomonas* spp.; B^a: *B. thermosphacta*; C^a: *Enterobacter* spp.; D^a: Lactic acid bacteria

^b: Οι αναερόβιες συνθήκες αναφέρονται σε απουσία O₂ ή/και παρουσία CO₂

^c: Δε υπάρχει καθορισμένη σειρά προτίμησης

Οι σημαντικότερες βιοχημικές μεταβολές που πραγματοποιούνται είναι η απώλεια της τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP) και της φωσφορικής κρεατινίνης (CP) και η μετατροπή του γλυκογόνου σε γαλακτικό οξύ. Με τη σφαγή του ζώου σταματάει η αερόβια αναπνοή. Όταν οι ποσότητες ATP, CP και γλυκόζης εξαντληθούν, μοναδική πηγή ενέργειας (ATP) είναι η αναερόβια διάσπαση του γλυκογόνου των μυών. Η ανεπαρκής παραγωγή ATP από την αναερόβια διάσπαση του γλυκογόνου (γλυκόλυση) δεν επαρκεί για να διατηρήσει τις λειτουργίες του σώματος με αποτέλεσμα το σχηματισμό ακτινομυοσίνης και την εμφάνιση μυϊκής ακαμψίας. Το μεγαλύτερο μέρος του γλυκογόνου μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ και ελαττώνεται το pH του μυός. Η γλυκόλυση σταματάει όταν αδρανοποιούνται τα γλυκολυτικά ένζυμα. Το pH των μεταθανάτιων μυών είναι 5,5-5,8, υπάρχει μεγάλο απόθεμα γλυκογόνου και σχηματίζονται ουσίες χαμηλού μοριακού βάρους όπως γλυκόζη, 6-φωσφορογλυκόζη, γλυκονικό οξύ, γαλακτικό οξύ κ.α (Eskin, 1990).

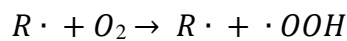
3.5.1 Οξείδωση λιπιδίων

Η οξείδωση των λιπιδίων αποτελεί την κύρια αιτία υποβάθμισης της ποιότητας τροφίμων που αποτελούνται από μύες, όπως ψάρια, κόκκινο κρέας και πουλερικά, μετά από μικροβιακή αλλοίωση. Σε τρόφιμα τα οποία περιέχουν μύες με εξαιρετικά ακόρεστα λιπίδια, όπως ορισμένα θαλασσινά, η οξείδωση μπορεί να προηγείται της βακτηριακής αλλοίωσης (Yu et al, 2020). Αποτέλεσμα της οξείδωσης των λιπιδίων είναι η τάγγιση η οποία καθιστά το προϊόν ακατάλληλο για κατανάλωση (Ramanathan et al, 2020). Άλλες συνέπειες της οξείδωσης των λιπιδίων είναι η αλλαγή χρώματος, η μεταβολή της υφής του προϊόντος, ο

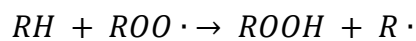
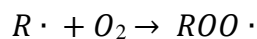
σχηματισμός αλδευδών και η απώλεια της διατροφικής ποιότητας, λόγω της αποικοδόμησης των μορίων, ουσιών με αντιοξειδωτική και βιταμινούχα δράση.

Τα λιπίδια μπορούν να οξειδωθούν με τρεις κύριους τρόπους που περιλαμβάνουν σύνθετες αντιδράσεις: αυτοοξειδωση, οξείδωση που καταλύεται με ένζυμα και φωτοοξείδωση. Από τους τρεις αυτούς μηχανισμούς, η αυτοοξειδωση η οποία είναι μια συνεχής αλυσιδωτή αντίδραση ελευθέρων ριζών, είναι η πιο σημαντική διαδικασία οξείδωσης των λιπιδίων στο κρέας (Cheng, 2016). Πρόκειται για αντίδραση του οξυγόνου με τους διπλούς δεσμούς των λιπαρών οξέων. Περιλαμβάνει τρία στάδια: έναρξη, διάδοση και τερματισμό.

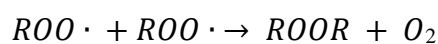
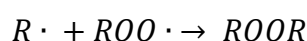
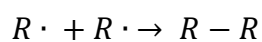
Έναρξη: Η θερμότητα, τα ιόντα των μετάλλων και η ακτινοβολία δρουν ως καταλύτες σχηματίζοντας ελεύθερες ρίζες λιπιδίων κατά το στάδιο της έναρξης. Η αντίδραση των ριζών αυτών με το οξυγόνο οδηγεί στο σχηματισμό ριζών υπεροξυλίου όπως φαίνεται στην παρακάτω αντίδραση.



Διάδοση: Κατά τη διάρκεια της διάδοσης, οι ρίζες υπεροξυλίου αντιδρούν με άλλα μόρια λιπιδίων και σχηματίζουν υδροϋπεροξειδία και νέες ελεύθερες ρίζες όπως φαίνεται παρακάτω:



Τερματισμός: Ο τερματισμός πραγματοποιείται όταν οι ελεύθερες ρίζες αλληλεπιδρούν για να σχηματίσουν ουδέτερα προϊόντα όπως φαίνεται στις αντιδράσεις που ακολουθούν (Hultin, 1994).

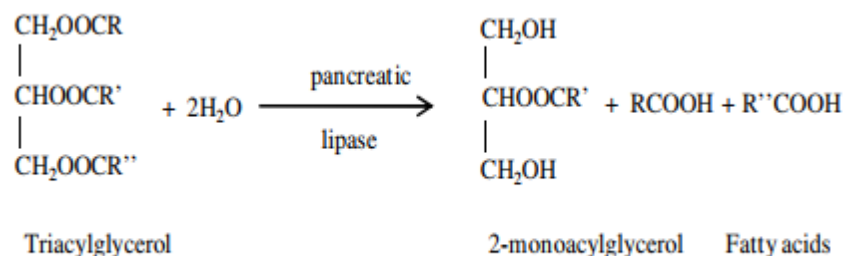


Η οξείδωση των λιπιδίων στο κρέας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η σύνθεση των λιπαρών οξέων, τα επίπεδα της αντιοξειδωτικής βιταμίνης E(α-τοκοφερόλης) και η παρουσία του σιδήρου στους μύες. Τα υδροϋπεροξειδία παράγονται λόγω της οξείδωσης των κλασμάτων λιπιδίων της μεμβράνης με υψηλή περιεκτικότητα σε ακόρεστα λιπαρά οξέα, των φωσfolιπιδίων, τα οποία είναι επιρρεπή σε περαιτέρω οξείδωση. Η θραύση τους προκαλεί την παραγωγή δευτερογενών προϊόντων όπως πεντανάλη, εξανάλη, μηλονοδιαλδεΰδη (MDA), οξέα και κετόνες. Τα δευτερεύοντα αυτά προϊόντα μπορεί να

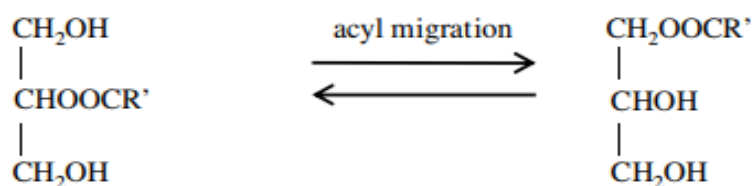
προκαλέσουν απώλεια χρώματος και θρεπτικής αξίας λόγω σοβαρών επιδράσεων στα λιπίδια, τις χρωστικές, τις πρωτεΐνες, τους υδατάνθρακες και τις βιταμίνες και σχετίζονται άμεσα με καρκινογόνες και μεταλλαξιογόνες διεργασίες (Simitzis and Deligeorgis, 2010).

Στο κρέας, η υδρόλυση των λιπιδίων μπορεί να γίνει ενζυματικά ή μη ενζυματικά. Η ενζυματική υδρόλυση των λιπιδίων ονομάζεται λιπόλυση και καταλύεται από συγκεκριμένα ένζυμα όπως οι λιπάσες, οι εστεράσες και η φωσφολιπάση. Τα λιπολυτικά ένζυμα μπορούν να είναι είτε ενδογενή του τροφίμου (όπως στο γάλα) ή να προέρχονται από ψυχρότροφους μικροοργανισμούς (Ghaly et al., 2010). Οι λιπάσες υπάρχουν στο δέρμα, στο αίμα και στους ιστούς των ζώων. Κατά τη λιπόλυση, οι λιπάσες διασπώνται σε γλυκερίδια που σχηματίζουν ελεύθερα λιπαρά οξέα τα οποία ευθύνονται για τη δυσσομία που αναφέρεται συχνά ως τάγγιση (Huis, 1996). Τα κύρια ένζυμα τα οποία συμμετέχουν στην υδρόλυση των λιπιδίων είναι η φωσφολιπάση A₁ και η φωσφολιπάση A₂ (Toldra, 2006). Η υδρόλυση των λιπιδίων περιλαμβάνει τρία στάδια της βιοσυνθετικής οδού: τη διάσπαση της τριακυλογλυκερόλης, τη μετανάστευση ακυλίου και τη διάσπαση της 1-μονοακυλο-sn-γλυκερόλης (Belitz et al., 2009).

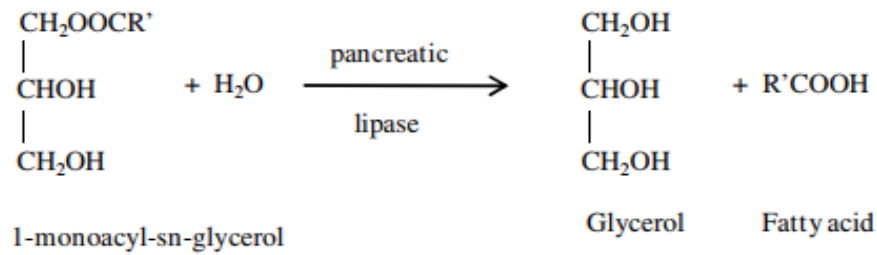
α) Διάσπαση της τριακυλογλυκερόλης: Σ' αυτό το στάδιο, η παγκρεατική λιπάση υδρολύει την τριακυλογλυκερόλη στις θέσεις 1 και 3 με αποτέλεσμα να σχηματίζονται 2-μονοακυλογλυκερόλες και λιπαρά οξέα.



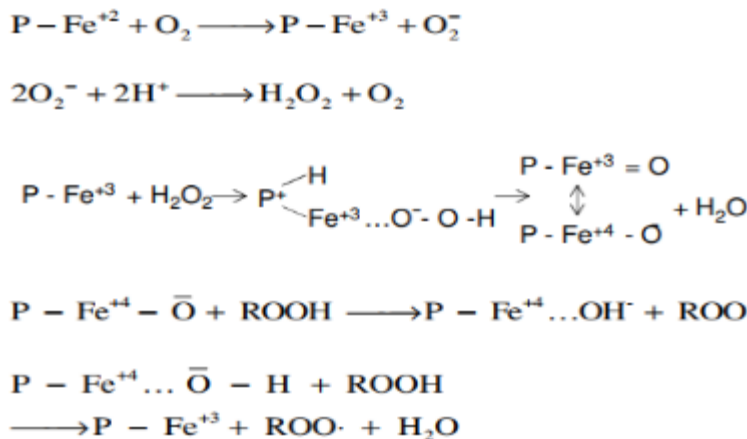
β) Μετανάστευση ακυλίου: Οι 2-μονοακυλογλυκερόλες ισομερίζονται σε 1-μονοακυλο-sn-γλυκερόλες μέσω της μετανάστευσης ακυλίου, όπως φαίνεται παρακάτω:



γ) Διάσπαση της 1-μονοακυλο-sn-γλυκερόλης: οι 1- μονοακυλο-sn-γλυκερόλες υδρολύονται πλήρως προς γλυκερόλη και οξέα παρουσία παγκρεατικής λιπάσης ως εξής:



Η μη ενζυματική υδρόλυση προκαλείται από πρωτεΐνες της αίμης όπως η αιμοσφαιρίνη, η μυοσφαιρίνη και το κυτόχρωμα, τα οποία είναι ευαίσθητα στην οξείδωση και παράγουν υδροϋπεροξειδία. Κατά τη διάρκεια της κατάλυσης της αίμης, ένα σύμπλοκο πρωτοπορφυρίνης (P-Fe⁺²) όπως η μυοσφαιρίνη οξειδώνεται σε P-Fe⁺³. Σχηματίζεται ρίζα υπεροξειδίου η οποία αντιδρά με κατιόν υδρογόνου και παράγεται υπεροξείδιο του υδρογόνου (H₂O₂) το οποίο στη συνέχεια οξειδώνει το P-Fe⁺³ σε όξινα είδη P-Fe=O (Dave and Ghaly, 2011). Στον κύκλο της οξειδοαναγωγής του σιδήρου συμβάλλει το ασκορβικό οξύ το οποίο είναι ο κύριος εκκινητής της υπεροξειδωσης των λιπιδίων σε φρέσκα μυϊκά τρόφιμα και επηρεάζει την οξείδωση της οξυμυοσφαιρίνης.



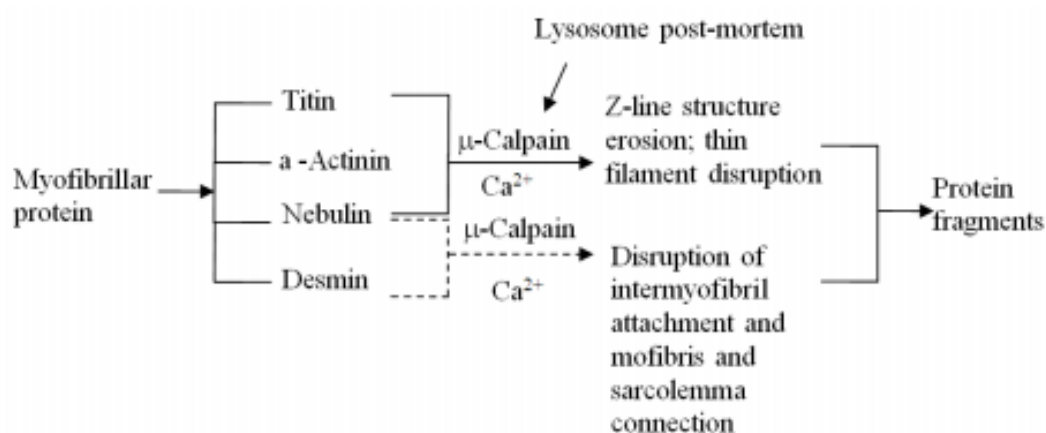
3.5.2 Ενζυματική αυτολυτική αλλοίωση

Οι ενζυματικές δράσεις είναι μια φυσική διαδικασία στα μυϊκά κύτταρα των ζώων μετά τη σφαγή και αποτελούν την κύρια αιτία αλλοίωσης του κρέατος. Τα ένζυμα έχουν την ικανότητα να συνδυάζονται χημικά με άλλες οργανικές ουσίες και να λειτουργούν ως καταλύτες για αντιδράσεις οι οποίες οδηγούν τελικά στην καταστροφή του κρέατος. Στην

αυτόλυση, σύνθετες ενώσεις των ιστών όπως υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λίπη, διασπώνται σε απλούστερες οι οποίες μαλακώνουν το κρέας και του δίνουν πράσινο χρώμα. Η αυτόλυση περιλαμβάνει πρωτεόλυση και υδρόλυση του λίπους, διαδικασίες που αποτελούν προϋπόθεση για μικροβιακή αποσύνθεση. Η υπερβολική αυτόλυση ονομάζεται ξίνισμα (Tauro et al., 1986).

Η μεταθανάτια διάσπαση των πολυπεπτιδίων είναι αποτέλεσμα των πρωτεασών των ιστών και ευθύνεται για τη γεύση και τις μεταβολές της υφής του κρέατος. Μετά το θάνατο του ζώου, η αυτόλυση λαμβάνει χώρα σε όλους τους ιστούς αλλά με διαφορετικό ρυθμό σε διαφορετικά όργανα, ταχύτερα στον αδενικό ιστό όπως το συκώτι και πιο αργά στους γραμμωτούς μύες (Fearon and Foster, 1922).

Τα ένζυμα καλπαΐνες, καθεψίνες και αμινοπεπτιδάσες βρέθηκαν να είναι υπεύθυνα για τη μεταθανάτια αυτόλυση του κρέατος μέσω της πέψης των πρωτεϊνών z-line του μυοϊνιδίου. Από αυτά τα ένζυμα, οι καλπαΐνες συνεισφέρουν προκαταρκτικά στην πρωτεολυτική τρυφεροποίηση του κρέατος. Επίσης, οι καθεψίνες έχει βρεθεί ότι συμβάλλουν στην τρυφεροποίηση του κρέατος σε χαμηλό pH. Ο μηχανισμός της κατάλυσης της πρωτεόλυσης του κρέατος από την καλπαΐνη φαίνεται παρακάτω στο σχήμα 7 (O'Halloran et al., 1997). Τα πρωτεολυτικά ένζυμα είναι ενεργά σε χαμηλές θερμοκρασίες (5°C) προκαλώντας υποβάθμιση της ποιότητας του κρέατος λόγω της ανάπτυξης μικροβίων και της παραγωγής βιογενών αμινών (Kuwahara and Osako, 2003).



Σχήμα 7: Μηχανισμός κατάλυσης της πρωτεόλυσης του κρέατος από την καλπαΐνη (Dave and Ghaly, 2011).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΡΕΑΤΟΣ

4.1 Γενικά στοιχεία για τη συντήρηση τροφίμων

Συντήρηση τροφίμων είναι η λήψη μέτρων για την αντιμετώπιση των αιτιών που προκαλούν την ποιοτική υποβάθμιση ή την αλλοίωση των τροφίμων έτσι ώστε να είναι αποδεκτά από τον καταναλωτή και ασφαλή για την υγεία του για καθορισμένο χρονικό διάστημα όταν διατηρούνται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.

Οι μέθοδοι συντήρησης οι οποίες βρίσκουν εφαρμογή στη συντήρηση των τροφίμων ταξινομούνται σε φυσικές, χημικές και βιολογικές:

- Φυσικές μέθοδοι: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν η παστερίωση, η αποστείρωση, η ψύξη, η κατάψυξη και η ξήρανση.
- Χημικές μέθοδοι: Πραγματοποιούνται με την προσθήκη διαφόρων ουσιών όπως χημικά συντηρητικά, ζάχαρη, αλάτι, οξύ ή με έκθεση σε καπνό. Με την εφαρμογή των μεθόδων αυτών μεθόδους είναι πιθανόν να μεταβάλλεται η σύσταση και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου.
- Βιολογικές μέθοδοι: Με τις μεθόδους αυτές συντελούνται βιολογικές δράσεις όπως οι ζυμώσεις (οξική, αλκοολική, γαλακτική) με αποτέλεσμα τη μεταβολή τη σύστασης αλλά και των οργανοληπτικών συστατικών των τροφίμων (Ρόδης, 1995).

Οι μέθοδοι συντήρησης στηρίζονται στις παρακάτω αρχές:

- Παρεμπόδιση της μικροβιακής αποσύνθεσης
Η αποσύνθεση των μικροοργανισμών παρεμποδίζεται με τους εξής τρόπους:
α) κρατώντας το τρόφιμο μακριά από τους μικροοργανισμούς (ασηπτικές μέθοδοι)

β) παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη τους (θερμικές μέθοδοι όπως η παστερίωση)

γ) ελαττώνοντας το μικροβιακό φορτίο (χρήση θερμότητας ή ακτινοβολιών)

- Παρεμπόδιση της αυτό-αποσύνθεσης των τροφίμων

Τα τρόφιμα αυτό-αποσυντίθενται λόγω των ενδογενών ενζύμων που περιέχουν ή των χημικών αντιδράσεων που πραγματοποιούνται όπως η οξειδωτική τάγγιση. Η αποσύνθεση αυτή μπορεί να παρεμποδιστεί με την εφαρμογή θερμικών διεργασιών οι οποίες αδρανοποιούν τα ένζυμα ή χημικών ενώσεων που αναστέλλουν τις αντιδράσεις όπως τα αντιοξειδωτικά.

- Παρεμπόδιση φθορών από εξωγενείς παράγοντες

Τα έντομα, τα ζώα καθώς και τα υπολείμματά τους όπως επίσης και ατέλειες της συσκευασίας προκαλούν φθορά στα τρόφιμα. Οι μέθοδοι που εφαρμόζονται για τον έλεγχο της μικροβιακής δραστηριότητας είναι αποτελεσματικές και για τον έλεγχο των βιοχημικών αντιδράσεων που προκαλούνται από ένζυμα. Μέθοδοι όμως όπως η αποξήρανση ή η εφαρμογή χαμηλών θερμοκρασιών δεν αποτρέπουν ολοκληρωτικά την αυτό-αποσύνθεση των τροφίμων παρά μόνο όταν συνδυαστούν με άλλες μεθόδους όπως το ζεμάτισμα με το οποίο επιτυγχάνεται πλήρης αδρανοποίηση των ενζύμων που αλλοιώνουν τα τρόφιμα (Ζαμπετάκης, 2008).

Στον πίνακα που ακολουθεί (πίνακας 6) παρουσιάζονται οι μέθοδοι συντήρησης των τροφίμων και ο τρόπος δράσης τους. Στη συνέχεια αναλύονται οι μέθοδοι συντήρησης που εφαρμόζονται στα κρέας και τα προϊόντα του.

Πίνακας 6: Μέθοδοι συντήρησης των τροφίμων, Κασαπίδου,2016

Μέθοδος	Τρόπος δράσης
Θερμική επεξεργασία (Παστερίωση, Κονσερβοποίηση, Αποστείρωση, Ζεμάτισμα, Αφυδάτωση, Εξάτμιση)	Καταστροφή των μικροοργανισμών ή μείωση του μικροβιολογικού φορτίου του τροφίμου κα των υλικών συσκευασίας Αδρανοποίηση ενζύμων
Απάλειψη θερμότητας (ψύξη, κατάψυξη)	Αναστολή της ανάπτυξης των μικροοργανισμών ή επιβράδυνση του ρυθμού ανάπτυξής τους
Προσθήκη συντηρητικών	Επιβράδυνση του ρυθμού ανάπτυξης των μικροοργανισμών
Μείωση της τιμής της ενεργότητας του νερού	Επιβράδυνση του ρυθμού ανάπτυξης των μικροοργανισμών
Εφαρμογή υψηλών υδροστατικών πιέσεων	Καταστροφή των μικροοργανισμών
Ζυμώσεις (Αλκοολική και οξυγαλακτική ζύμωση)	Επιτάχυνση της ανάπτυξης των επιθυμητών μικροοργανισμών με παρεμπόδιση της ανάπτυξης των μη επιθυμητών μικροοργανισμών
Ασηπτική επεξεργασία	Παρεμπόδιση της επιμόλυνσης του τροφίμου που είναι απαλλαγμένο από μικροοργανισμούς

4.1.1 Θερμική επεξεργασία

Ως θερμική επεξεργασία ενός τροφίμου/κρέατος ορίζεται η θέρμανση του προϊόντος, σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες, για μικρό χρονικό διάστημα με σκοπό την αύξηση του χρό-

νου συντήρησής του. Το προϊόν, πριν ή αμέσως μετά τη θερμική του επεξεργασία, τοποθετείται σε περιέκτες οι οποίοι κλείνουν ερμητικά. Αποτέλεσμα της επεξεργασίας αυτής είναι η θανάτωση των μικροοργανισμών οι οποίοι αλλοιώνουν τα τρόφιμα (Γεωργάκης, 2005).

Σε αντίθεση με άλλες μεθόδους οι οποίες εφαρμόζονται για την αύξηση της διάρκειας ζωής των προϊόντων (ψύξη, κατάψυξη), δημιουργώντας αρνητικές συνθήκες για την ανάπτυξη παθογόνων ή μη μικροοργανισμών, η θερμική επεξεργασία θανατώνει ή αδρανοποιεί βακτήρια, ιούς, παράσιτα, ένζυμα και κάποιες τοξίνες. Παράλληλα όμως συμβάλλει στην υποβάθμιση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του τροφίμου. Για αυτό το λόγο είναι απαραίτητος ο σχεδιασμός, η εκτέλεση και ο έλεγχος των αποτελεσμάτων των θερμικών διεργασιών.

Τα προϊόντα κρέατος θερμικής επεξεργασίας ταξινομούνται ως «κονσέρβες», όταν υποβάλλονται σε θερμική επεξεργασία μέσα σε ερμητικά κλειστούς περιέκτες σύμφωνα με τις αρχές των κονσερβοποιημένων τροφίμων. Στην κατηγορία αυτή κατατάσσεται μια σειρά προϊόντων που υφίστανται θερμική επεξεργασία όπως αλλαντικά Φρανκφούρτης, πηκτές, luncheon meat, corned beef, κονσέρβες κρέατος ή και προϊόντων με βάση το κρέας σε συνδυασμό με άλλα έτοιμα φαγητά (Γεωργάκης και συν. 2002, Μπλούκας, 1998).

Η θερμική επεξεργασία βρίσκει εφαρμογή σε πολλές μεθόδους συντήρησης όπως το ζεμάτισμα (blanching), η παστερίωση, η κονσερβοποίηση, η ασηπτική επεξεργασία, η αφυδάτωση και το ψήσιμο.

4.1.1.1 Παστερίωση

Η παστερίωση (ονομάζεται έτσι προς τιμή του Luis Paster) είναι μια ήπια μορφή θερμικής επεξεργασίας κατά την οποία το τρόφιμο θερμαίνεται σε θερμοκρασίες μικρότερες από 100 °C. Καταστρέφει τις βλαστικές μορφές όλων των παθογόνων και των περισσότερων μη παθογόνων μικροοργανισμών που υπάρχουν στο προϊόν και προκαλούν την αλλοίωσή του (Γεωργάκης, 2005). Δεν καταστρέφει τα σπόρια των βακτηρίων και γι' αυτό το λόγο συνοδεύεται από άλλες μεθόδους συντήρησης όπως ψύξη, κατάψυξη, προσθήκη συντηρητικών, προσθήκη μεγάλης ποσότητας ζάχαρης κ.α. Μεταβάλλει ελάχιστα τα οργανοληπτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά των τροφίμων και γι' αυτό θεωρείται μια από τις καλύτερες μεθόδους συντήρησης (Ζαμπετάκης, 2008).

Προϊόντα που υφίστανται παστερίωση είναι το γάλα, το κρασί, η μύρα, οι χυμοί φρούτων, τα αποξηραμένα φρούτα, το ξύδι, η κρέμα κ.α. Η τεχνική της παστερίωσης η οποία θα εφαρμοστεί ποικίλλει ανάλογα με το τρόφιμο (Κασαπίδου, 2016).

Οι θερμοκρασίες και οι χρόνοι παστερίωσης επιλέγονται έτσι ώστε να εξασφαλίζουν την καταστροφή και των θερμοάντοχων, μη σπορογόνων παθογόνων μικροοργανισμών όπως *Mycobacterium tuberculosis*, *Coxiella burneti*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Streptococcus* και *Corynebacterium* (Erkmen and Bozoglu, 2016).

4.1.1.2 Αποστείρωση

Αποστείρωση είναι η θερμική επεξεργασία η οποία πραγματοποιείται με θέρμανση του τροφίμου σε υψηλή θερμοκρασία για ικανοποιητικό χρονικό διάστημα με σκοπό την καταστροφή οποιασδήποτε βιώσιμης μορφής μικροοργανισμών (Γεωργάκης, 2005). Με τη μέθοδο αυτή καταστρέφονται οι μικροοργανισμοί, τα ένζυμα αλλά και τα σπόρια των βακτηρίων τα οποία επιβιώνουν μετά την παστερίωση. Επίσης καταστρέφονται όλες οι βλαστικές μορφές των βακτηρίων, οι ζύμες και οι μύκητες. Η διατηρησιμότητα των αποστειρωμένων προϊόντων είναι τουλάχιστον 6 μήνες σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (Ζαμπετάκης, 2008).

Εμπορική ή βιομηχανική αποστείρωση είναι η θερμική επεξεργασία η οποία καθιστά το προϊόν ελεύθερο από οποιαδήποτε βιώσιμη μορφή παθογόνων και μη παθογόνων μικροοργανισμών οι οποίοι μπορούν να πολλαπλασιαστούν κάτω από τις συνηθισμένες συνθήκες αποθήκευσης και διακίνησης του προϊόντος (Γεωργάκης, 2005).

Ο χρόνος που απαιτείται για την αποστείρωση ενός τροφίμου εξαρτάται από τη θερμοανθεκτικότητα των μικροοργανισμών που περιέχονται σε αυτό, τις συνθήκες θέρμανσης, το μέγεθος του περιέκτη, το pH και τη φυσική κατάσταση του τροφίμου (Ζαμπετάκης, 2008).

Η αποστείρωση επιφέρει μεταβολές στο χρώμα και τη σύσταση των χρωστικών ενώσεων. Συγκεκριμένα στα κρέατα, η μυογλοβίνη η οποία έχει κόκκινο χρώμα μετατρέπεται στη μεταμυογλοβίνη με καφέ χρώμα. Επίσης επιταχύνεται η μη ενζυμική αμαύρωση (αντίδραση Maillard). Στα τρόφιμα φυτικής προέλευσης η χλωροφύλλη (πράσινο χρώμα) μετατρέπεται σε φεοφυτίνη (καφέ χρώμα) και οι ανθοκυανίνες μετατρέπονται σε καφέ χρωστικές ενώσεις. Για τους παραπάνω λόγους, στα κονσερβοποιημένα τρόφιμα είναι απαραίτητη η εφαρμογή χρωστικών προσθέτων.

Η γεύση των τροφίμων επηρεάζεται από την αποστείρωση καθώς πραγματοποιούνται αντιδράσεις πυρόλυσης, απαμίνωσης και αποκαρβοξυλίωσης. Μπορούν να παραχθούν περίπου 600 διαφορετικές χημικές ενώσεις. Στα κρέατα προκαλείται θρόμβωση με αποτέλεσμα ο ιστός να γίνεται πιο σκληρός. (Ζαμπετάκης, 2008).

4.1.1.2.1 Κονσερβοποίηση

Η κονσερβοποίηση είναι μια από τις σπουδαιότερες μεθόδους συντήρησης των τροφίμων. Ανακαλύφθηκε από τον Nicola Appert στην Γαλλία το 1790 και αποτελεί μια αποδοτική και οικονομική μέθοδο για τη διατήρηση των προϊόντων για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ως κονσερβοποίηση (appertization ή canning) ορίζεται η θερμική επεξεργασία (παστερίωση ή εμπορική αποστείρωση) την οποία υφίστανται τα τρόφιμα όταν βρίσκονται σε σφαιρισμένους περιέκτες.

Η κονσερβοποίηση εξασφαλίζει στα προϊόντα μεγάλη διάρκεια ζωής. Επηρεάζει όμως σε μεγάλο βαθμό τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του νωπού προϊόντος καθώς και τη θρεπτική του αξία με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητάς του. Για το λόγο αυτό πρέπει να εφαρμόζεται στο τρόφιμο εμπορική αποστείρωση και όχι ολοκληρωτική αποστείρωση η οποία προκαλεί την καταστροφή και αλλοίωση των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών (Μπλούκας, 2004).

Η διαδικασία της κονσερβοποίησης εξαρτάται από το είδος της πρώτης ύλης και του τελικού προϊόντος. Περιλαμβάνει τα εξής στάδια: προπαρασκευή του τροφίμου, γέμισμα των κουτιών, απαέρωση, κλείσιμο των κουτιών, θερμική επεξεργασία(εμπορική αποστείρωση),ψύξη, επικόλληση ετικετών, συσκευασία και τέλος αποθήκευση.

4.1.4 Ζεμάτισμα

Το ζεμάτισμα (blanching) πραγματοποιείται με την εφαρμογή θερμότητας έτσι ώστε η θερμοκρασία του τροφίμου να φτάσει στους 70-100 °C. Εφαρμόζεται στα τρόφιμα σε συνδυασμό με κάποια άλλη διεργασία όπως κατάψυξη ή κονσερβοποίηση, των οποίων προηγείται. Με το ζεμάτισμα αδρανοποιούνται τα ένζυμα τα οποία υποβαθμίζουν ποιοτικά το προϊόν όπως η λιποξυγενάση, η πολυφαινολοξειδάση, η πολυγαλακτουρονάση και η χλωροφυλλάση. Τα πιο ανθεκτικά στη θερμότητα ένζυμα που απαντούν στους φυτικούς ιστούς είναι η περοξειδάση και η καταλάση (Ζαμπετάκης, 2008).

Το ζεμάτισμα πραγματοποιείται με δύο τρόπους: πέραςμα των τροφίμων μέσα από ατμόσφαιρα κορεσμένου ατμού και εμβάπτιση σε καυτό νερό. Η ταχύτητα θέρμανσης στο κέντρο του τροφίμου εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

- τη θερμοκρασία του νερού
- το συντελεστή μεταφοράς της θερμότητας,
- το μέγεθος και το σχήμα του τροφίμου
- τη θερμική αγωγιμότητα του τροφίμου

Με το ζεμάτισμα καταστρέφονται οι μη σπορογόνοι μικροοργανισμοί αλλά οι μικροοργανισμοί *E.Faecium* και *E.faecalis* επιβιώνουν όπως επίσης και τα σπόρια των *Bacillus* και *Clostridium* (Erkmen and Bozoglu, 2016).

Το ζεμάτισμα ασκεί επίδραση στα θρεπτικά συστατικά των τροφίμων η οποία εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

- το λόγο επιφάνεια/όγκος των τεμαχιδίων του τροφίμου
- τη μέθοδο ζεματίσματος
- το χρόνο και τη θερμοκρασία του ζεματίσματος
- τη μέθοδο της ψύξης
- την περιεκτικότητα του τροφίμου σε νερό (Ζαμπετάκης, 2008)

4.1.5 Αφυδάτωση

Η αφυδάτωση (ή ξήρανση) ανήκει στις μεθόδους μείωσης της ενεργότητας του νερού. Πραγματοποιείται με εφαρμογή θερμότητας υπό ελεγχόμενες συνθήκες έτσι ώστε να απομακρυνθεί σημαντική ποσότητα του νερού. Με τη μέθοδο αυτή, μειώνεται η ενεργότητα του νερού όπως επίσης και η ταχύτητα των ενζυμικών και μικροβιακών αντιδράσεων και αυξάνεται η διάρκεια ζωής του τροφίμου. Η θερμότητα που εφαρμόζεται στην αφυδάτωση δεν επαρκεί για την πλήρη εξουδετέρωση των μικροοργανισμών οπότε το αφυδατωμένο τρόφιμο πρέπει να διατηρείται συνεχώς σε ξηρό περιβάλλον (Ζαμπετάκης, 2008).

Η ταχύτητα της αποξήρανσης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες οι οποίοι σχετίζονται με τις συνθήκες επεξεργασίας, τη φύση του τροφίμου και τα μηχανολογικά χαρακτηριστικά του ξηραντήρα.

4.1.6 Εξάτμιση

Συμπύκνωση με εξάτμιση είναι η μερική απομάκρυνση του νερού με τη μορφή υδρατμών από τα υγρά τρόφιμα, κάτω από συνθήκες βρασμού. Με αυτόν τον τρόπο, μειώνεται η ενεργότητα νερού και αυξάνεται η διατηρησιμότητά του.

Η μέθοδος της εξάτμισης εφαρμόζεται για την παραγωγή συμπυκνωμένου γάλακτος, χυμών, τοματοπολτών, μαρμελάδων, ζαχαρωσών προϊόντων καθώς επίσης και για

την κρυστάλλωση ζάχαρης και αλατιού. Είναι οικονομική μέθοδος. Συγκριτικά με άλλες τεχνικές, είναι απλούστερη και επιτυγχάνει μεγαλύτερο βαθμό συμπύκνωσης. Τα συμπυκνωμένα τρόφιμα είναι περισσότερο εύχρηστα τόσο για τον καταναλωτή (π.χ συμπυκνωμένοι χυμοί φρούτων) αλλά και για τη βιομηχανία τροφίμων (π.χ προϊόντα αρτοποιίας).

Παρουσιάζει όμως και κάποια μειονεκτήματα επειδή η θερμότητα εξάτμισης αλ-
λοιώνει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου, υποβαθμίζει την ποιότητα του τελικού προϊόντος και προκαλεί απώλεια των πτητικών ενώσεων (Ζαμπετάκης, 2008).

4.2 Αφαίρεση θερμότητας

Η αφαίρεση θερμότητας (heat elimination) λαμβάνει χώρα μέσω της ψύξης και της κατάψυξης των τροφίμων με αποτέλεσμα την αναστολή της ανάπτυξης των μικροοργανισμών των τροφίμων ή την επιβράδυνση του ρυθμού ανάπτυξης τους.

4.2.1 Ψύξη

Ψύξη είναι η μέθοδος διατήρησης των τροφίμων κατά την οποία τα τρόφιμα συντηρούνται σε θερμοκρασίες -1 έως +8 °C. Επιβραδύνει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών και τις αντιδράσεις που υποβαθμίζουν την ποιότητα του τροφίμου με αποτέλεσμα την αύξηση του χρόνου κατανάλωσής του. Εφαρμόζεται για τη διατήρηση προϊόντων που διατίθενται νωπά στην αγορά όπως φρούτα, λαχανικά, κρέας και ψάρι (Μπλούκας, 2004).

4.2.2 Κατάψυξη

Κατάψυξη είναι η μέθοδος συντήρησης στην οποία τα τρόφιμα διατηρούνται σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από το σημείο πήξης τους. Στηρίζεται στη μετατροπή του νερού σε κρυστάλλους πάγου μειώνοντας την ενεργότητα νερού του τροφίμου. Έτσι αναστέλλονται οι αντιδράσεις που υποβαθμίζουν την ποιότητα του τροφίμου και αυξάνεται ο χρόνος ζωής του.

Οι πιο σημαντικές μεταβολές που πραγματοποιούνται στα τρόφιμα κατά τη συντήρησή τους στην κατάψυξη είναι η αποικοδόμηση των χρωστικών ενώσεων αφού οι χλωροπλάστες των κυττάρων καταστρέφονται και η χλωροφύλλη μετατρέπεται σε φαιοφυτίνη. Επίσης οι ανθοκυανίνες αλλάζουν χρώμα λόγω μεταβολής του pH. Επιπλέον παρατηρείται απώλεια βιταμινών που υπάρχουν στο τρόφιμο (Ζαμπετάκης, 2008).

Με τη μέθοδο της κατάψυξης συντηρούνται πολλά τρόφιμα όπως φρούτα, λαχανικά, κρέατα, ψάρια, πίτσες, παγωτά και έτοιμα, μαγειρεμένα φαγητά.

4.3 Υπερψηλή υδροστατική πίεση

Η δυνατότητα εφαρμογής υπερψηλής υδροστατικής πίεσης για τη συντήρηση των τροφίμων έχει αναφερθεί από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα. Αποτελεί εναλλακτική μέθοδο συντήρησης, η οποία σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες δίνει τη δυνατότητα για την παραγωγή νέων προϊόντων που είναι απαλλαγμένα από ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς, έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και βελτιωμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Χρησιμοποιείται για τη συντήρηση προϊόντων κρέατος, γαλακτοκομικών, φρούτων, λαχανικών, χυμών και θαλασσιών (Freeman, 1997). Η εφαρμογή της στη συντήρηση προϊόντων κρέατος θα αναλυθεί στο επόμενο κεφάλαιο.

4.4 Ακτινοβόληση

Η ακτινοβόληση τροφίμων είναι μια μέθοδος συντήρησης η οποία πραγματοποιείται με έκθεση των τροφίμων στην επίδραση ακτινοβολιών ιονισμού υπό ελεγχόμενες και προκαθορισμένες συνθήκες παρατείνοντας τη διάρκεια ζωής των τροφίμων και διατηρώντας την ποιότητα και την ασφάλεια τους για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Χρησιμοποιείται ιονίζουσα ακτινοβολία από ραδιενεργά ισότοπα κοβαλτίου και καισίου ή από γραμμικούς επιταχυντές οι οποίοι παράγουν ακτίνες γ ή ακτίνες X στα τρόφιμα (Μπλούκας, 2004).

Η ακτινοβόληση χρησιμοποιείται στα φρούτα, τα λαχανικά, τα μπαχαρικά, το αλεύρι, το σιτάρι, τα θαλασσινά, τα ωμά πουλερικά, τα αυγά χωρίς κέλυφος, τα φασόλια για τον έλεγχο της αλλοίωσης και την καταστροφή παθογόνων μικροοργανισμών.

Πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η επέκταση της διάρκειας ζωής των προϊόντων χωρίς τη χρήση τεχνητών συντηρητικών και η διατήρηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του τροφίμου. Επίσης είναι οικονομική μέθοδος, ελέγχεται αυτόματα και εξοικονομεί σημαντικά ποσά ενέργειας.

Παρουσιάζει όμως και μειονεκτήματα αφού δεν μπορεί να εφαρμοστεί για όλα τα τρόφιμα. Είναι ακατάλληλη για γαλακτοκομικά (γάλα, βούτυρο) επειδή αναπτύσσονται οσμές και για φρούτα επειδή μαλακώνουν και αποχρωματίζονται. Επίσης οι ακτινοβολίες ιονισμού δεν καταστρέφουν τα ένζυμα ούτε τις τοξίνες που αναπτύσσονται από τους μικροοργανισμούς αλλά ούτε και τα σπόρια των βακτηρίων (Farkas, 1998).

4.5 Παραδοσιακές μέθοδοι συντήρησης κρέατος και προϊόντων του

4.5.1 Ψύξη (Chilling)

Σύμφωνα με τον Ενιαίο Φορέα Ελέγχου Τροφίμων (ΕΦΕΤ), ψύξη του κρέατος είναι η αφαίρεση θερμότητας από αυτό κατά την έκθεσή του σε χαμηλές θερμοκρασίες χωρίς να πραγματοποιείται κρυσταλλοποίηση των ιστών του (Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων, 2016). Η θερμοκρασία του σφαγίου μειώνεται από τους 38 °C σε μικρότερες από τους 7°C περίπου θερμοκρασίες. Στη συνέχεια το κρέας συντηρείται σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από το σημείο πήξης του, γύρω στους -1,5 με -2°C. Με την παραπάνω μέθοδο καθυστερεί η ανάπτυξη των μικροοργανισμών που αλλοιώνουν το κρέας και ο ρυθμός των φυσικοχημικών και βιοχημικών αντιδράσεων που πραγματοποιούνται σε αυτό με αποτέλεσμα την αύξηση της διάρκειας ζωής του (Μπλούκας, 2007). Θεωρείται η καλύτερη μέθοδος μακρόχρονης και βραχύχρονης διατήρησης του κρέατος και των προϊόντων του με την προϋπόθεση ότι η ψυκτική εγκατάσταση λειτουργεί σωστά (Γεωργάκης, 2005).

Η ψύξη των σφαγίων του κρέατος και των προϊόντων του πραγματοποιείται με τις εξής μεθόδους:

➤ *Ταχεία ψύξη (quick chilling)*: Εφαρμόζεται κυρίως σε χοιρινά και βοδινά σφάγια, τα οποία μεταφέρονται μετά τη σφαγή σε ψυκτικούς θαλάμους όπου επικρατεί θερμοκρασία -1 μέχρι 2°C και κυκλοφορεί ψυχρός αέρας υγρασίας 85-90% περίπου (Μπλούκας, 2007). Μετά την έξοδό τους από τον ψυκτικό θάλαμο τα σφάγια παρουσιάζουν χαμηλό βακτηριακό φορτίο. Η νεκρική ακαμψία και η ωρίμανση δεν σταματούν υπό την ταχεία ψύξη αλλά πραγματοποιούνται με αργό ρυθμό (Γεωργάκης, 2005).

➤ *Υπερταχεία ψύξη (shock chilling)*: Περιλαμβάνει δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο (δραστική ψύξη), το σφάγιο ψύχεται σε θερμοκρασία χαμηλότερη από το σημείο πήξης, για δύο ώρες περίπου. Όταν η θερμοκρασία στην επιφάνεια του σφαγίου γίνει -1,5 °C περίπου, δηλαδή όσο το σημείο πήξης, ξεκινά το δεύτερο στάδιο (παθητική ψύξη). Η θερμοκρασία στον ψυκτικό θάλαμο είναι 0 °C και η υγρασία 90%. Με τη μέθοδο αυτή μειώνεται η θερμοκρασία του σφαγίου σε μικρό χρονικό διάστημα με αποτέλεσμα την επιβράδυνση της ανάπτυξης μικροοργανισμών. Έτσι το κρέας διατηρείται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και καθίστανται ευκολότερες και ασφαλέστερες η μεταφορά, η διακίνηση και η επεξεργασία του (Μπλούκας, 2007).

➤ *Ψύξη με ψεκασμό (spray chilling)*: Κατά τη διάρκεια της μεθόδου αυτής πραγματοποιείται ψεκασμός του σφαγίου για 8 μέχρι 30 sec ανά διαστήματα 15 με 30 λεπτών με ψυχρό νερό θερμοκρασίας 2 με 3 °C σε όλη τη διάρκεια της ψύξης. Ελαττώνεται

η απώλεια βάρους του σφαγίου αλλά αυξάνεται η πιθανότητα επιμόλυνσής του από μικροοργανισμούς αφού επιφάνειά του παραμένει υγρή. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να αποφευχθεί αν γίνει ψεκάσμος με διάλυμα 1% οξικού ή γαλακτικού οξέος (Μπλούκας, 2007).

Κατά την ψύξη υπάρχει πιθανότητα να εμφανιστούν κάποιες αλλοιώσεις στο προϊόν όπως ευρωτίαση και γλοιώδες επίχρισμα στην επιφάνειά του. Αυτό συμβαίνει επειδή κάποιοι μικροοργανισμοί δρουν και σε χαμηλές θερμοκρασίες. Ακόμα επειδή τα ένζυμα συνεχίζουν τη δράση τους, ενδέχεται να πραγματοποιηθεί οξείδωση και υδρόλυση των λιπιδίων που προκαλούν τάγγιση του κρέατος (Γεωργάκης, 2002).

4.5.2 Κατάψυξη (freezing)

Κατάψυξη του κρέατος είναι η ελάττωση της θερμοκρασίας του και η διατήρησή του σε θερμοκρασίες μικρότερες από το σημείο πήξης του (μεταξύ -0,6 και -1,2 °C). Συνήθως διατηρείται στην κατάψυξη σε θερμοκρασίες κάτω των -18 °C. Το νερό των ιστών του κρέατος μετατρέπεται σε παγοκρυστάλλους. Αυτό έχει σαν συνέπεια την ελάττωση του συντελεστή ενεργότητας νερού (a_w) του κρέατος η οποία σε συνδυασμό με τις χαμηλές θερμοκρασίες που επικρατούν οδηγεί στην παρεμπόδιση της ανάπτυξης των μικροοργανισμών και στη συντήρηση του προϊόντος για μεγάλο χρονικό διάστημα (Μπλούκας, 2007).

Η συντήρηση του κρέατος με κατάψυξη πραγματοποιείται σε θαλάμους στους οποίους η θερμοκρασία κυμαίνεται από -10 °C μέχρι -30 °C και η σχετική υγρασία είναι 90-95% (Μπλούκας, 2007). Με βάση τη μέση γραμμική ταχύτητα κατάψυξης, η κατάψυξη διακρίνεται σε υπερβραδεία, βραδεία, ταχεία και υπερταχεία (Γεωργάκης, 2005). Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα κατάψυξης τόσο μικρότεροι σε μέγεθος είναι οι κρύσταλλοι που σχηματίζονται. Στη βραδεία κατάψυξη σχηματίζονται μεγάλοι κρύσταλλοι οι οποίοι προκαλούν μετουσίωση των πρωτεϊνών των μυϊκών ινών, μείωση της ικανότητας συγκράτησης του νερού (ΙΣΥ) και εμφάνιση σκληρής υφής. Κατά την ταχεία ή υπερταχεία κατάψυξη σχηματίζονται μικρότεροι κρύσταλλοι οπότε οι παραπάνω μεταβολές παρατηρούνται σε μικρότερο βαθμό (Γεωργάκης, 2002).

Οι σημαντικότερες αλλοιώσεις του κρέατος που λαμβάνουν χώρα κατά την κατάψυξη είναι οι εξής:

- Ευρωτίαση
- Τάγγιση
- Υπέρμετρη αφυδάτωση (εγκαύματα κατάψυξης)
- Γήρανση

- Διαβροχή του κρέατος από το ψυκτικό υγρό (Γεωργάκης, 2005).

4.5.3 Αλάτιση (salting)

Η προσθήκη άλατος στα προϊόντα κρέατος σε μεγάλες συγκεντρώσεις εμποδίζει την ανάπτυξη μικροοργανισμών και σταματά τη δράση των ενζύμων που υπάρχουν στο κρέας. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται ευρέως ως συντηρητικό (Belitz et.al., 2009). Σε συγκεντρώσεις περίπου 5% συμβάλλει στη ζύμωση πολλών τροφίμων. Σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις (20%), απορροφά την υγρασία του κρέατος λόγω της υγροσκοπικότητάς του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης της μυογλοβίνης του κρέατος οπότε αυτό διατηρεί το φυσικό κόκκινο χρώμα του.

Το αλάτισμα γίνεται με τρεις τρόπους: με τριβή του άλατος στην επιφάνεια του κρέατος (ξηρό αλάτισμα), με εμβάπτιση του κρέατος σε άλμη (υγρό αλάτισμα) ή με προσθήκη άλμης μέσα στο κρέας με ειδικές αυτόματες συσκευές (Belitz et.al., 2009). Στις μέρες μας, η αλάτιση έχει αντικατασταθεί από την αλιπάστωση (curing). Με τη μέθοδο αυτή, εφαρμόζεται στο προϊόν μείγμα άλατος, νιτρικών και νιτρωδών αλάτων, ασκορβικού οξέος και σακχάρων το οποίο συντελεί στη διατήρηση του κρέατος και την ανάπτυξη καλών οργανοληπτικών ιδιοτήτων. Το μίγμα μπορεί να προστεθεί σε υγρή ή ξηρή μορφή. Σε ξηρή μορφή προστίθεται απευθείας στην κρεατόπαστα ή επαλείφεται στην επιφάνεια του κρέατος. Σε υγρή μορφή εγχύεται στα τεμάχια κρέατος όπως κάποιων αλλαντικών για παράδειγμα ζαμπόν, μπέικον. Τα προϊόντα αυτά πρέπει να διατηρούνται στο ψυγείο επειδή παρουσιάζουν μικρή συγκέντρωση άλατος. Εξαιρέση αποτελούν τα αλλαντικά αέρος τα οποία υφίστανται αφυδάτωση. Καθοριστικό ρόλο στη συντήρησή τους παίζουν τα νιτρώδη άλατα. Ο συνδυασμός άλατος και νιτρωδών αλάτων προστατεύει τα αλλαντικά αυτά από το *Clostridium botulinum* και τους δίνει χαρακτηριστικό ροζ χρώμα. Κατά τη διάρκεια των μεθόδων αλιπάστωσης το προϊόν μπορεί να υποστεί κάπνιση (Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων, 2016).

4.5.4 Κάπνιση

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών κάπνιση είναι η έκθεση του κρέατος σε καπνό υπό υγρή (υγρή κάπνιση) ή αέρια μορφή μέσα σε ειδικούς θαλάμους. Ο καπνός σε αέρια μορφή προέρχεται από την ατελή καύση ξύλων ή ξυλωδών φυτικών υλικών. Σκοπός της κάπνισης είναι η δημιουργία νέων προϊόντων με χαρακτηριστικό άρωμα και ιδιαίτερα

οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και η αύξηση της διάρκειας ζωής του προϊόντος (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2016).

Η κάπνιση του κρέατος χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα και εφαρμόζεται ευρέως για τη συντήρηση του κρέατος και των προϊόντων του. Συνδυάζεται με την αλιπάσωση ή την προσθήκη συντηρητικών (Girard, 1992). Στον καπνό περιέχονται ενώσεις όπως φαινόλες, οργανικά οξέα και καρβονυλικές ενώσεις οι οποίες έχουν αντιοξειδωτικά και βακτηριοκτόνο δράση και ενισχύουν το χρώμα, τη γεύση και το άρωμα των καπνιστών προϊόντων. Επίσης παράγονται αρωματικοί πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες (PAHs) οι οποίοι είναι καρκινογόνοι (Belitz et al., 2009).

Οι αρνητικές επιδράσεις των πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων στα καπνιστά κρέατα ελαττώνεται εάν αντικατασταθεί το παραδοσιακό άμεσο κάπνισμα σε θαλάμους ή καπνιστήρια από το έμμεσο κάπνισμα. Στην μέθοδο αυτή εξωτερική γεννήτρια καπνού που λειτουργεί υπό ελεγχόμενες συνθήκες παράγει τον καπνό ο οποίος μπορεί να πλυθεί προτού τα σωματίδια έρθουν σε επαφή με το τρόφιμο (Ciecierska M., Obiedziński M., 2007).

Η κάπνιση εφαρμόζεται σε διάφορα στάδια της παρασκευής αλλαντικών δηλαδή κατά τη ζύμωση, την ωρίμανση ή στο τελευταίο στάδιο επεξεργασίας τους. Ειδικότερα, κατά την παραγωγή των βραστών λουκάνικων, η κάπνιση γίνεται κατά τη διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας ή μετά από αυτήν (Toldra F. and Reig., M. 2007)

4.5.5 Νιτρώδη – Νιτρικά άλατα

Τα νιτρώδη και νιτρικά άλατα χρησιμοποιούνται σε κρεατοσκευάσματα (αλλαντικά) και προϊόντα κρέατος για να βελτιώσουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων αλλά και για να συμβάλλουν στη συντήρησή τους. Παρουσιάζουν αντιμικροβιακή δράση στο *Clodtridium Botulinnum* και στα είδη *Salmonella spp* και *Staphylococcus*. Μπορούν να μειώσουν σε μεγάλο βαθμό τον πληθυσμό των παραπάνω μικροοργανισμών ακόμα και αν χρησιμοποιηθούν σε μικρές ποσότητες (Feiner, 2006).

Δρουν ως αντιοξειδωτικά αποτρέποντας την οξείδωση των λιπιδίων. Τα νιτρώδη που χρησιμοποιούνται σε προϊόντα κρέατος μπορεί να προέρχονται από φυσικές ή συνθετικές πηγές. Στα συνθετικά νιτρώδη ανήκουν το νιτρώδες νάτριο και το νιτρώδες κάλιο τα οποία χρησιμοποιούνται συχνά στη βιομηχανία κρέατος επειδή είναι φθηνότερα και πιο εύκολα στη χρήση (Jo et.al, 2020).

Επίσης τα νιτρώδη άλατα αναστέλλουν τη δραστικότητα των βακτηρίων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ζυμώμενων προϊόντων όπως ο *Lactobacillus*, του οποίου η δράση αναστέλλεται όταν η συγκέντρωση νιτρωδών σε χοιρινό λουκάνικο που έχει υποστεί ζύμωση είναι μεγαλύτερη από 100 ppm (Arihara et al.,1998).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΡΕΑΤΟΣ

5.1 Ακτινοβόληση

Η μέθοδος της ακτινοβόλησης δηλαδή η εφαρμογή ιονίζουσας ακτινοβολίας στα τρόφιμα χρησιμοποιείται από αρκετές χώρες τα τελευταία χρόνια για τη συντήρηση των τροφίμων. Είναι αποδοτική, αποτελεσματική και περιβαλλοντικά ασφαλής μέθοδος (Bard, 2003). Θεωρείται ως η πιο αποδοτική μέθοδος για τον έλεγχο των μικροοργανισμών σε ζυμώμενα κρέατα (Prochaska et al., 1998). Οι σημαντικότερες μεταβολές που πραγματοποιούνται στο ακτινοβολημένο κρέας και τα προϊόντα κρέατος είναι αλλαγή χρώματος, παραγωγή χαρακτηριστικής οσμής και επιτάχυνση της οξείδωσης των λιπιδίων (Sang-Keun et al., 2012).

Η εφαρμογή της μεθόδου γίνεται με έκθεση του τροφίμου σε ιονίζουσα ακτινοβολία όπως ακτίνες X, ακτίνες γ και δέσμες ηλεκτρονίων. Πηγές της ακτινοβολίας γ είναι τα ραδιοϊσότοπα κοβάλτιο και καίσιο (^{60}Co , ^{137}Cs). Οι ακτίνες X και η δέσμη ηλεκτρονίων παράγονται από συσκευές που χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια. Η δόση ακτινοβόλησης δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 10kGy (Gautam & Tripathi, 2016).

Σύμφωνα με πειραματικές μελέτες σε λουκάνικα, η εφαρμογή ιονίζουσας ακτινοβολίας μειώνει τα νιτρώδη και τις καρκινογόνες πτητικές N-νιτροζαμίνες που ενδέχεται να σχηματιστούν (Ahn et al., 2002).

Στα έτοιμα προς κατανάλωση προϊόντα κρέατος (ready to eat, RTE), η εφαρμογή ακτινοβολίας δέσμης ηλεκτρονίων σε δόση 2kGy, για δέκα ημέρες, εξαλείφει το παθογόνο βακτήριο *Salmonella typhimurium* (Cambero et al., 2012).

Ακόμα η εφαρμογή ακτινοβόλησης σε δόση 2 kGy ελαττώνει τα επίπεδα της *L.monocytogenes* σε λουκάνικα Φρανκφούρτης και ζαμπόν και σε δόση 1,5 με 2,5 kGy σε καπνιστή γαλοπούλα (Foong et al., 2004).

5.2 Υψηλή υδροστατική πίεση (High Pressure Processing, HPP)

Η υψηλή υδροστατική πίεση είναι μια νέα μέθοδος συντήρησης τροφίμων. Πραγματοποιείται με εφαρμογή πιέσεων 100-1000MPa σε υγρά ή στερεά, συσκευασμένα ή μη τρόφιμα για 3 έως 20 λεπτά συνήθως (Farkas and Hoover, 2001). Η επεξεργασία με HPP προκαλεί ελάττωση του αριθμού των βλαστικών μορφών των μικροοργανισμών και αδρανοποίηση των ενζύμων χωρίς όμως να μεταβάλλει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και τη θρεπτική αξία του (Smelt, 1998).

Η εφαρμογή HHP επιδρά μόνο στους μη ομοιοπολικούς δεσμούς (ιοντικούς, δεσμούς υδρογόνου και υδρόφοβες δυνάμεις) χωρίς να επηρεάζει τους ομοιοπολικούς δεσμούς. Είναι πιθανόν να προκαλέσει εμφανείς μεταβολές σε λειτουργικές και δομικές πρωτεΐνες καθώς και σε μη πρωτεϊνικά μακρομόρια. Επίσης μεταβάλλει τη διαπερατότητα των λιπιδίων (Adams and Moss, 2000).

Σε ορισμένες χώρες, η μέθοδος της υψηλής υδροστατικής πίεσης (HPP), εφαρμόζεται ευρέως στην ξηρή ωρίμανση ζαμπόν και άλλων προϊόντων κρέατος για να επιτευχθούν οι στόχοι για την ασφάλεια των τροφίμων και οι διεθνείς εμπορικοί κανονισμοί μηδενικής ανοχής για ορισμένα παθογόνα (de Alba et al. 2012, Perez-Baltar et al., 2020). Ταυτόχρονα με την αδρανοποίηση των μικροοργανισμών, η υψηλή υδροστατική πίεση επηρεάζει την οξείδωση των λιπιδίων, τη λιπόλυση, την πρωτεόλυση, το χρώμα και την υφή των ξηρών προϊόντων κρέατος. Επίσης επιδρά άμεσα στη δράση των αντιοξειδωτικών ενζύμων και μπορεί να επηρεάσει τα επίπεδα των πτητικών ενώσεων που παράγονται από την οξείδωση των λιπιδίων (Andres et.al, 2004b).

Η εφαρμογή HHP σε φέτες ζαμπόν οι οποίες έχουν συσκευαστεί υπό κενό, προκαλεί μεταβολή στο χρώμα και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος. Αυξάνεται η σκληρότητα, η αντίσταση στη μάσηση, η φωτεινότητα, η ένταση της οσμής και η αλμυρή γεύση του ζαμπόν και μειώθηκε η ένταση του χρώματος (Clarianna et.al,2011).

Επίσης, η υψηλή υδροστατική πίεση χρησιμοποιείται με επιτυχία για την αδρανοποίηση παθογόνων μικροοργανισμών σε έτοιμα προς κατανάλωση προϊόντα (ready to eat, RTE). Συγκεκριμένα, στα λουκάνικα τα οποία έχουν υποστεί ζύμωση (dry-fermented sausages, DFS), η εφαρμογή υψηλής υδροστατικής πίεσης στα 600 MPa επιτυγχάνει αδρανοποίηση της *Escherichia coli* η οποία μπορεί να έχει επιβιώσει μετά τη ζύμωση και την ξήρανσή τους (Balamurugan et.al, 2020).

5.3 Μέθοδοι συσκευασίας

Συσκευασία κρέατος και γενικότερα συσκευασία τροφίμων είναι το σύνολο των ενεργειών που περιλαμβάνουν το σχεδιασμό, την κατασκευή και την τοποθέτηση του προϊόντος σε κατάλληλο περιέκτη (Μπλούκας, 2004). Οι μέθοδοι συσκευασίας που χρησιμοποιούνται για τη συντήρηση του κρέατος και των προϊόντων του είναι η συσκευασία υπό κενό, η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα και η ενεργός συσκευασία.

5.3.1 Συσκευασία υπό κενό

Κατά τη συσκευασία υπό κενό, αφαιρείται τελείως ο αέρας από το περιβάλλον του συσκευασμένου προϊόντος χωρίς να αντικαθίσταται από άλλα αέρια (Μπλούκας, 2004). Χρησιμοποιείται για τη συντήρηση αλλαντικών όπως σαλάμι, μπέικον, γαλοπούλα.

Ελαχιστοποιεί τις αντιδράσεις οξειδωσης που πραγματοποιούνται και ελαττώνει την αερόβια ανάπτυξη των βακτηρίων.

Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου περιλαμβάνονται η καλύτερη αξιοποίηση των πρώτων υλών, του λίπους, των οστών και των μικρότερων τεμαχιδίων κρέατος από τον τεμαχισμό κάθε σφαγείου, η τυποποίηση του κρέατος και η μείωση του κόστους μεταφοράς (Μπλούκας, 2004).

Η συσκευασία υπό κενό του ξηρού λουκάνικου που έχει υποστεί ζύμωση, ελαχιστοποιεί το σχηματισμό πτητικών ενώσεων από την οξείδωση λιπιδίων (Ansorena, D., Astiasaran I., 2003).

5.3.2 Συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP)

Συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας (Modified Atmosphere Packaging,) είναι η συσκευασία ευαλλοιώτων τροφίμων σε περιβάλλον στο οποίο έχει πραγματοποιηθεί αλλαγή της σύστασης της ατμόσφαιρας με απομάκρυνση του αέρα από τον περιέκτη και αντικατάστασή του από αέριο ή μίγμα αερίων (Μπλούκας 2004).

Πρόκειται για μη θερμική μέθοδο συντήρησης τροφίμων που τα τελευταία χρόνια εφαρμόζεται συχνά. Τα αέρια συνδυάζονται στην υπερκείμενη φάση των συσκευασιών με αποτέλεσμα να παρεμποδίζονται οι αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί των ευπαθών προϊόντων οι οποίοι δημιουργούνται υπό αερόβιες συνθήκες και να διατηρούνται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων αυτών (Patsias et al., 2007). Εφαρμόζονται τα εξής αέρια: α) το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) το οποίο παρεμποδίζει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών β) το οξυγόνο (O_2) το οποίο συντελεί στην αναστολή της αναερόβιας ανάπτυξης και τη διατήρηση του χρώματος γ) το άζωτο (N_2) το οποίο αποτρέπει την οξείδωση των λιπών και την καταστροφή της συσκευασίας. Τα παραπάνω αέρια μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα ή συνδυαστικά (Chouliara et al., 2006)

5.4 Ωσμωτική αφυδάτωση

Η ωσμωτική αφυδάτωση είναι μέθοδος μη θερμικής επεξεργασίας τροφίμων η οποία αποσκοπεί στη βελτίωση των θρεπτικών, οργανοληπτικών και λειτουργικών ιδιοτήτων του.

Με τη μέθοδο αυτή απομακρύνεται το νερό, το οποίο περιέχεται στο τρόφιμο, με εμβάπτιση του τροφίμου σε υπερτονικό μέσο. Πραγματοποιείται διαφορά ωσμωτικής πίεσης εκατέρωθεν της μεμβράνης του τροφίμου οπότε το νερό απομακρύνεται από το εσωτερικό του τροφίμου και ταυτόχρονα στερεά μεταφέρονται από το ωσμωτικό διάλυμα στα κύτταρα του τροφίμου. Διαλυτά συστατικά τα οποία υπάρχουν στο τρόφιμο(π.χ σάκχαρα, βιταμίνες), είναι πιθανόν να εκχυλιστούν στο ωσμωτικό μέσο (Raoult-Wack,1994).

Το ωσμωτικό μέσο θα πρέπει να δημιουργεί αποτελεσματική ώσμωση και να δίνει στο τρόφιμο καλές φυσικοχημικές, λειτουργικές και διατροφικές ιδιότητες καθώς και βελτιωμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Τα ωσμωτικά μέσα που χρησιμοποιούνται είναι η σακχαρόζη, η γλυκόζη, η φρουκτόζη και οι μαλτοδεξτρίνες αλλά και ο συνδυασμός τους με άλατα, όπως το NaCl και το CaCl₂ (Li et al., 2005).

5.5 Αιθέρια έλαια

Αιθέρια έλαια ονομάζονται οι πτητικές ενώσεις οι οποίες απομονώνονται από κάποιο αρωματικό φυτό μέσω διαφόρων διεργασιών. Το όνομά τους προκύπτει από το όνομα του φυτικού είδους από το οποίο απομονώθηκαν (Κοκκίνη, 2008).

Ανήκουν στην ομάδα των χημικών ενώσεων τερπένια τα οποία αποτελούνται από μια αλυσίδα με πέντε άτομα άνθρακα, το ισοπρένιο και διακρίνονται σε μονοτερπένια (C₁₀) και σεσκιτερπένια (C₁₅). Τα μονοτερπένια χωρίζονται σε μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες, μονοτερπενικές αλκοόλες και μονοτερπενικές κετόνες. Στους μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες ανήκουν το λιμονένιο και το πινένιο, στις μονοτερπενικές αλκοόλες η γερανιόλη και η λιναλόλη και στις μονοτερπενικές κετόνες η καμφορά και η θουγιόνη (Abraham et Al., 2003).

Για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων χρησιμοποιούνται συμβατικές μέθοδοι (εκχύλιση, απόσταξη και μηχανική παραλαβή) αλλά και εναλλακτικές μέθοδοι (εκχύλιση με υπερήχους και με μικροκύματα)(Collen, 2001).

Σύμφωνα με τον παγκόσμιο οργανισμό υγείας, κάποια υπερεπεξεργασμένα τρόφιμα όπως λουκάνικα τα οποία έχουν συντηρηθεί με νιτρώδη και νιτρικά άλατα μπορεί να έχουν καρκινογόνο δράση λόγω των νιτροζαμινών που σχηματίζονται. Για το λόγο αυτό υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για τη βιομηχανία τροφίμων, να αναπτύξουν φυσικές εναλλακτικές μεθόδους για την αντικατάσταση των συνθετικών χημικών συντηρητικών (WHO,2015). Τα αιθέρια έλαια αποτελούν καλή εναλλακτική μέθοδο επειδή είναι πλούσια

σε τερπένια και φαινυλοπροπανοειδή και μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα των τροφίμων παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Ένα από τα έλαια που έχουν αντιμικροβιακή δράση είναι το αιθέριο έλαιο θυμαριού.

Η εφαρμογή αιθέριου ελαίου θυμαριού στα λουκάνικα σε συγκεντρώσεις 0,15, 0,28, 0,58 και 1,15 mg/cm³ μείωσε την ποσότητα του E.coli κατά 62,5, 99,1 100 και 100% αντίστοιχα (Clemente et al, 2016).

5.6 Εδώδιμες μεμβράνες

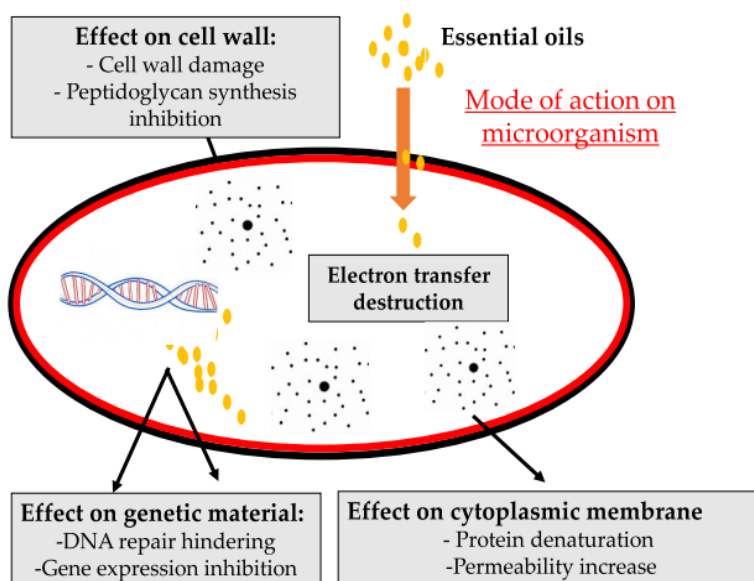
Η εφαρμογή των εδώδιμων μεμβρανών στα τρόφιμα αποτελεί εναλλακτική μέθοδο συντήρησής τους λόγω της ικανότητάς τους να παρεμποδίζουν την είσοδο νερού, διοξειδίου του άνθρακα, οξυγόνου καθώς και την αλλοίωση τους από μικροοργανισμούς (Sanchez-Ortega et al., 2014).

Στη βιομηχανία κρέατος, χρησιμοποιούνται μεμβράνες οι οποίες έχουν παραχθεί από πολυμερή υλικά όπως το πολυαιθυλένιο, το πολυπροπυλένιο, η αιθυλενοβινυλική αλκοόλη, τα οποία προέρχονται από μη ανανεώσιμες πηγές, είναι μη αποικοδομήσιμα ή βιοαποδομούνται στο περιβάλλον (Siracusa & Blanco, 2020).

Οι εδώδιμες μεμβράνες παρουσιάζουν τα εξής πλεονεκτήματα: έχουν καλή εμφάνιση, είναι βιοαποικοδομήσιμες, βιοσυμβατές και βρώσιμες (Kerry et al., 2006).

Οι μεμβράνες εμπλουτίζονται και με ενεργά συστατικά όπως εκχυλίσματα βοτάνων(θυμάρι, ρίγανη κ.α) τα οποία έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε φαινόλες και τερπένια με αποτέλεσμα να καθυστερούν την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών. Συγκεκριμένα η ρίγανη τροποποιεί τη μικροβιακή διαπερατότητα της μεμβράνης με αποτέλεσμα τη βελτίωση των ιδιοτήτων της.

Η χιτοζάνη θεωρείται κατάλληλο υλικό για την παρασκευή εδώδιμων μεμβρανών. Ανήκει στα βιοπολυμερή και εφαρμόζεται στις βιομηχανίες τροφίμων και κρέατος. Σύμφωνα με τους Lee, Kim και Park, μεμβράνη με βάση χιτοζάνη εμπλουτισμένη με αιθέριο έλαιο γαρίφαλλου βελτιώνουν τις ιδιότητες της συσκευασίας του τελικού προϊόντος και αποτελούν μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική μέθοδο η οποία θα μπορούσε να εφαρμοστεί στη βιομηχανία κρέατος και τροφίμων γενικότερα (Lee, Kim & Park, 2018). Ο συνδυασμός τους με αιθέρια έλαια γενικά και η επίδρασή τους στη συσκευασία του προϊόντος φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί παρακάτω (σχήμα 8):



Σχήμα 8: Διάγραμμα μηχανισμών δράσης των συστατικών της μεμβράνης στους μικροοργανισμούς (Lee, Kim & Park, 2018).

Το συμπέρασμα που προκύπτει από την παραπάνω μελέτη είναι ότι οι ενεργές επικαλύψεις με αιθέρια έλαια και διάφορα βιοπολυμερή με φυσικές αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ουσίες προτείνονται ως εναλλακτικές μέθοδοι οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη συσκευασία και συντήρηση του κρέατος και των προϊόντων του. Με τον τρόπο αυτό παρατείνεται η αποθήκευση και αναστέλλεται η ανάπτυξη μικροοργανισμών και η οξείδωση των λιπιδίων(Lee, Kim & Park, 2018).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Έπειτα από τη ενδελεχή έρευνα και μελέτη της βιβλιογραφίας για τη συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, προέκυψαν κάποια σημαντικά συμπεράσματα-παρατηρήσεις, τα οποία ενδεχομένως χρησιμεύσουν για μελλοντική έρευνα.

Η μελέτη των ιδιοτήτων του κρέατος, των προϊόντων και των σκευασμάτων του αναδεικνύει τη σπουδαιότητα των μεθόδων συντήρησής τους, αφενός των παραδοσιακών μεθόδων, οι οποίες έχουν εφαρμοστεί με μεγάλη επιτυχία, αφετέρου των εναλλακτικών, οι οποίες εφαρμόζονται και εξελίσσονται διαρκώς με στόχο την αποφυγή ορισμένων προβλημάτων που προκύπτουν από την εφαρμογή των παραδοσιακών μεθόδων σε συγκεκριμένες κατηγορίες τροφίμων.

Η ψύξη και η κατάψυξη εφαρμόζονται ευρέως για τη συντήρηση του κρέατος και των προϊόντων, όμως ενδέχεται να επιτρέψουν την ανάπτυξη μικροοργανισμών, την εμφάνιση αλλοιώσεων στα προϊόντα καθώς επίσης και την τάγγιση διαφόρων προϊόντων κρέατος εξαιτίας της οξειδωσης και υδρόλυσης ορισμένων συστατικών τους.

Η εφαρμογή νιτρωδών και νιτρικών αλάτων συντελεί στην ασφαλή συντήρηση των προϊόντων, αφού παρουσιάζει αντιμικροβιακές ικανότητες εμποδίζοντας την ανάπτυξη συγκεκριμένων μικροοργανισμών, οι οποίοι προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία των καταναλωτών ενώ ταυτόχρονα δρουν ως αντιοξειδωτικά.

Οι καινοτόμες μη θερμικές μέθοδοι που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία, όπως ακτινοβόληση, εφαρμογή υψηλής υδροστατικής πίεσης (HPP), εδώδιμες μεμβράνες και ενσωμάτωση σε αυτές αιθέριων ελαίων καθώς επίσης και η ωσμωτική αφυδάτωση και διάφορες μέθοδοι συσκευασίας καθιστούν ασφαλέστερη τη συντήρηση των προϊόντων κρέατος. Ταυτόχρονα, αποτελούν πολύτιμο εργαλείο στα χέρια των επιστημών και αναλυτών για την μετέπειτα εφαρμογή ακόμα περισσότερων μεθόδων καθώς η έρευνα προχωρά διαρκώς. Συγκεκριμένα, ο συνδυασμός κάποιων από τις παραπάνω μεθόδους, όπως για παράδειγμα η ακτινοβόληση με ψύξη ή/και κατάψυξη θα εξασφάλιζε ακόμα μεγαλύτερη μικροβιολογική σταθερότητα στα κρεατοσκευάσματα καθιστώντας τα ακόμα πιο ασφαλή για τον άνθρωπο.

Βιβλιογραφία – Αναφορές

Ελληνική

1. Αμβροσιάδης, Ι. (2000) Τεχνολογία παραγωγής προϊόντων κρέατος στο Σ.Α. Γεωργάκη, Κ.Π. Βαρελτζή, Ι.Α. Αμβροσιάδη, Τεχνολογία τροφίμων ζωικής προέλευσης, Θεσσαλονίκη : Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, σελ. 418 – 461
2. Αμβροσιάδης Ι. & Γεωργάκης Σ.Α (2005) Τεχνολογία παραγωγής προϊόντων κρέατος στο Σ.Α. Γεωργάκη, Το κρέας και τα προϊόντα του (παραγωγή, εμπορία, τεχνολογία, υγιεινή), Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, σελ 746-756
3. Γεωργάκης Σ.Α., Βαρελτζής Κ.Π., Αμβροσιάδης Ι.Α. (2002). «Τεχνολογία τροφίμων ζωικής προέλευσης». 2 η Έκδοση, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη
4. Γεωργάκης Σ.Α (2005) « Το κρέας και τα προϊόντα του». Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη
5. Γεωργάκης Σ.Α (2002) « Τεχνολογία προϊόντων ζωικής προέλευσης». Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη
6. Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων, (2016), «Οδηγίες για τον επίσημο έλεγχο χρήσης των πρόσθετων τροφίμων στα τρόφιμα», Επίσημος Έλεγχος Τροφίμων, Υπουργείο Ανάπτυξης, Αθήνα.
7. Ζαμπετάκης, 2008 « Τεχνολογία τροφίμων» Πανεπιστημιακές σημειώσεις Εργαστήριο Χημείας Τροφίμων, Τμήμα Χημείας ΕΚΠΑ.
8. Κοκκίνη Σ. (2008).Φυτικά Προϊόντα Βιολογικώς Δραστικά. Φαρμακευτικά – Αρωματικά Φυτά. Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο, Θεσσαλονίκη.
9. Κοτζεκίδου-Ρουκά Π. (2009) « Μικροβιολογία τροφίμων». Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.

10. ΚΩΔΙΚΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ, ΠΟΤΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΟΙΝΗΣ ΧΡΗΣΗΣ (ΜΕΡΟΣ Α΄ ΤΡΟΦΙΜΑ ΚΑΙ ΠΟΤΑ).(2015). Έκδοση 18. Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.
11. Μπλούκας Ι. (2007). «Τεχνολογία κρέατος». Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε
12. Μπλούκας Ι. (2004). « Επεξεργασία και συντήρηση τροφίμων». Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε
13. Μπλούκας Ι., Ζερφυρίδης Γ., Μοάτσου Γ., Γιουτανής Ε. «Μεταποίηση Ζωικών Προϊόντων» Γ.ΕΠΑΑ, Ειδικότητα: Τεχνικών Τεχνολογίας Τροφίμων και Ποτών, Τομέας Γεωπονίας, Τροφίμων και Περιβάλλοντος, ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»
14. Παπαβέργου Αικ. «Τεχνολογία Τροφίμων Ζωικής Προέλευσης» Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα, Τμήμα Κτηνιατρικής ΑΠΘ
15. Παπαδοπούλου Χ. (2001) Μικροβιολογία Τροφίμων . Θεωρία, Μεθοδολογία & Υγεινή. Ιωάννινα.
16. Πεξάρá Α. Κτηνιατρική Σχολή Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας 2009 Σημειώσεις ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

Ξένη Βιβλιογραφία

1. Abraham, D., Francischini, A.C., Pergo, E.M., Kelmer-Bracht, AM., Ishii-Iwamoto, E.L., 2003. Effects of a-pinene on the mitochondrial respiration of maize seedlings. Plant Physiol. Biochem. 41, 985–991.
2. Adams M.R, Moss M.O., (2000) “Food Microbiology”, Royal Society of Chemistry, Second edition, UK
3. Ahn H.J, Kim, J.H, Jo .C, Lee C.H and Byun M.W, 2002 Reduction of Carcinogenic N-Nitrosamines and Residual Nitrite in Model System Sausage by Irradiation, JOURNAL OF FOOD SCIENCE—Vol. 67

4. Albrecht, E., Wegner, J. und K. Endler (1996), «Eine neue methode zur objektiven bewertung der marmorierung von rindfleisches», *Fleischwirtschaft* 76, 95

5. American Public Health Association, 2001

6. Andres, A. I., Møller, J. K. S., Adamsen, C. E., & Skibsted, L. F. (2004b). High pressure treatment of dry-cured Iberian ham. Effect on radical formation, lipid oxidation and colour. *European Food Research and Technology*, 219, 205–21

7. Ansorena, D., Astiasaran I., 2003. Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and anti-oxidants. *Meat Science* 67 (2004) 237–244

8. Arihara, K., Ota, H., Itoh, M., Kondo, Y., Sameshima, T., Yamanaka, H., et al. (1998). *Lactobacillus acidophilus* group lactic acid bacteria applied to meat fermentation. *Journal of Food Science*, 63(3), 544–547

9. Bacon, R.T., Belk, K.E., Sofos, J.N., Clayton, R.P., Reagan, J.O. and Smith, G.C 2000. Microbial populations of animal hides and beef carcasses at different stages slaughter in plants employing multiple-sequential interventions for decontamination. *Journal of Food Protection* 63: 1080-1086.

10. Balamurugan,S., Gemmell, C., Tsun Yin Lau,A., Laura Arvaj, L., Strange, P., Gao, A., Barbut, S, 2020. High pressure processing during drying of fermented sausages can enhance safety and reduce time required to produce a dry fermented product. *Food Control* 113 , 107224.

11. Belitz, H.D., W. Grosch and P. Schieberle, 2009. *Food Chemistry* (4th Edition). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, pp: 596. ISBN: 978-3-540-69933-0

12. Boerlin,P., Piffaretti ,J., 1992 Typing at human, animal,food and environmental isolates of *Listeria monocytogenes* by multilocus enzyme electrophoresis. *Applied and environmental Microbiology* 5

13. Borch, E., M- L. Kant- Muermans, Y. Blixt 1996. Bacterial spoilage of meat and cured meat products. *Int J Food Microbiol* 33: 103-120.
14. Cakir I., Douan H. B., Bappinar E., Keven F. and Halkman A. K. (2002). The Need for Confirmation in Coliform and E. coli Enumeration in Foods. *Turk J Vet Anim Sci.*, 26: 1049-1053.
15. Cambero, M.I., Cabeza, M.C., Escudero, R., Manzano, S., Garcia-Márquez, I., Velasco, R., Ordóñez, J.A., 2012. Sanitation of selected ready-to-eat intermediate-moisture foods of animal origin by E-beam irradiation. *Foodborne Pathog. Dis.* 9, 594–599
16. Cervený, J., J.D. Meyer and P.A. Hall, 2009. Microbiological Spoilage of Meat And Poultry Products In: *Compendium Of The Microbiological Spoilage, Of Foods And Beverages. Food Microbiology and Food Safety*, W.H. Sperber and M.P. Doyle (Eds.). Springer Science and Business Media, NY, pp. 69-868. DOI: 10.1007/978-1-4419-0826-1-3.
17. Chapman, P.A. , 2000. Sources of Escherichia coli O157:H7 and experiences over the past 15 years in Sheffield, U.K. *J. Appl. Microbiol.* 88: Supplement 51s-60s.
18. Cheng, J. Lipid oxidation in meat. *J. Nutr. Food Sci.* 2016, 6, 1–3.
19. Chouliara E., Karatapanis A., Savvaidis I.N., Kontominas M.G., 2006 ‘‘Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4°C.’’ *Food Microbiology* 24 (2007) 607–617.
20. Ciecierska M, Obiedziński M., 2009 Influence of smoking process on polycyclic aromatic hydrocarbons’ content in meat products. *Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 6(4) 2007, 17-28.
21. Clariana, M., Guerrero, L., Sarraga, C., Diaz, I., Valero, A., Garcia – Regueiro, J., A., (2011). Influence of high pressure application on the nutritional, sensory and microbiological characteristics of sliced skin vacuum packed dry-cured ham. Effects along the storage period. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 12:456-465

22. Clemente, I., Aznar, M., Silva, F., & Nerín, C. (2016). Antimicrobial properties and mode of action of mustard and cinnamon essential oils and their combination against food-borne bacteria. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 36, 26–33.
23. Dainty, R.H., B.M. Mackey, 1992. The relationship between the phenotypic properties of bacteria from chill-stored meat and spoilage processes. *J Appl Bacteriol Symp Suppl* 73: 103S – 114S
se
24. Dave D., Ghaly A.E, 2011. Meat Spoilage Mechanisms and Preservation Techniques: A Critical Review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 6 (4): 486-510, 2011 ISSN 1557-4989 © 2011 Science Publications
25. de Alba, M., Montiel, R., Bravo, D., Gaya, P., & Medina, M. (2012). High pressure treatments on the inactivation of *Salmonella* Enteritidis and the physicochemical, rheological and color characteristics of sliced vacuum-packaged dry-cured ham. *Meat Science*, 91, 173–178
26. Dillon, V.M., R.G. Board, 1991. Yeasts associated with red meats: a review. *J Appl Bacteriol* 71: 93-108
27. Diwan, J.J., 2007. Glycolysis and Fermentation. <http://rpi.edu/dept/bcbp/molbiochem/MBWeb/mb1/part2/glycolysis.htm>.
28. Erkmen O. and Bozoglu F. 2016. *Food Microbiology: Principles into Practice*, First Edition. John Wiley & Sons, Ltd. Published 2016 by John Wiley & Sons, Ltd.
29. Eskin M., 1990 *Biochemistry of Foods*, Second edition, Academic Press
30. Farkas, J., 1998 Irradiation as a method for decontaminating food. A review, *International Journal of Food Microbiology*, 44, p. 189-204.
31. Fearon, R.F. and D.L. Foster, 1922. Liv. the autolysis of beef and mutton. *Biochem J* 16: 564-571. <http://www.biochemj.org/bj/016/0564/0160564.pdf>

32. Feiner, G., (2006), «*Meat Products Handbook, Practical science and technology*», CRC Press.
33. Foong, S.C.C., Gonzalez, G.L. and Dickson, J.S. (2004) Reduction and survival of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meats after irradiation. *J. Food Prot.* 67(1), 77-82
34. Franz MAP, Stiles ME., Schheifer KH. 2003; Enterococci in foods – a conundrum for food safety. *International Journal of food Microbiology.* 88: 105-122.
35. FSIS (Food Safety and Inspection Service), 1994. Nationwide beef microbiological baseline data collection program: steers and heifers. Washington, DC: US Department of Agriculture.
36. Gautam, S. and Tripathi, J. (2016) Food processing by irradiation- an effective technology for food safety and security. *Indian J. Experimental Biol.* 54,700-707
37. Genigeorgis, C.,C. Panoulis, A. Theodoridis, et al. 1991. Prevalence of *Listeria* spp in raw and processed foods of animal origin and the environment of processing plants in Greece. *Proc.Int. Conf in Listeria and Food Safety* pp 213. Aseptic Processing Assoc. Laval, France.
38. Genigeorgis, C. 2004a. Reducing the role of contact materials in the contaminations of foods of animal origin. In: Smulders, F.J.M and J.D. Collins(eds). 2004. Food safety assurance and veterinary public health. Volume 2. Safety assurance during food processing. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, pp 279-315
39. Ghaly, A.E., D. Dave, S. Budge and M.S. Brooks,2010. Fish spoilage mechanisms and preservation techniques: Review. *Am. J. Applied Sci.*, 7: 846-864, ISSN 1546-9239.
40. Gill C.O., 1983. Meat spoilage and evaluation of the potential storage life of fresh meat. *J Food Prot* 46: 444-452
41. Gill C.O., L.P. Baker 1998. Assessment of the hygienic performance of a sheep carcass dressing process. *J Food Prot* 61: 329-333.

42. Gill C.O., K.G. Newton 1977. The development of aerobic spoilage on meat stored at chill temperatures. *J Appl Bacteriol* 43: 189-195.
43. Gill C.O., K.G. Newton 1982. Effect of lactic acid concentration on growth on meat of gram-negative psychrotrophs from a meatworks. *Appl Environ Microbiol* 43: 284-288.
44. Giraffa G. Enterococci from foods 2002. *FEMS Microbiology Reviews*. 26: 163-171.
45. Grau F.H., 1986 Microbial ecology of meat and poultry. In AM Pearson, TR Dutton. eds. *Advances in Meat Research*, vol. 2, *Meat and Poultry Microbiology*, pp 1-47 . Westport AVI Publishing Company Inc.
46. Huis, J.H.J., 1996. Microbial and biochemical spoilage of foods: An overview. *Int. J. Food Microbiology*, 33: 1-18. DOI: 10.1016/0168-1605(96)01139-7.
47. Hultin, H.O., 1994. Oxidation of lipids in seafoods. In: *Seafoods chemistry, processing technology and quality* (1st Edition), F. Shahidi and J.R. Botta(Eds.). Blackie Academic and Professional, London, UK, pp.49-74. ISBN-10: 0751402184.
48. ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods), 1980. *Microbial Ecology of Foods*. Vol 2. *Food Commodities*. New York: Academic Press
49. Jay, J.M., 2000. 'Modern Food Microbiology', 6 th ed. Gaithersburg: Aspen Publishers.
50. Jay, J.M. 2005. 'Modern Food Microbiology', 7rd edition, Van Nostrand Reinhold, New York, USA: 471-491.
51. Kyung Jo, Seonmin Lee, Hae In Yong, Yun-Sang Choi, Samooel Jung,2020 Nitrite sources for cured meat products. *LWT - Food Science and Technology* 129

52. Kuwahara, K and K. Osako, 2003. Effect of sodium Gluconate On Gel Formation Of Japanese Common Squid Muscle. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 69:637-42. ISSN: 0021-5392.
53. Kotula A.W., B.W. Berry, B.S. Emswiler-Rose, 1987. Microbiology of restructured meat and poultry products. In: AM Pearson, TR Dutson, eds. *Advances in Meat Research*, vol. 3, *Restructured Meat and Poultry Products*. New York: Van Nostrand Reinhold, pp 161-220
54. Koutsoumanis K. and J.N Sofos, 2005. Microbiology of carcasses and cuts. In: Jensen W., Devine C., and Dikeman, M, eds *Encyclopedia of Meat Sciences*. Academic Press, (in press)
55. Koutsoumanis K. I. Geornaras and J.N Sofos, 2005. Microbiology of land animals. In : Hui Y.H. (ed), *Handbook of Food Science*, Marcel Dekker, New York (in press)
56. Lee, M. H., Kim, S. Y., & Park, H. J. (2018). Effect of halloysite nanoclay on the physical, mechanical, and antioxidant properties of chitosan films incorporated with clove essential oil. *Food Hydrocolloids*, 84, 58–67.
57. Li H., Ramaswamy H.S. 2005. Osmotic dehydration. *Steward Postharvest Review* 1(4), 1-9.
58. Maddigan, M. T., M. J., Martinko, J. Parker. (2005). Βιολογία μικροοργανισμών. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
59. Meng, J., M.P. Doyle., T. Zhao., S. Zhao., 2001 Enterohemorrhagic E.Coli. In: M.P Doyle, L.R Beuchat and T.J Montville, 2001 *Food Microbiology/Fundamentals and Frontiers*. 2 nd edition p.p 193-213 ASM. Press Washington DC.
60. Montville TJ, Matthews KR (2010) *Μικροβιολογία Τροφίμων*, Εκδόσεις Ιων.
61. Moreno F., Sarantinopoulos P., Tsakalidou E., 2006 The role and application of enterococci in food and health. *International Journal of food Microbiology*. 106 : 1-24

62. Nottingham P.M., 1982. Microbiology of carcass meats. In MH Brown. ed. Meat Microbiology. London Applied Science Publishers, pp 13-65
63. Nychas, G.-J.E., Drosinos, E.H., & Board, R.G., 1998. Chemical changes in stored meat. In The Microbiology of Meat and Poultry (pp. 288–326). Edited by R. G. Board & A. R. Davies, London, UK: Blackie Academic and Professional
64. Nychas, G.-J.E., Marshall, D.L. & Sofos, J.N., 2007. Meat, Poultry, and Seafood. In Food microbiology: fundamentals and frontiers, pp. 105-140 Edited by M. P. Doyle, L. R. Beuchat, Washington D.C: ASM Press.
65. O'Halloran, G.R., D.J. Troy, D.J. Buckley and W.J. Reville. 1997. The role of endogenous proteases in the tenderisation of fast glycolysing muscle. Meat Sci., 47:187-210. ISSN: 0309-1740
66. Odumeru J.A. and Belvedere J. (2002). Evaluation of the MicroFoss system for enumeration of total viable count, Escherichia coli and coliforms in ground beef. Journal of Microbiological Methods, **50** : 33 – 38.
67. Patsias A., Badeka A.V., Savvaidis I.N., Kontominas M.G., 2007 Combined effect of freeze chilling and MAP on quality parameters of raw chicken fillets. Food Microbiology 25 (2008) 575– 581
68. Perez-Baltar, A., Serrano, A., Montiel, R., & Medina, M. (2020). Listeria monocytogenes inactivation in deboned dry-cured hams by high pressure processing. Meat Science, 160, 107960
69. Ramanathan, R., Suman, S. P., & Faustman, C. (2020). Biomolecular interactions governing fresh meat color in post-mortem skeletal muscle: A review. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 68(46), 12779–12787
70. Raoult- Walk A.L. 1994, Recent advantages in the osmotic dehydration of foods. Trends in Food Science & Technology, 5, 255-260

71. Sanchez-Ortega I., Garcia-Almendarez B.E., Santos-Lopez E.M., Amaro-Reyes A., Barboza-Corona J.E., Regalado C. (2014) Antimicrobial Edible Films and Coatings for Meat and Meat Products Preservation. *The Scientific World Journal*, 1-18
72. Seeliger, H. P. R.. and D. Jones. 1986. Genus *Listeria*, pp. 1235-1245. In P. H. A. Sneath, N. S. Main. M. E. Sharpe. and J. G. Holt (eds.) *Bergey's manual of systematic bacteriology*, vol. 2. Williams and Wilkins, Baltimore, MD.
73. Sofos J.N., 1994. Microbial growth and its control in meat poultry and fish. In: AM Pearson, TR Dutson.(eds). *Quality attributes and their Measurements in Meat, Poultry and Fish Products*, London. Blackie Academic and Professional, pp 359-403
74. Schmidt – Lorenz W. and Spillmann H. (1988). Kritische Überlegungen zum Aus-sagewert von *E. coli*, Coliformen und Enterobacteriaceen in Lebensmitteln. *Arch. Lebensmittelhyg*, 39: 3 – 15.
75. Shaw B.G., C.D. Harding, 1984. A numerical taxonomic study of lactic acid bacteria from vacuum-packed beef, pork lamp and bacon. *J Appl Bacteriol* 56: 25-40
76. Simitzis, P.E. and S.G. Deligeorgis, 2010. Lipid oxidation of meat and use of essential oil as antioxidants in meat products. http://www.scitopics.com/Lipid_Oxidation_of_Meat_and_Use_of_Essential_Oils_as_Antioxidants_in_Meat_Products.html.
77. Smelt JPPM (1998) Recent advances in the microbiology of high pressure processing. *Trends Food Sci and Technol*, 9: 152-158.
78. Swaminathan, B. 2001. *Listeria monocytogenes*. *Food Microbiology*, 2nd edition, pp 383-409 ASM Press, Washington DC.
79. Synge, B.E. 2000. Verocitotoxin-producing *E.coli*: a veterinary view. *J. Appl. Microbiol.* 88: suplement 31s-37s.

80. Tauro, P., K.K. Kapoor and K.S. Yadav, 1986. *An Introduction to Microbiology*, 1st Edn., New Age International Publisher. New Delhi, India. pp: 364. ISBN: 085-226-878-5
81. Toldra, F. 2006. The role of muscle enzymes in drycured meat products with different drying conditions. *Trends in Food Sci. Techn.*, 17: 164- 168. DOI: 10.1016/j.tifs.2005.08.007.
82. Toldra, F. and Reig, M. (2007) Sausages: In Hui, Y, H. (Ed), *Food product manufacturing*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, pp. 251-264.
83. Winn, W. C., & Koneman, E. W. (2006). *Koneman's color atlas and textbook of diagnostic microbiology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
84. World Health Organization– WHO. Q&A on the carcinogenicity of the consumption of red meat and processed meat, 26/05/2020 <https://www.who.int/features/qa/cancer-red-meat/en/>
85. Yu, D., Wu, L., Regenstein, J. M., Jiang, Q., Yang, F., Xu, Y., & Xia, W. (2020). Recent advances in quality retention of non-frozen fish and fishery products: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(10), 1747–1759.