



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΡΑΓΕΝΝΑΝΗΣ ΣΤΙΣ  
ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ-ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΛΟΥΚΑΝΙΚΩΝ ΤΥΠΟΥ  
ΦΡΑΝΚΦΟΥΡΤΗΣ ΣΕ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΛΙΠΟΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

ΛΑΜΠΡΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ – ΝΤΟΒΑ ΑΡΕΤΗ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΡΑΓΕΝΝΑΝΗΣ ΣΤΙΣ  
ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ-ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΛΟΥΚΑΝΙΚΩΝ ΤΥΠΟΥ  
ΦΡΑΝΚΦΟΥΡΤΗΣ ΣΕ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΛΙΠΟΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

ΛΑΜΠΡΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ – ΝΤΟΒΑ ΑΡΕΤΗ

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

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2009

ΓΡΗΓΟΡΟΠΟΥΛΟΥ ΣΟΦΙΑ

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμότερες ευχαριστίες μας στους καθηγητές του τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων, Ριζούλη Χρήστο, Γρηγοροπούλου Σοφία και Πετρίδη Δημήτριο για την αμέριστη συμπαράστασή τους σε κάθε βήμα της εργασίας αυτής και στην κ. Δουλγέρη Λίτσα για τη συνεχή βοήθεια στη διεξαγωγή του πειραματικού μέρους.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΡΑΓΕΝΝΑΝΗΣ ΣΤΙΣ  
ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ–ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΛΟΥΚΑΝΙΚΩΝ ΤΥΠΟΥ  
ΦΡΑΝΚΦΟΥΡΤΗΣ ΣΕ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΛΙΠΟΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Λάμπρου Αλεξάνδρα – Ντόβα Αρετή

ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, Τμήμα  
Τεχνολογίας Τροφίμων, 54101 Θεσσαλονίκη Τ.Θ. 14561

### Περίληψη

Η οργανοληπτική και μηχανική μελέτη λουκάνικων τύπου Φρανκφούρτης, έγινε με την εφαρμογή δυο διαφορετικών πειραματικών παραγόντων: το λίπος και την καραγεννάνη. Έγινε προμήθεια χοιρινού κρέατος, βοδινού κρέατος και λαρδιού, τα οποία αφού καθαρίστηκαν και τεμαχίστηκαν, καταψύχτηκαν μέχρι την χρήση τους. Όλα τα απαραίτητα συστατικά προστέθηκαν στο κούτερο όπου εκεί συνεχίστηκε ο τεμαχισμός τους σε ακόμα μικρότερα κομμάτια μέχρι τον σχηματισμό πάστας. Στη συνέχεια η πάστα γεμίστηκε σε έντερα κολλαγόνου και τα λουκάνικα παστεριώθηκαν με ατμό υπό ελεγχόμενες συνθήκες.

Ακολούθησαν δύο οργανοληπτικοί έλεγχοι. Ένας αντικειμενικός και ένας υποκειμενικός – ηδονικός, σε κάθε έναν από τους οποίους 35 δοκιμαστές κλήθηκαν να αξιολογήσουν την επίδραση του λίπους και της καραγεννάνης σε ορισμένα χαρακτηριστικά στα λουκάνικα τύπου Φρανκφούρτης. Επίσης πραγματοποιήθηκε και μηχανική ανάλυση με την βοήθεια του οργάνου TA.XT. Plus, Texture analyser κατά την οποία αξιολογήθηκαν τα ίδια χαρακτηριστικά με τους οργανοληπτικούς ελέγχους.

Με την βοήθεια του προγράμματος Minitab και την ανάλυση διακύμανσης 2 παραγόντων (two- way ANOVA) αξιολογήθηκε κατά πόσο οι μελετούμενοι παράγοντες (λίπος, καραγεννάνη) έχουν στατιστικά σημαντική επίδραση στα εξεταζόμενα χαρακτηριστικά.

## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή-----	6
2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση-----	7
2.1 Το κρέας-----	7
2.1.1 Η βιολογική αξία του κρέατος -----	7
2.1.2. Ιστολογική υφή του κρέατος. -----	8
2.1.3.Χημική σύνθεση του κρέατος -----	9
2.2.Το κρέας στα λουκάνικα -----	12
2.3.Λουκάνικα Φρανκφούρτης -----	13
2.4.Το λίπος για τη διατροφή -----	15
2.5. Αντικατάσταση του λίπους-----	16
2.5.1 Σημασία αντικατάστασης του λίπους -----	16
2.5.2 Τεχνικές αντικατάστασης του λίπους -----	17
2.6. Συστατικά αντικατάστασης λίπους -----	18
2.7 Τι είναι οι καραγεννάνες-----	20
3. Σκοπός εργασίας -----	22
4. Πειραματικά δεδομένα -----	23
4.1 Προετοιμασία δειγμάτων-----	23
4.2 Προσδιορισμός σύστασης των λουκάνικων -----	24
4.3 Οργανοληπτικός έλεγχος -----	25
4.4 Μηχανική ανάλυση -----	34
5. Αποτελέσματα και συζήτηση -----	35
5.1 Στατιστικός έλεγχος των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών -----	35
5.1.1 Αξιολόγηση αντικειμενικού οργανοληπτικού ελέγχου.-----	35
5.1.2 Αξιολόγηση υποκειμενικού οργανοληπτικού ελέγχου. -----	38
5.2 Στατιστικός έλεγχος μηχανικών μεταβλητών -----	38
6. Συμπεράσματα -----	40
7. Βιβλιογραφία-----	41

## 1. Εισαγωγή

Η κατανάλωση του κρέατος και των προϊόντων κρέατος έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια, εξ αιτίας της περιεκτικότητάς τους σε απαραίτητα στοιχεία και τις θρεπτικές ύλες (πρωτεΐνες, βιταμίνες, ανόργανα συστατικά κ.α.), που χορηγούν την απαραίτητη ενέργεια για τις λειτουργίες του οργανισμού (Wilson, 1981).

Ένα από τα δημοφιλέστερα προϊόντα κρέατος είναι τα λουκάνικα. Αν και τα περισσότερα είδη από αυτά προέρχονται από την Ευρώπη, πλέον καταναλώνονται ευρύτερα σε όλο τον κόσμο. Τέσσερις είναι οι λόγοι για τους οποίους οι καταναλωτές προτιμούν τα λουκάνικα: (1) η ευκολία τους στο μαγείρεμα, (2) η μεγάλη ποικιλία που υπάρχει, (3) η οικονομική τιμή τους και (4) η θρεπτική τους αξία. (Pearson & Gillett, 1996).

Οι τεχνικοί επεξεργασίας κρέατος κάνουν προσπάθειες τα τελευταία χρόνια για την μείωση του λίπους από τα προϊόντα κρέατος, καθώς αυτό έχει κατηγορηθεί για την εμφάνιση παχυσαρκίας και για διάφορες ασθένειες, όπως είναι οι καρδιαγγειακές παθήσεις και διάφορες μορφές καρκίνου (Yang et al., 2001). Έτσι η μείωση της περιεκτικότητας του λίπους συνοδεύτηκε από την προσθήκη διάφορων ουσιών, που σκοπό έχουν να αντισταθμίσουν τα ανεπιθύμητα αποτελέσματα μιας τέτοιας μείωσης (Candogan & Kolsarici, 2003).

Τα συστατικά που ερευνήθηκαν περισσότερο και βρήκαν εφαρμογή στην επεξεργασία κρέατος είναι οι πρωτεΐνες συνδετικού ιστού, οι πρωτεΐνες σόγιας και τα υδροκολλοειδή. (Candogan & Kolsarici, 2003). Από τα παραπάνω τα υδροκολλοειδή (καραγεννάνες κ.α.) με τα μοναδικά χαρακτηριστικά τους χρησιμοποιήθηκαν για να βελτιώσουν την υφή σε προϊόντα κρέατος με χαμηλά λιπαρά (Desmond & Troy, 1998).

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης της καραγεννάνης σε λουκάνικα τύπου Φρανκφούρτης με μειωμένη λιποπεριεκτικότητα.

## **2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση**

### **2.1 Το κρέας**

#### **2.1.1 Η βιολογική αξία του κρέατος**

Το κρέας αποτελεί τη βάση της διατροφής του ανθρώπου αφού αποτελεί εξαιρετική πηγή σε πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας, διαθέτει πολλές από τις βιταμίνες του συμπλέγματος Β και αποτελεί καλή πηγή ανόργανων συστατικών, ιδιαίτερα του σιδήρου. Για τον λόγο αυτό το κρέας αποτελεί μία πλήρη τροφή (Pearson & Tauber, 1983).

Αύξηση της κατανάλωσης του κρέατος παρουσιάζεται κατά τα τελευταία χρόνια όχι μόνο στη χώρα μας αλλά και σε όλες σχεδόν τις χώρες του κόσμου (Lawrie, 1981). Η σπουδαιότητα του κρέατος για την ανάπτυξη του ανθρώπινου οργανισμού οφείλεται κυρίως στη μεγάλη περιεκτικότητα του σε πρωτεΐνες. Από τα αζωτούχα συστατικά των μυών, περίπου το 95% είναι πρωτεΐνες και το 5% ολιγοπεπτίδια, αμινοξέα και άλλα συστατικά. Η ποιότητα των πρωτεϊνών είναι πολύ υψηλή, ενώ οι τύποι και τα ποσοστά των αμινοξέων είναι παρόμοια με αυτά που χρειάζεται ο ανθρώπινος ιστός για να συντηρηθεί. Από τα απαραίτητα αμινοξέα, το κρέας παρέχει ικανές ποσότητες λυσίνης και θρεονίνης και αρκετές ποσότητες μεθιονίνης και θρυπτοφάνης (Kerry et al., 2002).

Ακόμα το κρέας περιέχει και άλλες ουσίες όπως βιταμίνες, ιδιαίτερα του συμπλέγματος Β, ανόργανες ουσίες, ιχνοστοιχεία, λίπος και υδατάνθρακες, με τις οποίες καθίσταται πλήρης τροφή για τον άνθρωπο. Η σπουδαία πηγή αφομοιώσιμου σιδήρου (σιδήρου, δηλαδή, που απορροφάται εύκολα από τον γαστρεντερικό σωλήνα) κατατάσσει το κρέας σε εκείνα τα τρόφιμα που θεωρούνται κατάλληλα για την πρόληψη της αναιμίας (Pearson & Tauber, 1983). Τέλος το κρέας περιέχει μικρομοριακές εκχυλισματικές ουσίες (κρεατίνη, κρετινίνη, καρνοσίνη, αμινοξέα, φωσφορική αδενοσίνη και τα προϊόντα διάσπασής της, γλουταμινικό οξύ και άλλα) οι οποίες ερεθίζουν ευμενώς το νευρικό σύστημα με αποτέλεσμα την αύξηση της έκκρισης των πεπτικών υγρών (Wilson, 1981).

### **2.1.2. Ιστολογική υφή του κρέατος.**

Ως κρέας θεωρούνται όλα τα κατάλληλα για την ανθρώπινη κατανάλωση μέρη των σφαζόμενων ζώων. Το κρέας με τη στενή του έννοια, αποτελείται από τους σκελετικούς μύες, γι αυτό οι δύο αυτές έννοιες έγιναν ταυτόσημες (Wilson, 1981). Εδώ θα περιγραφούν τα βασικά συστατικά του σκελετικού μύος, που μπορούν να έχουν άμεση ή έμμεση σχέση με την τεχνολογία του κρέατος (Price & Schweigert, 1987).

Κάθε μυς του σκελετού αποτελείται από: τον συνδετικό ιστό, τον λιπώδη ιστό, τις γραμμωτές μυϊκές ίνες, τα αγγεία και τα νεύρα (Varnam & Sutherland, 1999).

#### Συνδετικός ιστός

Όλοι οι σκελετικοί μύες περιέχουν συνδετικό ιστό. Η ποσότητα και η υφή του όμως, που παίζει μεγάλο ρόλο για τη βιολογική του αξία και τις οργανοληπτικές ιδιότητες του κρέατος (γεύση, οσμή, σύσταση, τρυφερότητα), ποικίλει σημαντικά μεταξύ των μυϊκών μαζών των διαφόρων ζώων, αλλά και μέσα στο ίδιο το ζώο, ανάλογα με την περιοχή από την οποία προέρχονται οι μυϊκές μάζες. Έτσι υπάρχουν μύες φτωχοί σε συνδετικό ιστό, όπως το φιλέτο, και μύες πλούσιες σε συνδετικό ιστό, όπως οι μύες της κεφαλής, των κοιλιακών τοιχωμάτων και άλλα (Kerry et al., 2002).

#### Λιπώδης ιστός

Το λίπος αποτελεί βασική ύλη όλων των αλλαντικών. Με την αύξηση της περισσίας του λίπους το προϊόν γίνεται εύγευστο και τρυφερό. Η ποσότητα του δεν πρέπει όμως να υπερβαίνει ένα ορισμένο όριο, γιατί τότε καθίσταται προβληματική ή καλύτερα αδύνατη η σύνδεση της κρεατόπαστας (Lawrie, 1988). Το αποτέλεσμα κατά την θέρμανση των αλλαντικών (κάπνισμα, παστερίωση) είναι να εξέρχεται λίπος από την κρεατόπαστα προκαλώντας αισθητή μείωση της ποιότητας του προϊόντος. Προσθήκη μικρής μόνο ποσότητας λίπους στην κρεατόπαστα μπορεί κατά περιπτώσεις να αποτελεί μειονέκτημα για την ποιότητα των αλλαντικών, γιατί τότε τα προϊόντα



καθίστανται στεγνά και δεν έχουν έντονη οσμή και γεύση (Price & Schweigert, 1987; Varnam & Sutherland, 1999).

Η συνεκτικότητα του λαρδιού εξαρτάται από την περιεκτικότητα του σε συνδετικό ιστό. Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα του σε συνδετικό ιστό, τόσο σκληρότερο είναι το λαρδί (λιπώδης ιστός). Για αυτό, σημαντικό ρόλο παίζει το πάχος του λαρδιού. Όσο πιο χονδρό είναι το λαρδί τόσο λιγότερο συνδετικό ιστό περιέχει (Wilson, 1981).

#### Γραμμωτές μυϊκές ίνες του σκελετικού μυός

Οι γραμμωτές μυϊκές ίνες του σκελετικού μυός είναι μεγάλα επιμήκη πολυπύρρηνα κύτταρα, τα οποία έχουν κυρίως κυλινδρική μορφή. Βρίσκονται παράλληλα το ένα προς το άλλο και συνδέονται μεταξύ τους με χαλαρό συνδετικό ιστό. Το μήκος τους ανέρχεται συνήθως σε μερικά εκατοστά, ενώ το πάχος τους σε 10–100 μm. Το πάχος των μυϊκών ινών ποικίλει ανάλογα με το είδος του ζώου, το μέγεθος του σώματος, την ηλικία και την θρεπτική κατάστασή του, καθώς και ανάλογα με τη λειτουργία του μυός. Οι σκελετικοί μύες με λεπτές μυϊκές ίνες είναι περισσότερο τρυφεροί, ενώ οι μύες με παχιές μυϊκές ίνες λιγότερο. Κάθε μυϊκή ίνα αποτελείται από: α) ένα λεπτότατο περίβλημα, το σαρκείλημα, β) τα μυϊκά ινίδια γ) το σαρκόπλασμα και δ) τους πυρήνες (Price & Schweigert, 1987; Wilson, 1981).

#### Αιμοφόρα και λεμφοφόρα αγγεία καθώς και νεύρα

Τα αιμοφόρα αγγεία είναι εξαιρετικά πολυάριθμα στους μύες του σκελετού. Επίσης και τα νεύρα. Αντίθετα τα λεμφοφόρα αγγεία είναι ελάχιστα (Price & Schweigert, 1987).

### **2.1.3.Χημική σύνθεση του κρέατος**

Στη χημική σύνθεση του κρέατος παίζουν σπουδαίο ρόλο πολλοί παράγοντες όπως το είδος, η ηλικία, η θρεπτική κατάσταση του ζώου, η τοπογραφία του μυός κ.α. (Pearson & Tauber, 1983).

Η σύνθεση ενός άπαχου κρέατος είναι σχετικά σταθερή σε μια σειρά ζώων (πίνακας 1). Η ποικιλία συνήθως εκφαινεται στην περιεκτικότητα λίπους.

Πίνακας 1. Σύσταση άπαχου μυϊκού ιστού ζώων (%w/w)

Είδος	Νερό	Πρωτεΐνες	Λιπίδια	Τέφρα
Βοδινό	70–73	20–22	4,8	1,0
Κότας	73–76	20–23	4,7	1,0
Προβάτου	73	20	5–6	1,4
Χοίρου	68–70	19–20	9–11	1,4

Varnam & Sutherland, 1999

### Νερό

Το νερό, ως προς την περιεκτικότητα, είναι το πιο σπουδαίο συστατικό του κρέατος, διότι φθάνει το 75% του βάρους. Η περιεκτικότητα σε νερό είναι αντίστροφη με την περιεκτικότητα σε λίπος, αλλά δεν εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, εκτός από τα μικρά ζώα. Το νερό στο κρέας συνδέεται με τους μυϊκούς ιστούς, ενώ οι πρωτεΐνες παίζουν σπουδαίο ρόλο στο μηχανισμό σύνδεσης του νερού. Στα ζωντανά ζώα οι πρωτεΐνες των μυών έχουν δομή πηκτής, ενώ μετά την σφαγή του ζώου χάνεται λίγο από το νερό των ιστών (Lawrie, 1981).

Η ευπάθεια του κρέατος στις αλλοιώσεις και η εποχική ζήτηση, τα παλαιότερα χρόνια, οδήγησαν στην ανάπτυξη τρόπων διατήρησης του, όπως η αφυδάτωση και το πάστωμα. Έτσι παρασκευάστηκαν προϊόντα όπως τα διάφορα είδη λουκάνικων (χωριάτικα, Φρανκφούρτης κ.α.), κρεατόπιτες, κονσερβοποιημένο λεπτοκομμένο κρέας και άλλα τέτοιου είδους προϊόντα, τα οποία μπορούσαν να συντηρηθούν για μεγάλα χρονικά διαστήματα και να καταναλωθούν. (Wilson, 1981)

### Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες του κρέατος διαφέρουν ουσιαστικά μεταξύ τους ως προς τις φυσικοχημικές ιδιότητες. Ωστόσο αποτελούνται από τα ίδια στοιχεία δηλαδή άνθρακα, οξυγόνο, υδρογόνο και άζωτο. Συχνά οι πρωτεΐνες περιέχουν θείο και μερικές φώσφορο και σίδηρο (Wilson, 1981). Τέλος από τα ένζυμα τα σπουδαιότερα που συναντώνται στην τεχνολογία κρέατος είναι τα πρωτεολυτικά τα γλυκολυτικά και διάφορα οξειδοαναγωγικά (Colmenero, 1996)

### Πρωτεΐνες σαρκοπλάσματος

Αποτελούν περισσότερο από το 30% του συνόλου των πρωτεϊνών του μύος και αντιπροσωπεύονται κυρίως από το μυογόνο και τη σφαιρίνη και σε μικρή αναλογία από τη μυοσφαιρίνη και τη μυοαλβουμίνη (Pearson & Tauber, 1983).

### Πρωτεΐνες μυϊκών ινιδίων

Οι πρωτεΐνες των μυϊκών ινιδίων είναι εξαιρετικής σημασίας, τόσο για την λειτουργία του μύος όσο και για την τεχνολογία του κρέατος, γιατί παίζουν σημαντικό ρόλο ως προς την υφή και σύνδεση της κρεατόμαζας των διάφορων κρεατοσκευασμάτων. Οι πρωτεΐνες αυτές αποτελούν περισσότερο από το 50% του συνολικού ποσοστού πρωτεΐνης του μύος και είναι οι εξής: ακτινομυοσίνη, μυοσίνη, ακτίνη, τροπομυοσίνη καθώς και η τροπονίνη και οι ακτινικές πρωτεΐνες (Pearson & Tauber, 1983).

### Στρωματικές πρωτεΐνες

Ονομάζονται έτσι γιατί αποτελούν το σκελετό της μυϊκής ίνας. Πρόκειται για τις πρωτεΐνες του σαρκειλήματος, δηλαδή το κολλαγόνο, την ελαστίνη και την ρετικουλίνη, οι οποίες ανήκουν στις σκληροπρωτεΐνες (Wilson, 1981).

### Λίπος

Το κρέας περιέχει σχετικά πολλά λιπίδια. Αυτά είναι μεγάλης σημασίας για τη διατροφή, επειδή παρέχουν ενέργεια. Τα λιπίδια στο κρέας είναι τριών διακεκριμένων τύπων: υποδόρια, ενδομυϊκά και μεσομυϊκά. Το άπαχο κρέας μοσχαριού ή χοίρου συνήθως περιέχει 5-10% λιπίδια. Ο λιπαρός ιστός των σφαγίων συνήθως φθάνει το 70% σε τριγλυκερίδια (Varnam & Sutherland, 1999; Wood & Fisher, 1990). Τα λιπίδια από διάφορους μύς του ζώου έχουν διαφορετικές ιδιότητες, οι οποίες σχετίζονται με την σύνθεση των τριγλυκεριδίων και τελικά των λιπαρών οξέων. Αυτά ποικίλλουν ανάλογα με το είδος του ζώου και την θέση του μύς στο σώμα τους, όπως και με την διαίτα, την ηλικία, το φύλο και το βάρος τους (Colmenero, 1996).

### Υδατάνθρακες

Ο μυϊκός ιστός είναι φτωχός σε υδατάνθρακες, ωστόσο στους σκελετικούς μύες όλων των ζώων συναντάται πάντοτε μια μικρή ποσότητα σακχάρων. Οι κυριότεροι υδατάνθρακες του σκελετικού μύς είναι το γλυκογόνο και η γλυκόζη, η ποσότητα των οποίων ποικίλει ανάλογα με την τοπογραφία του μύς τον τόπο διαβίωσης την μέθοδο σφαγής την ηλικία και το είδος του ζώου (Colmenero, 1996).

### Άλλα συστατικά

Υπάρχουν συστατικά όπως οι ανόργανες ουσίες οι οποίες συναντώνται στο μυϊκό ιστό του σκελετού σε μικρή αναλογία. Τα σπουδαιότερα αυτά ανόργανα συστατικά είναι: Mg, Ca, Na, K, Fe, Cl, S, P. Από τις βιταμίνες μόνο αυτές του συμπλέγματος Β υπάρχουν σε αρκετά μεγάλες ποσότητες (Colmenero, 1996; Lawrie, 1981).

## **2.2. Το κρέας στα λουκάνικα**

Το λουκάνικο καλύπτει μια μεγάλη περιοχή προϊόντων που κυμαίνονται από το σαλάμι, που κανονικά είναι ένα φυσικά καπνισμένο ξηρό λουκάνικο, ως το λουκάνικο Αγγλίας. Αυτό διαφέρει από τα άλλα περισσότερο, λόγω της χαμηλότερης περιεκτικότητας του σε νερό και άλλα υλικά κρέατος. Τα λουκάνικα διαφέρουν επίσης στο βαθμό τεμαχισμού του κρέατος που

περιέχουν (Pearson & Gillett, 1996). Στην περίπτωση των λουκάνικων τύπου Φρανκφούρτης, παραδείγματος χάριν, τα κρέατα τεμαχίζονται αρκετά και μετατρέπονται σε συνεχές γαλάκτωμα στο οποίο τα σωματίδια του κρέατος δεν είναι ορατά. Ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί παίζει σημαντικό ρόλο στην κατασκευή τους (Price & Schweigert, 1987).

Η περιεκτικότητα σε κρέας (συμπεριλαμβανομένου του λίπους) των περισσότερων λουκάνικων είναι περίπου 85-90 %, ή υψηλότερο. Τα λουκάνικα Αγγλίας περιέχουν μόνο 50% κρέας, εκτός από τα λουκάνικα χοιρινού κρέατος που περιέχουν 65% ή περισσότερο (Price & Schweigert, 1987). Σε διαδικασίες παραγωγής, όπου η παραγωγή των λουκάνικων είναι κυρίαρχη, τα αγορασμένα κρέατα που χρησιμοποιούνται είναι ολόκληρα τα σφάγια θηλυκών χοίρων που χρησιμοποιούνται συχνά για το σκοπό αυτό. Το βοδινό κρέας για την κατασκευή λουκάνικων προέρχεται από τις φτηνότερες περικοπές του τετάρτου σφαγίου (Wilson, 1981).

### **2.3.Λουκάνικα Φρανκφούρτης**

Τα λουκάνικα τύπου Φρανκφούρτης είναι ειδικά λεπτά λουκάνικα, τα οποία αρχικά παρασκευάζονταν από χοιρινό κρέας αποκλειστικά, όμως τώρα χρησιμοποιείται και το βοδινό εξίσου. Είναι ευρέως καταναλώσιμα προϊόντα κρέατος τα οποία περιέχουν πάνω από 30% λίπος (Pearson & Gillett, 1996). Τα αλλαντικά τύπου Φρανκφούρτης είναι γαλακτώματα κρέατος τα οποία διαμορφώνονται από μία διασπορά νερού, λίπους και πρωτεϊνών, η οποία κατά την διάρκεια της θέρμανσης μετασχηματίζεται σε μια πρωτεϊνική πηκτή με διάσπαρτα σωματίδια λίπους (Blukas et al.,1997). Η περιεκτικότητα σε κρέας (συμπεριλαμβανομένου του λίπους) είναι αρκετά υψηλή, συνήθως γύρω στο 80%. Τα τελευταία 20 χρόνια η ποσότητα του λίπους έχει μειωθεί κατά 6% για το βοδινό κρέας και κατά 23% για το χοιρινό. Το υπόλοιπο 20% αποτελείται από διάφορα καρυκεύματα, πρωτεΐνες και 15% νερό (Colmenero, 1996).

Παλαιότερα η θερμική επεξεργασία του κρέατος γινόταν πριν την παρασκευή των λουκάνικων, κάτι που απαιτούσε την παραλαβή μεγάλων και καθαρών

κομματιών κρέατος για θερμική επεξεργασία. Αυτό ήταν χρονοβόρο και όχι οικονομικό. Στις μέρες μας γίνεται ακριβώς το αντίθετο. Έτσι, χρησιμοποιούνται σχετικά φθηνότερα κομμάτια κρέατος για την παρασκευή των λουκάνικων και για να επιβεβαιωθεί η επαρκής θερμική επεξεργασία σε μικρό χρονικό διάστημα, προστίθενται και άλλα συστατικά, όπως το ασκορβικό οξύ (Varnam & Sutherland, 1999).

Η προετοιμασία για τα λουκάνικα Φρανκφούρτης χρειάζεται περισσότερος χρόνος τεμαχισμού από τις άλλες μεθόδους. Κατά τον τεμαχισμό η θερμοκρασία του μίγματος πρέπει να είναι χαμηλότερη των 15°C, αλλιώς το γαλάκτωμα μπορεί να διαχωριστεί. Το μίγμα μπορεί να τροφοδοτηθεί με κάποιον γαλακτωματοποιητή πριν τοποθετηθεί μέσα στα ειδικά περιβλήματα κυτταρίνης. Έπειτα μεταφέρονται τα λουκάνικα σε έναν επεξεργαστή όπου εκεί υποβάλλονται σε ξήρανση/ κάπνισμα/ θερμική επεξεργασία και τέλος ξέπλυμα με κρύο νερό. Ο τρόπος παρασκευής των λουκάνικων μπορεί να διαφέρει, όμως κάποιες αρχές είναι ίδιες. Για παράδειγμα, κατά την διάρκεια της ξήρανσης, η υγρασία μέσα στο μηχάνημα δεν πρέπει να ξεπερνά το 80% σχετικής υγρασίας, και η θερμοκρασία πρέπει να βρίσκεται μεταξύ 30–38°C. Η επιφανειακή υγρασία απομακρύνεται και η αυξανόμενη θερμοκρασία του μίγματος, επιταχύνει την θερμική επεξεργασία. Η θερμοκρασία στο εσωτερικό του μηχανήματος αυξάνεται στους 75 °C, όπου εκεί προστίθεται και ο καπνός. Αυτή η θερμοκρασία παραμένει μέχρι το εσωτερικό μέρος των λουκάνικων να φτάσει τουλάχιστον στους 68 °C. Τέλος τα λουκάνικα πλένονται με κρύο νερό μέχρι να φτάσουν σε μια θερμοκρασία περιβάλλοντος (Wilson, 1981; Kramlich et al., 1973; Price & Schweigert, 1987).

Τα λουκάνικα τύπου Φρανκφούρτης μπορούν να συντηρηθούν περαιτέρω με την κονσερβοποίηση στην άλμη ή σε πλαστική συσκευασία υπό κενό (Kramlich et al., 1973).

Για ανάπτυξη και ποιοτική καλύτερευση των λουκάνικων, υπήρξε κατεύθυνση αλλαγής ως προς το λίπος των ζώων, προκαλώντας διάφορες τροποποιήσεις των καθεστώτων σίτισης των ζώων, ώστε να μειωθούν τα επίπεδα λίπους που δεν μπορούν να αφαιρεθούν. Πολλά προϊόντα χαμηλής

λιποπεριεκτικότητας έχουν παρασκευασθεί, χρησιμοποιώντας ως πρώτη ύλη ζώα που έχουν διαφορετική διατροφή (Wilson, 1981) .

#### **2.4. Το λίπος για τη διατροφή**

Το λίπος στη διατροφή παρέχει ενέργεια, απαραίτητα λιπαρά οξέα και λιποδιαλυτές βιταμίνες ενώ βελτιώνει την υφή, τη γεύση και την αποδεκτότητα των τροφίμων. Επιπλέον έχει κατά δύο φορές περισσότερο τη θερμιδική αξία των πρωτεϊνών και των υδατανθράκων (Lawrie, 1988). Τα υψηλά επίπεδα λίπους, κορεσμένων λιπαρών οξέων και χοληστερόλης έχουν συνδεθεί με την παχυσαρκία, τις καρδιαγγειακές παθήσεις, διάφορες μορφές καρκίνου και πολλά άλλα (Pearson & Tauber, 1983). Για λόγους υγείας υπάρχει μια τάση τα τελευταία 20 χρόνια για μείωση της κατανάλωσης του λίπους και πιο συγκεκριμένα του ζωικού λίπους στη διατροφή (Yang et al., 2001).

Το ενδιαφέρον των καταναλωτών να μειώσουν το λίπος και την πρόσληψη θερμίδων από τη διατροφή τους έχει ενθαρρύνει τους τεχνικούς επεξεργασίας κρέατος να αναπτύξουν προϊόντα κρέατος χαμηλά σε λιπαρά, έχοντας όμως οικονομική τιμή και επιθυμητή ωραία γεύση (Candogan & Kolsarici, 2003). Οι νέες αυτές τροποποιήσεις επιτρέπουν στο νερό και στο λίπος να αντικαθιστούν το ένα το άλλο, οδηγώντας στη παραγωγή λουκάνικων με ποσοστό λίπους που δεν υπερβαίνει το 30% (Yang et al., 2001). Η φτωχή θρεπτική αξία σε ορισμένα από αυτά τα προϊόντα μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την εισαγωγή πιο υγιεινών προϊόντων. Δυστυχώς, η σχετικά υψηλή συγκέντρωση του λίπους στα παραδοσιακά προϊόντα κρέατος έχει μια μεγάλη συμβολή στις οργανοληπτικές τους ιδιότητες, ως εκ τούτου στην αποδεκτότητα τους. (Allen et al., 1999).

Η μείωση της συγκέντρωσης του λίπους σε τέτοια παραδοσιακά προϊόντα επηρεάζει τη γεύση, την υφή, την ευχυμότητα και την αίσθηση στο στόμα σε συνδυασμό με την μείωση της θρεπτικής τους αξίας. (Allen et al., 1999). Από όλα τα λίπη στην ανθρώπινη διατροφή, αυτά που προέρχονται από ζωικά τρόφιμα έχουν προσελκύσει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον εξαιτίας του υψηλού ποσοστού σε κορεσμένα λιπαρά οξέα και εξαιτίας της συσχέτισης του ζωικού λίπους με την χοληστερόλη (Totosa et al., 2004).

Παρόλο όμως που η παραγωγή και οι πωλήσεις των προϊόντων χαμηλών σε λιπαρά έχουν αυξηθεί, υπάρχουν πολλά προβλήματα που σχετίζονται με την αποδοχή των προϊόντων αυτών (Sandrou & Arvanitoyyanis, 2000). Όταν τα επίπεδα του λίπους μειωθούν τα τρόφιμα γίνονται πιο μαλακά, λιγότερο χυμώδη, σκοτεινότερα στο χρώμα, πιο ακριβά και λιγότερο αποδεκτά (Keeton, 1994).

## **2.5. Αντικατάσταση του λίπους**

### **2.5.1 Σημασία αντικατάστασης του λίπους**

Τα χαμηλά σε θερμίδες τρόφιμα παρασκευάστηκαν αρχικά για να εξυπηρετήσουν συγκεκριμένες διαιτητικές ανάγκες. Αυτή η κατηγορία τροφίμων αναπτύχθηκε αρχικά για διαβητικούς και άτομα με συγκεκριμένα ιατρικά προβλήματα όπως η παχυσαρκία και οι καρδιαγγειακές παθήσεις (Cengiz & Gokoglu, 2005).

Η συγκέντρωση της χοληστερόλης σε ορισμένα προϊόντα κρέατος, όπως είναι τα λουκάνικα και τα μπιφτέκια και γενικά στα προϊόντα που βασίζονται σε αλεσμένο κρέας το οποίο έχει αναμιχθεί με λίπος, μπορεί να ποικίλει αρκετά. Σε τέτοια προϊόντα μία μείωση στη συγκέντρωση του λίπους μπορεί να έχει σημαντικά αποτελέσματα στην πρόσληψη των θερμίδων και στη συγκέντρωση της χοληστερόλης (Hoelscher et al., 1987).

Η δυνατότητα παραγωγής προϊόντων χαμηλών σε λιπαρά εξαρτάται από έναν αριθμό παραγόντων που καθορίζουν σε τι βαθμό, από τεχνολογικής άποψης, μπορεί να μειωθεί το λίπος. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν: τα επιθυμητά επίπεδα λίπους, τη φύση των προϊόντων που πρόκειται να παραχθούν και το είδος της διαδικασίας που απαιτείται για την παραγωγή τέτοιων προϊόντων. Το ποσοστό του λίπους μπορεί να μειωθεί σε πολλά προϊόντα. Αυτό είναι πιο εύκολο να επιτευχθεί σε προϊόντα με υψηλά ποσοστά λίπους (Goutenfongea & Dumont, 1990). Αυτά μπορούν να παραχθούν με διαφοροποίηση της παραδοσιακής τους σύνθεσης, η οποία γενικά περιέχει λίπος ως φθινό συστατικό. Επειδή ο καταναλωτής δεν



μπορεί να διακρίνει οπτικά το λίπος υπό αυτή τη μορφή, και επομένως δεν μπορεί να το απομακρύνει από το προϊόν, το καθήκον να μειώσουν το ποσοστό του λίπους πέφτει στους κατασκευαστές (Colmenero, 1996).

Η ανάπτυξη αυτών των προϊόντων χαμηλών σε λιπαρά απαιτεί κάποιες τροποποιήσεις στη σύνθεση και στη φύση των προϊόντων, οι οποίες όμως επηρεάζουν ορισμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά όπως είναι το χρώμα, η γεύση, η υφή και οι ιδιότητες δέσμησης νερού (Colmenero, 1996).

### **2.5.2 Τεχνικές αντικατάστασης του λίπους**

Η κατασκευή προϊόντων χαμηλών σε λιπαρά ακολουθεί δύο βασικές προσεγγίσεις: τη χρήση άπαχης πρώτης ύλης (γεγονός που αυξάνει το κόστος) και / ή τη μείωση του λίπους και της περιεκτικότητας σε θερμίδες με προσθήκη νερού και άλλων συστατικών που δίνουν λίγες ή καθόλου θερμίδες. Οι προσεγγίσεις αυτές μπορούν να συμπληρωθούν με τη χρήση τεχνολογικών διεργασιών που βοηθούν στην αντιστάθμιση των ανεπιθύμητων παρενεργειών οι οποίες δημιουργούνται σαν αποτέλεσμα των αλλαγών στη φύση και τη σύσταση του προϊόντος. Ο σκοπός είναι να μειωθούν τα επίπεδα λίπους και να παραχθούν προϊόντα με αποδεκτά λειτουργικά χαρακτηριστικά, ασφαλή και σταθερά (Keeton, 1991).

Στην παρασκευή προϊόντων κρέατος χαμηλών σε λιπαρά, η μείωση της κανονικής ποσότητας του λίπους σε ένα καθορισμένο επίπεδο χωρίς άλλες επεμβάσεις, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της σκληρότητας του προϊόντος και στην αύξηση της τιμής. Προκειμένου να επιτευχθούν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά των προϊόντων με μειωμένη λιποπεριεκτικότητα, λειτουργικά συστατικά ικανά να βελτιώσουν τη δέσμηση νερού και να τροποποιήσουν την υφή κίνησαν το ενδιαφέρον των υπευθύνων επεξεργασίας κρέατος. Μία από τις προσεγγίσεις για την παραγωγή προϊόντων κρέατος χαμηλών σε λιπαρά είναι η αντικατάσταση του λίπους με φυτικό έλαιο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή προϊόντων με μειωμένα επίπεδα χοληστερόλης, έχοντας όμως διατηρήσει τα ίδια οργανοληπτικά χαρακτηριστικά με προϊόντα υψηλής λιποπεριεκτικότητας. Παρόλα αυτά όμως η χρήση φυτικών ελαίων δεν οδηγεί στη μείωση των θερμίδων, όπως είναι επιθυμητό (Candogan & Kolsarici, 2003).

Η προσθήκη νερού ως συστατικό έχει διάφορα πλεονεκτήματα όπως ότι είναι φτηνό και ασφαλές. Παρόλα αυτά η χρήση του νερού, από μόνη της, μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα όπως οι αλλαγές στο χρώμα και η αυξημένη απώλεια νερού κατά τη θερμική επεξεργασία. Για να αντισταθμιστούν αυτά τα μειονεκτήματα, το νερό συχνά χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλα συστατικά (Trius et al., 1994).

## **2.6. Συστατικά αντικατάστασης λίπους**

Αντικαθιστώντας το λίπος με νερό βελτιώνονται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων, παρόλο που αυτό οδηγεί στην αύξηση της απώλειας νερού κατά τη θερμική επεξεργασία (Ahmed et al., 1990). Επειδή, όπως ήδη αναφέρθηκε, μόνο η προσθήκη νερού δεν μπορεί να αποδώσει όλα τα επιθυμητά ποιοτικά χαρακτηριστικά στο τελικό προϊόν, η έρευνα συγκεντρώθηκε στη χρήση συστατικών που τροποποιούν την υφή, τα οποία έχουν καλή ικανότητα στη δέσμευση νερού. Πρωτεΐνες συνδετικού ιστού, πρωτεΐνες σόγιας και τα υδροκολλοειδή είναι τα συστατικά που έχουν βρει χρήση στην παραγωγή προϊόντων χαμηλών σε λιπαρά (Candogan & Kolsarici, 2003). Οι πρωτεΐνες σόγιας χρησιμοποιούνται με επιτυχία στη μείωση των επιπέδων του λίπους στα λουκάνικα (Pietrasik & Duda, 2000). Από τα παραπάνω τα υδροκολλοειδή με τα μοναδικά χαρακτηριστικά τους και πιο συγκεκριμένα καραγεννάνες, αλγινικά άλατα, κόμμι ξανθάνης, κόμμι χαρουπιού, παράγωγα κυτταρίνης, άμυλα και πηκτίνες χρησιμοποιούνται για να ρυθμίζουν το ιξώδες, να σχηματίζουν πηκτές, να σταθεροποιούν το γαλάκτωμα, να δημιουργούν αιωρηματοσωματίδια, να ελέγχουν την κρυστάλλωση, να εμποδίζουν τη συναίρεση και να οδηγούν στην ενθυλάκωση σωματιδίων και είναι αυτά που μελετήθηκαν στα προϊόντα χαμηλών σε λιπαρά (Berry, 1994; Desmond & Troy, 1998).

Αλγινικά άλατα: Βρίσκονται σε όλα τα φαιοφύκη ως σκελετικό συστατικό των κυτταρικών τους τοιχωμάτων. Οι δομικές μονάδες των αλγινικών είναι β-D-μαννουρονικό και α-L-γουλουρονικό οξέα που ενώνονται με 1→4 δεσμούς. Τα αλγινικά είναι ισχυρά μέσα αύξησης ιξώδους, σταθεροποίησης και ζελοποίησης. Σε επίπεδο 0,25-0,5% βελτιώνουν και σταθεροποιούν τη

συνοχή και αποτρέπουν τον σχηματισμό μεγάλων κρυστάλλων. (Belitz et al., 2006).

Κόμμι ξανθάνης: θεωρείται ως παράγωγο της κυτταρίνης. Η κύρια αλυσίδα αποτελείται από 1,4 συνδεμένα μόριο β-γλυκοπυρανόζης. Η πρακτική σημασία της ξανθάνης βασίζεται στις ικανότητες σταθεροποίησης γαλακτωμάτων και διατήρηση σε εναιώρημα σωματιδίων. Λόγω της υψηλής θερμικής σταθερότητας της είναι χρήσιμη ως πυκνωτικό μέσο στην κονσερβοποίηση τροφίμων (Belitz et al., 2006). Τα αλγινικά άλατα ή το κόμμι ξανθάνης (0,1-0,3%) βελτιώνουν την δέσμευση νερού στα χαμηλά σε λιπαρά λουκάνικα Φρανκφούρτης, αλλά είναι καταστρεπτικά στο σχηματισμό πηκτής (Keeton, 1994).

Κόμμι χαρουπιού: οι σπόροι χαρουπιού προέρχονται από ένα αειθαλές δέντρο, που καλλιεργείται στην περιοχή της μεσογείου από αρχαιοτάτων χρόνων. Ο κύριος πολυσακχαρίτης των σπόρων χαρουπιού είναι παρόμοιος με αυτόν του κόμμεος guar: μια γραμμική αλυσίδα συνδεδεμένων με 1→4 δεσμούς, β-D μαννοπυρανοζυλικών, με α-D γαλακτοπυρανοζυλικά μόρια συνδεδεμένων με α-6 δεσμούς ως πλευρικές αλυσίδες. Χρησιμοποιείται ως πυκνωτικό, ως μέσο σύνδεσης και ως σταθεροποιητής στη κονσερβοποίηση κρέατος, σε αλοιφές σαλάτας, λουκάνικα, μαλακά τυριά και παγωτά. (Belitz et al., 2006). Η ξανθάνη είναι αποτελεσματικότερη από την караγεννάνη και το κόμμι χαρουπιού στην παρεμπόδιση της απώλειας νερού στα προϊόντα κρέατος χαμηλών σε λιπαρά (Keeton, 1994).

Παράγωγα κυτταρίνης: Τα παράγωγα κυτταρίνης, όπως η καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη, η μεθυλοκυτταρίνη, η υδρόξυπροπυλομεθυλική κυτταρίνη και ένας αριθμός από διαιτητικές ίνες, είναι αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στην παραγωγή χαμηλών σε λιπαρά προϊόντων (λουκάνικα Φρανκφούρτης) για να προκαλέσουν τροποποιήσεις στις ιδιότητες δέσμευσης, στην υφή και στην γεύση (Keeton, 1994).

Άμυλα και μαλτοδεξτρίνες: Τα άμυλα και οι μαλτοδεξτρίνες είναι πολυμερή της γλυκόζης που βρίσκονται στον αραβόσιτο, το σιτάρι, τη βρώμη, το ρύζι, την ταπιόκα, την πατάτα κ.τ.λ. (Dexter et al., 1993). Πολλά από αυτά

χρησιμοποιούνται είτε μόνα τους, είτε σε συνδυασμό για να μειώσουν τα επίπεδα του λίπους σε μία σειρά από προϊόντα όπως τα χάμπουργκερ, φρέσκα λουκάνικα κ.τ.λ. (Carballo et al., 1995). Τα αποτελέσματά τους ποικίλουν ανάλογα με την προέλευση, τις επιφερόμενες τροποποιήσεις, τις συνθήκες χρήσης και την φύση των προϊόντων στα οποία προστίθενται (Shand et al., 1990). Οι μαλτοδεξτρίνες μπορούν να δημιουργήσουν ένα πήκτωμα το οποίο όταν ενυδατωθεί μπορεί να αποδώσει χαρακτηριστικά όμοια με αυτά του λίπους (Keeton, 1994).

Πηκτίνη: η πηκτίνη είναι ευρέως διαδεδομένη στα φυτά. Είναι αλυσιδωτό πολυμερές που αποτελείται από α-D γαλακτουρονικές δομικές μονάδες που ενώνεται με 1→4 δεσμούς. Δεδομένου ότι η πηκτίνη μπορεί να σχηματίσει πηκτή, χρησιμοποιείται στην παραγωγή μαρμελάδων (Belitz et al., 2006). Οι πηκτίνες είτε μόνες τους είτε σε συνδυασμό με άλλα συστατικά μπορούν να αποδώσουν παρόμοιες οργανοληπτικές ιδιότητες με αυτές που αποδίδουν τα λίπη. (Verbeken et al., 2005).

## **2.7 Τι είναι οι καραγεννάνες**

Οι καραγεννάνες (E 407), είναι υδροδιαλυτοί πολυσακχαρίτες της οικογένειας των υδροκολλοειδών, οι οποίες εξάγονται από τα κόκκινα φύκια. Οι εμπορικές καραγεννάνες είναι διαθέσιμες ως άλατα νατρίου, καλίου ή ασβεστίου ή ως μίγμα αυτών (Cofrades et al., 2000). Η λειτουργικότητα της καραγεννάνης στα προϊόντα κρέατος σχετίζεται με τις θερμικά αντιστρεπτές πηκτικές ιδιότητες της. Η καραγεννάνη διαλύεται στο σύγκοπτο κρέας κατά την διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας και ζελατινοποιείται κατά την διάρκεια της ψύξης (Trius & Sebranek, 1996). Αυτό βελτιώνει την δέσμευση νερού, τη συνοχή και την υφή των σύγκοπτων προϊόντων κρέατος (Pietrasik., 2003).

Οι καραγεννάνες δρουν ως παράγοντες αύξησης ιξώδους και ως παράγοντες ζελοποίησης. Η ικανότητά τους να σχηματίζουν πηκτή σε προϊόντα κρέατος έχει αποδειχτεί ότι δίνει μία πληθώρα πλεονεκτημάτων αυξάνοντας την απόδοση, την συνεκτικότητα, την ικανότητα κοπής, την επαναληψιμότητα, μειώνοντας την συγκέντρωση του λίπους και τις απώλειες κοπής. Υπάρχουν τρία είδη καραγεννάνης: η κάπα, η γιώτα και η λάμδα. Η κάθε μία προσδίδει

διαφορετικές ιδιότητες στα προϊόντα που προστίθεται. Η κ καραγεννάνη είναι ένας γραμμικός θειωμένος πολυσακχαρίτης που χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων σε μία σειρά εφαρμογών λόγω της ικανότητας συγκράτησης νερού και των ιδιοτήτων αύξησης ιξώδους και της ικανότητας ζελοποίησης (Verbeken et al., 2005). Η κ καραγεννάνη μπορεί να βελτιώσει τη δέσμευση νερού και τη σκληρότητα στα προϊόντα κρέατος λόγω της δυνατότητάς της να διαμορφώνει σύμπλοκα με νερό και πρωτεΐνη (Cofrades et al., 2000). Επίσης σχηματίζει σκληρές και εύθραυστες πηκτές που είναι θερμικά αντιστρέψιμες. Η ι καραγεννάνη σχηματίζει αδύναμες και ελαστικές πηκτές που είναι επίσης θερμικά αντιστρέψιμες και η λ καραγεννάνη προκαλεί αύξηση ιξώδους αλλά δε σχηματίζει πηκτή. Από αυτές τις καραγεννάνες μόνο η κ και η ι είναι κατάλληλες για την παρασκευή χαμηλών σε λιπαρά λουκάνικων Φρανκφούρτης (Blukas et al., 1997). Η κ και η ι καραγεννάνη σε επίπεδα κάτω από 1 % είναι οι καταλληλότερες για να διατηρήσουν την υγρασία και να αυξήσουν τη σκληρότητα (Cofrades et al., 2000). Υποκειμενική-Ηδονική αξιολόγηση έδειξε ότι τα λουκάνικα τύπου Φρανκφούρτης χαμηλά σε λιπαρά με κ και ι καραγεννάνη είναι το ίδιο αποδεκτά με λουκάνικα με 27% λίπος (Koutsopoulos et al., 2008).

Υπάρχουν μερικές εκθέσεις που αναφέρουν ότι τα επίπεδα λίπους έχουν περιορισμένη επίδραση στην γεύση (Bloukas & Paneras, 1993; Matulis et al., 1995). Κάποιοι άλλοι έχουν δείξει πως τα επίπεδα του λίπους δεν έχει επιπτώσεις ούτε στη σταθερότητα του γαλακτώματος (Hand et al., 1987), αλλά ούτε και στην απώλεια κατά τη θερμική επεξεργασία (Mittal & Barbut, 1994). Ομοίως, άλλες εκθέσεις αναφέρουν πως η επίδραση της καραγεννάνης και των φυτικών ινών στην ποιότητα των χαμηλών σε λιπαρά προϊόντα κρέατος είναι αμφιλεγόμενη (Xiong et al., 1999). Πρόσφατες αναφορές δηλώνουν πως η καραγεννάνη δεν βελτιώνει την απώλεια κατά τη θερμική επεξεργασία στα λουκάνικα Φρανκφούρτης με χαμηλά λιπαρά (Matulis et al., 1995). Άλλοι μελετητές έχουν δείξει ότι όταν οι φυτικές ίνες προστίθενται στα λουκάνικα με χαμηλά λιπαρά, η απώλεια κατά τη θερμική επεξεργασία αυξάνεται (Claus & Hunt, 1991; Hughes et al., 1997).

### **3. Σκοπός εργασίας**

Απώτερος στόχος της παρούσας εργασίας είναι η προώθηση εναλλακτικής λύσης για την αντικατάσταση του λίπους με καραγεννάνη, σε λουκάνικα τύπου Φρανκφούρτης. Για τον σκοπό αυτό παρασκευάστηκαν λουκάνικα με μειωμένη λιποπεριεκτικότητα (0%, 10%, 20%, 30%) και στα οποία έγινε προσθήκη διαφορετικών ποσοστών καραγεννάνης (0%, 0,3%, 0,8%, 1,5%).

## 4. Πειραματικά δεδομένα

### 4.1 Προετοιμασία δειγμάτων

Παρασκευάστηκαν 16 παρτίδες λουκάνικων τύπου Φρανκφούρτης οι οποίες διέφεραν στην αναλογία καραγεννάνης και λίπους. Η σύσταση κάθε παρτίδας ήταν βοδινό κρέας, χοιρινό κρέας, λαρδί και νερό, σε αναλογίες 21,9%, 28,1%, 25% και 25% αντίστοιχα. Η περιεκτικότητα σε καραγεννάνη κάθε αλλαντικού άρχιζε από 0% (μάρτυρας) και κατέληγε σε 1,5% στην τελευταία παρτίδα. Τα παραπάνω δίνονται αναλυτικά στον πίνακα 2.

Πίνακας 2: περιεκτικότητα καραγεννάνης και λίπους σε πειραματικές παρτίδες λουκάνικων τύπου Φρανκφούρτης.

Ποσότητα Καραγεννάνης (%)	Περιεκτικότητα Λίπους (%)			
	0	10	20	30
0	1	2	3	4
0,3	5	6	7	8
0,8	9	10	11	12
1,5	13	14	15	16

Το κατεψυγμένο βοδινό και χοιρινό κρέας κόπηκε σε μικρά κομμάτια και προστέθηκε στο κούτερ KRAMER (Γερμανίας), εκεί συνεχίστηκε ο τεμαχισμός σε ακόμα μικρότερα κομμάτια για μικρό χρονικό διάστημα. Κατόπιν προστέθηκαν ποσότητες φωσφορικών και αλατιού. Ο τεμαχισμός ολοκληρώθηκε με την μετατροπή του μίγματος σε πάστα. Κατά την ανάμιξη προστέθηκαν δόσεις από προϋπολογισμένες ποσότητες νερού. Όταν η θερμοκρασία της πάστας ανέβηκε, προστέθηκε μίγμα από λεπτοκομμένο λαρδί. Όταν η πάστα ήταν έτοιμη, γεμίστηκε σε έντερα κολλαγόνου υπό κενό μέσω γεμιστικής μηχανής WEMAK(Γερμανίας). Τα λουκάνικα παστεριώθηκαν

χρησιμοποιώντας ατμό σε ειδικά σχεδιασμένο θάλαμο LASKA (Γερμανίας), που λειτουργεί κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες. Το πρόγραμμα παστερίωσης που εφαρμόστηκε ήταν αρχικά: 50°C (θερμοκρασία φούρνου) για 20 λεπτά, κατόπιν 60 °C για 30 λεπτά και τέλος 78 °C μέχρι η θερμοκρασία του ψυχρού σημείου (κέντρο), των δειγμάτων (λουκάνικων) να φτάσει τους 72 °C για 15 λεπτά. Η θερμοκρασία στο σημείο αυτό μετρήθηκε με θερμοζεύγη. Σε αυτή τη θερμοκρασία τα λουκάνικα διατηρήθηκαν για 10 λεπτά πριν από την ψύξη τους στους 4 °C.

#### **4.2 Προσδιορισμός σύστασης των λουκάνικων**

Για τον προσδιορισμό της σύστασης των λουκάνικων τύπου Φρανκφούρτης, έγιναν χημικές αναλύσεις (προσδιορισμός υγρασίας, λίπους, πρωτεϊνών και τέφρας).

- Η περιεχόμενη υγρασία προσδιορίστηκε με τη μέθοδο της αζεοτροπικής απόσταξης (άμεση μέθοδος) (AOAC, 1990).
- Το περιεχόμενο λίπος προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Soxhlet (AOAC, 1990).
- Η περιεχόμενη πρωτεΐνη προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Kjeldahl (AOAC, 1990).
- Η τέφρα προσδιορίστηκε σταθμικά κατόπιν αποτέφρωσης στους 525°C μέχρις σταθερού βάρους (LFRA, Leatherhead Food Research Association, 1978)



Πίνακας 3 : σύσταση (% κ.β.) λουκάνικων Φρανκφούρτης

Δείγματα λουκάνικων	Υγρασία %	Λίπος %	Πρωτεΐνες %	Τέφρα %
1	75,74±1,04*	3,01±0,72	15,21±0,96	2,84±0,48
2	68,13±1,37	10,55±0,87	14,20±0,99	3,12±0,76
3	59,33±0,89	20,72±0,71	13,64±0,85	3,31±0,55
4	50,07±1,11	29,87±0,69	13,06±0,87	3,80±0,52

1:λουκάνικο με 0% λίπος 2: λουκάνικο με 10% λίπος 3: λουκάνικο με 20% λίπος 4: λουκάνικο με 30% λίπος

\*SD, n=2

### 4.3 Οργανοληπτικός έλεγχος

Πραγματοποιήθηκαν δύο οργανοληπτικοί έλεγχοι στους οποίους 35 δοκιμαστές την κάθε φορά κλήθηκαν να αξιολογήσουν την επίδραση του λίπους και της καραγεννάνης σε ορισμένα χαρακτηριστικά σε λουκάνικα τύπου Φρανκφούρτης.

Στον πρώτο οργανοληπτικό έλεγχο, ζητήθηκε από τους δοκιμαστές να αξιολογήσουν αντικειμενικά τα δείγματα ως προς τη λιπαρότητα, την ελαστικότητα, τη συνεκτικότητα, τη δύναμη που απαιτείται για το πρώτο δάγκωμα, τη μασητικότητα και τη συνολική αποδεκτότητα.

Στον δεύτερο οργανοληπτικό έλεγχο οι δοκιμαστές έπρεπε να αξιολογήσουν υποκειμενικά (κατά πόσο δηλαδή τους αρέσουν τα δείγματα) αναφορικά με τη λιπαρότητα, την ελαστικότητα, τη συνεκτικότητα και τη μασητικότητα τους.

Η βαθμολόγηση της έντασης κάθε χαρακτηριστικού πραγματοποιήθηκε με τη χρήση αδιαβάθμητης κλίμακας μήκους 15cm και αυξανόμενης έντασης από 0 μέχρι 15cm. Στην αντικειμενική αξιολόγηση η αριστερή άκρη της κλίμακας (0cm) αντιπροσωπεύει όλα τα χαρακτηριστικά καθόλου (καθόλου λιπαρό, καθόλου ελαστικό, καθόλου συνεκτικό, καθόλου-ελάχιστη δύναμη, καθόλου εύκολο στη μάσηση και καθόλου αποδεκτό, ενώ η δεξιά άκρη της κλίμακας (15cm) αντιπροσωπεύει όλα τα χαρακτηριστικά πολύ (πολύ λιπαρό, πολύ ελαστικό κ.τ.λ.). Στην υποκειμενική αξιολόγηση η αριστερή πλευρά της κλίμακας αντιπροσωπεύει το καθόλου αποδεκτό, ενώ η δεξιά το πολύ αποδεκτό.

Τα φυλλάδια τα οποία ζητήθηκε να συμπληρωθούν από τους δοκιμαστές στους δύο οργανοληπτικούς ελέγχους, φαίνονται στα σχήματα 1 και 2 .

**Ονοματεπώνυμο:**

## **Οργανοληπτικός έλεγχος αλλαντικού τύπου λουκάνικου**

### **Αντικειμενική αξιολόγηση**

1. Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με τη **λιπαρότητα** τους. Ως λιπαρότητα ορίζεται η αντίληψη του λίπους στο προϊόν .

*Σημειώστε πάνω στην παρακάτω γραμμή τη θέση που κατά την κρίση σας βρίσκεται το δείγμα αναφορικά με τη λιπαρότητά του.*

Καθόλου	Πολύ
Λιπαρό	Λιπαρό

---

2. Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με την **ελαστικότητα** της υφής τους. Ως ελαστικότητα ορίζεται η αναπήδηση που κάνει το δείγμα μεταξύ δύο διαδοχικών δαγκωμάτων.

*Σημειώστε πάνω στην παρακάτω γραμμή τη θέση που κατά την κρίση σας βρίσκεται το δείγμα αναφορικά με την ελαστικότητά του.*

Καθόλου	Πολύ
Ελαστικό	Ελαστικό

---

3. Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με τη **συνεκτικότητα** της υφής τους. Ως συνεκτικότητα ορίζεται το πόσο συμπαγής εμφανίζεται να είναι η δομή του δείγματος κατά τη μάσηση.

*Σημειώστε πάνω στην παρακάτω γραμμή τη θέση που κατά την κρίση σας βρίσκεται το δείγμα αναφορικά με τη συνεκτικότητά του.*

Καθόλου	Πολύ
Συνεκτικό	Συνεκτικό

---

4. Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με τη **δύναμη** που απαιτείται **για το πρώτο δάγκωμα**.

*Σημειώστε πάνω στην παρακάτω γραμμή τη θέση που κατά την κρίση σας βρίσκεται το δείγμα αναφορικά με τη δύναμη που απαιτείται για το πρώτο δάγκωμα*

Ελάχιστη/ καθόλου δύναμη

Μεγάλη δύναμη

---

5. Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με τη **μασητικότητα** της υφής τους. Ως μασητικότητα ορίζεται το μέγεθος της προσπάθειας (ενέργειας) που πρέπει να καταβληθεί ώστε το δείγμα με τη μάσηση να πολτοποιηθεί προτού καταποθεί.

*Σημειώστε πάνω στην παρακάτω γραμμή τη θέση που κατά την κρίση σας βρίσκεται το δείγμα αναφορικά με τη μασητικότητά του.*

Καθόλου εύκολο

Πολύ εύκολο

στη μάσηση

στη μάσηση

---

6. Χαρακτηρίστε τα δείγματα αυτά αναφορικά με τη **συνολική αποδεκτότητα** τους.

*Σημειώστε πάνω στην παρακάτω γραμμή τη θέση που κατά την κρίση σας βρίσκεται το δείγμα αναφορικά με την συνολική αποδεκτότητά του.*

Καθόλου

Πολύ

Αποδεκτό

Αποδεκτό

---

Σχήμα 1 : φυλλάδιο αντικειμενικού οργανοληπτικού ελέγχου

Όνοματεπώνυμο:

**Οργανοληπτικός έλεγχος αλλαντικού τύπου λουκάνικου**

**Δελτίο αξιολόγησης αποδεκτότητας (Ηδονική – Υποκειμενική)**

1. Πόσο σας αρέσουν τα δείγματα αναφορικά με τη λιπαρότητα τους. Ως λιπαρότητα ορίζεται η αντίληψη του λίπους στο προϊόν.

*Σημειώστε πάνω στην παρακάτω γραμμή τη θέση που κατά την κρίση σας βρίσκεται το δείγμα αναφορικά με την αποδεκτότητα ως προς την λιπαρότητά του.*

Καθόλου αποδεκτό

Πολύ αποδεκτό

---

2. Πόσο σας αρέσουν τα δείγματα αναφορικά με την ελαστικότητα της υφής τους. Ως ελαστικότητα ορίζεται η αναπήδηση που κάνει το δείγμα μεταξύ δύο διαδοχικών δαγκωμάτων.

*Σημειώστε πάνω στην παρακάτω γραμμή τη θέση που κατά την κρίση σας βρίσκεται το δείγμα αναφορικά με την αποδεκτότητα ως προς την ελαστικότητά του.*

Καθόλου αποδεκτό

Πολύ αποδεκτό

---

3. Πόσο σας αρέσουν τα δείγματα αναφορικά με τη συνεκτικότητα της υφής τους. Ως συνεκτικότητα ορίζεται το πόσο συμπαγής εμφανίζεται να είναι η δομή του δείγματος κατά τη μάσηση.

*Σημειώστε πάνω στην παρακάτω γραμμή τη θέση που κατά την κρίση σας βρίσκεται το δείγμα αναφορικά με την αποδεκτότητα ως προς τη συνεκτικότητά του.*

Καθόλου αποδεκτό

Πολύ αποδεκτό

---

4. Πόσο σας αρέσουν τα δείγματα αναφορικά με τη μασητικότητα της υφής τους. Ως μασητικότητα ορίζεται το μέγεθος της προσπάθειας (ενέργειας) που πρέπει να καταβληθεί ώστε το δείγμα με τη μάσηση να πολτοποιηθεί προτού καταποθεί.

*Σημειώστε πάνω στην παρακάτω γραμμή τη θέση που κατά την κρίση σας βρίσκεται το δείγμα αναφορικά με την αποδεκτότητα ως προς τη μασητικότητά του.*

Καθόλου αποδεκτό

Πολύ αποδεκτό

---

Σχήμα 2 : φυλλάδιο υποκειμενικού οργανοληπτικού ελέγχου

Με την βοήθεια ενός ατελώς ομαδοποιημένου ισορροπημένου σχεδίου–BIBD (Balanced Incomplete Block Design) μελετήθηκε η επίδραση του λίπους και της καραγεννάνης καθώς και οι αλληλεπιδράσεις των συνδυαζόμενων επιπέδων τους. Το πειραματικό αυτό σχέδιο θέτει ως περιορισμούς την παρουσία 35 δοκιμαστών ( $b=35$ ), οι οποίοι εκτιμούν ένα μέρος ( $k=3$ ) του συνόλου των μεταχειρίσεων ( $t=15$ ). Η παρουσία των μεταχειρίσεων σε κάθε ομάδα διευθετείται έτσι ώστε κάθε ζεύγος μεταχειρίσεων να συναντάται τόσες φορές συνολικά στο πείραμα, όσες και κάθε άλλο διαφορετικό ζεύγος. Στην παρούσα εργασία η συχνότητα εμφάνισης κάθε μεταχείρισης ήταν  $n=7$  ενώ ο αριθμός συνεύρεσης κάθε ζεύγους ήταν  $\lambda=1$

$$\left( \lambda = \frac{b \cdot k \cdot (k-1)}{t \cdot (t-1)}, \quad t \cdot n = b \cdot k \right)$$

Το ατελώς ομαδοποιημένο ισορροπημένο σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε φαίνεται στον πίνακα 4.

Κατόπιν τυχαιοποίησης των δοκιμαστών, των μονάδων δοκιμής και κωδικοποίησης των μονάδων δοκιμής με τυχαίους αριθμούς από το 1 μέχρι το 999 (πίνακας 5), πραγματοποιήθηκε ο οργανοληπτικός έλεγχος στο εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου του τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων του ΑΤΕΙ– Θεσσαλονίκης. Η αίθουσα αυτή διαθέτει 10 ειδικούς χώρους με τον απαραίτητο φωτισμό για την οργάνωση και διεξαγωγή του ελέγχου.

Τα λουκάνικα δόθηκαν στους δοκιμαστές σε 9 κομμάτια όμοια μεταξύ τους (3 για κάθε μεταχείριση), αφού πρώτα βράστηκαν για 2 λεπτά και αφέθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου για άλλα 2 λεπτά.

Αφού λήφθηκαν τα αποτελέσματα από το συγκεκριμένο σχέδιο BIBD, εκτιμήθηκαν οι διορθωμένοι μέσοι όροι και χρησιμοποιήθηκαν στην εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης 2 παραγόντων (2 way ANOVA) που ακολούθησε.

Πίνακας 4: Ατελώς ομαδοποιημένο ισορροπημένο σχέδιο καταμερισμού των μεταχειρίσεων

t=15  
 k=3  
 b=35  
 n=7  
 λ=1

Δοκιμαστές	Μονάδες δοκιμής		
1	1	2	3
2	4	8	13
3	4	11	16
4	6	12	14
5	7	9	15
6	1	4	5
7	2	8	11
8	3	14	15
9	6	9	16
10	7	12	13
11	1	6	7
12	2	9	12
13	3	13	16
14	4	11	15
15	5	8	14
16	1	8	9
17	2	14	16
18	3	4	7
19	5	12	15
20	6	11	13
21	1	11	12
22	2	13	15
23	3	5	6
24	4	9	14
25	7	8	16
26	1	13	14
27	2	5	7
28	3	9	11
29	4	12	16
30	6	8	15
31	1	15	16
32	2	4	6
33	3	8	12
34	5	9	13
35	7	11	14



Πίνακας 5: Τυχαιοποίηση των δοκιμαστών και των μονάδων δοκιμής και κωδικοποίηση των μονάδων δοκιμής.

Δοκιμαστές	Μονάδες δοκιμής			Κωδ. Μονάδες δοκιμής		
25	2	1	3	963	135	537
3	4	13	8	58	945	901
24	4	16	11	396	165	453
13	12	14	6	649	366	579
8	15	7	9	836	505	899
17	1	5	4	360	59	566
34	8	2	11	71	271	813
27	15	3	14	257	824	340
30	6	16	9	949	520	962
29	13	12	7	501	586	803
20	6	7	1	401	414	718
18	9	2	12	916	343	844
31	13	16	3	819	459	348
4	11	4	15	101	555	306
32	5	14	8	188	1	644
12	9	8	1	202	767	97
15	2	16	14	723	492	314
9	7	4	3	54	481	33
5	12	15	5	371	724	563
21	13	6	11	540	790	657
22	12	1	11	152	689	383
10	15	13	2	333	107	577
7	3	6	5	642	551	636
28	14	4	9	146	466	173
14	8	7	16	713	987	236
1	1	14	13	951	96	183
23	5	7	2	177	698	457
16	9	11	3	942	437	992
33	4	12	16	710	497	412
35	15	8	6	502	118	234
2	16	15	1	871	725	195
26	2	6	4	166	822	692
19	8	12	3	91	863	24
6	5	9	13	193	379	310
11	11	14	7	316	205	930

#### 4.4 Μηχανική ανάλυση

Η μηχανική ανάλυση έγινε με τη συσκευή TA.XT Plus Texture Analyser, η οποία ανήκει στα όργανα για την αντικειμενική αξιολόγηση της υφής των τροφίμων. Από τα 16 συνδυασμένα επίπεδα–μεταχειρίσεις, αποκτήθηκαν κυλινδρικά δοκίμια ύψους 2,25 cm και ίδιας διαμέτρου με τη βοήθεια ειδικού κυλινδρικού δειγματολήπτη των αυτών διαστάσεων. Σε κάθε μία από τις μεταχειρίσεις πραγματοποιήθηκαν 7 διαφορετικές επαναληπτικές αναλύσεις για μεγαλύτερη αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Τα αποτελέσματα ελήφθησαν από το λογισμικό texture exponent 32, που αποτελούν τους ψηφιακούς καταγραφείς των δυνάμεων και του χρόνου κατά τη συμπίεση.

Οι αναλύσεις του διαγράμματος δύναμης–απόστασης καταλήγουν στην εξαγωγή επτά ιδιοτήτων υφής, οι οποίες είναι οι παρακάτω:

1. Σκληρότητα: είναι η δύναμη που απαιτείται για να γίνει μία παραμόρφωση στο δείγμα.
2. Συνεκτικότητα: είναι ο λόγος της επιφάνειας της θετικής δύναμης κατά τη διάρκεια της δεύτερης συμπίεσης προς την επιφάνεια της πρώτης ( $A_2/A_1$ ).
3. Ελαστικότητα: είναι η απόσταση που το δείγμα ανακτά στο χρονικό διάστημα μεταξύ του τέλους της πρώτης δαγκωματιάς και της αρχής της δεύτερης δαγκωματιάς.
4. Συγκολλητικότητα: εκφράζει το έργο για την εξουδετέρωση των ελκτικών δυνάμεων μεταξύ της επιφάνειας τροφίμου και της επιφάνειας άλλου σώματος ( $A_3$ ).
5. Ευθρυπτότητα: είναι η δύναμη που απαιτείται για την θραύση του τροφίμου στην πρώτη δαγκωματιά.
6. Κομμιώδης υφή: είναι το γινόμενο της σκληρότητας με την συνεκτικότητα.
7. Μασητικότητα: είναι το γινόμενο μεταξύ της κομμιώδους υφής με την ελαστικότητα (Bourne, 1978).

## 5. Αποτελέσματα και συζήτηση

### 5.1 Στατιστικός έλεγχος των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών

Τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού ελέγχου εκτιμήθηκαν με εφαρμογή της ανάλυσης της διακύμανσης δύο παραγόντων (λίπος και καραγεννάνη) (2-way ANOVA). Όπου προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p < 0,05$ ) η ανάλυση συνοδεύτηκε από διαγράμματα για καλύτερη κατανόηση του αποτελέσματος.

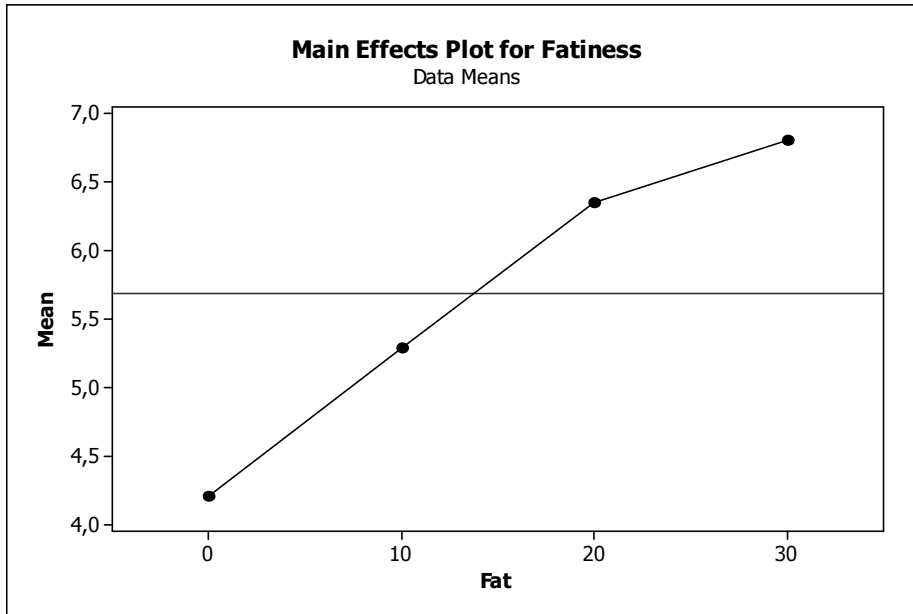
#### 5.1.1 Αξιολόγηση αντικειμενικού οργανοληπτικού ελέγχου.

Στον αντικειμενικό οργανοληπτικό έλεγχο αξιολογήθηκε η επίδραση του λίπους και της καραγεννάνης στη λιπαρότητα, την ελαστικότητα, τη συνεκτικότητα, τη δύναμη που απαιτείται για το πρώτο δάγκωμα, τη μασητικότητα και τη συνολική αποδεκτότητα των λουκάνικων. Από τα παραπάνω στατιστικά σημαντικά φαίνεται να είναι μόνο η επίδραση του λίπους στη λιπαρότητα των λουκάνικων ( $F=5,00$  &  $p=0,031$ ) και οριακά η επίδραση του λίπους στη συνολική αποδεκτότητα των λουκάνικων ( $F=3,88$  &  $p=0,055$ ). Το λίπος δεν έχει καμία επίδραση στην ελαστικότητα, τη συνεκτικότητα, τη δύναμη που απαιτείται για το πρώτο δάγκωμα και τη μασητικότητα. Αυτό επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα των Cofrades et al., 1999. Τα διαγράμματα που ακολουθούν δείχνουν τον τρόπο με τον οποίο επιδρά το λίπος στη λιπαρότητα και στη συνολική αποδεκτότητα των λουκάνικων.

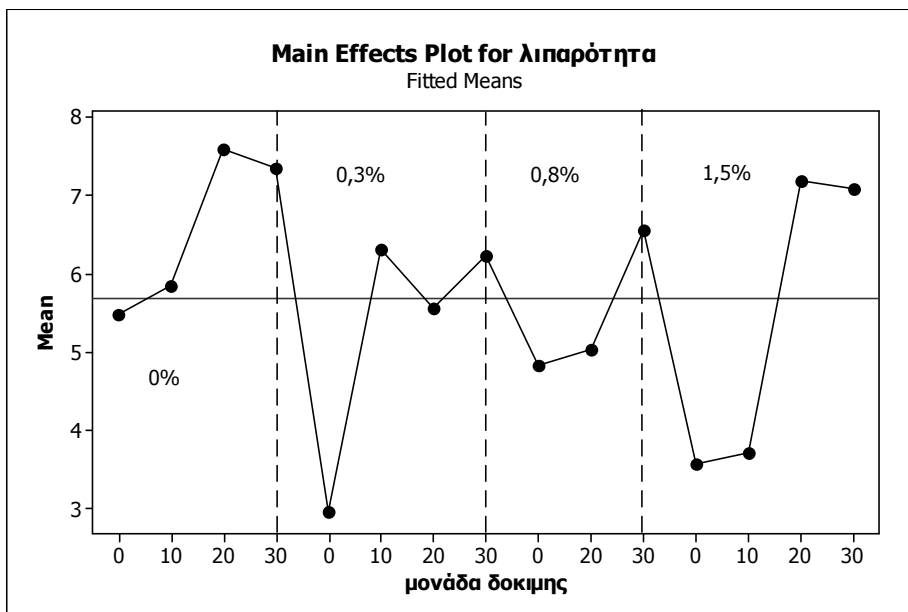
#### ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΛΙΠΟΥΣ ΣΤΗ ΛΙΠΑΡΟΤΗΤΑ

Όπως φαίνεται στα δύο παρακάτω διαγράμματα η αύξηση του λίπους οδηγεί σε αύξηση της λιπαρότητας των λουκάνικων, όπως ήταν αναμενόμενο. Αυτό βρίσκει σύμφωνους και τους Allen et al., 1999, κατά τους οποίους η μείωση της συγκέντρωσης του λίπους σε τέτοια προϊόντα επηρεάζει δυσμενώς την αίσθηση στο στόμα. Οι δοκιμαστές φαίνεται πως αντιλήφθηκαν την αύξηση του λίπους κι έκριναν τις μονάδες δοκιμής με 30% λίπος (4, 8, 12, 16)

(πίνακας 2) σαν λουκάνικα με περισσότερη λιπαρότητα ενώ τις μονάδες δοκιμής με 0% λίπος (1, 5, 9, 11) (πίνακας 2) σαν λουκάνικα με λιγότερη λιπαρότητα (σχήμα 4). Τέλος οι δοκιμαστές έκριναν τις μονάδες δοκιμής με 0% και 10% λίπος σαν λίγο λιπαρά προϊόντα ενώ τις μονάδες δοκιμής με 20% και 30% λίπος σαν προϊόντα με μέτρια λιπαρότητα (σχήμα 3).



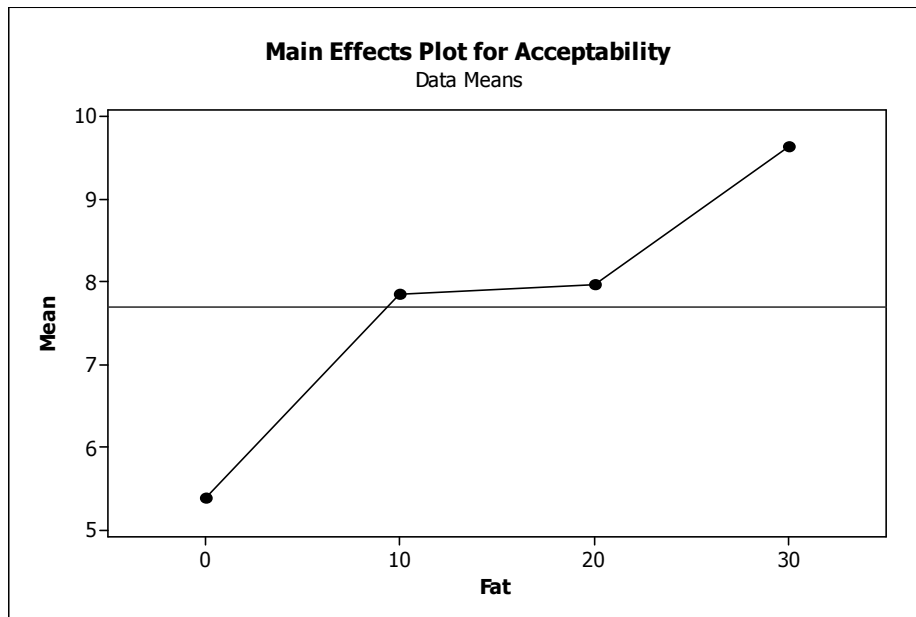
Σχήμα 3: Διάγραμμα επίδρασης του λίπους στη λιπαρότητα των λουκάνικων με 0%, 10%, 20% και 30% λίπος.



Σχήμα 4: Διάγραμμα επίδρασης του λίπους στη λιπαρότητα των λουκάνικων με 0%, 10%, 20% και 30% λίπος ανά μονάδα δοκιμής.

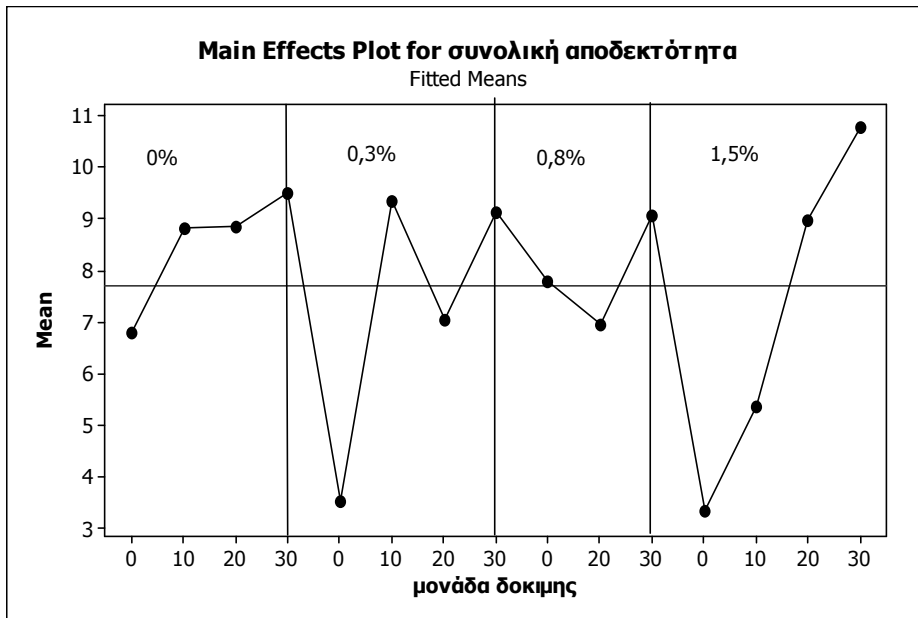
## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΛΙΠΟΥΣ ΣΤΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΟΔΕΚΤΟΤΗΤΑ

Το παρακάτω διάγραμμα (σχήμα 5) δείχνει ότι η συνολική αποδεκτότητα αυξάνεται με την αύξηση του λίπους. Οι δοκιμαστές έκριναν τα λουκάνικα με 30% λίπος σαν περισσότερο αποδεκτά, ενώ αυτά με 0% λίπος σαν λιγότερο αποδεκτά, γεγονός το οποίο βρίσκει σύμφωνους και τους Cofrades et al., 1999 και Keeton 1994, σύμφωνα με τους οποίους όταν τα επίπεδα του λίπους μειωθούν, τα τρόφιμα γίνονται λιγότερο αποδεκτά. Πιο συγκεκριμένα οι δοκιμαστές εκτίμησαν τη μονάδα δοκιμής με 0% λίπος σαν λίγο αποδεκτή, με 10% και 20% σαν μέτρια αποδεκτές και με 30% λίπος σαν αρκετά αποδεκτή.



Σχήμα 5: Διάγραμμα επίδρασης του λίπους στη συνολική αποδεκτότητα για τα λουκάνικα με 0%, 10%, 20% και 30% λίπος.

Τα λουκάνικα με 30% λίπος (4, 8, 12, 16) (πίνακας 2 )έχουν υψηλές τιμές αποδεκτότητας σε αντίθεση με αυτά με 0% λίπος (1, 5, 9, 11) (πίνακας 2 ) που έχουν τις χαμηλότερες τιμές αποδεκτότητας (σχήμα 6).



Σχήμα 6: Διάγραμμα επίδρασης του λίπους στη συνολική αποδεκτότητα για τα λουκάνικα με 0%, 10%, 20% και 30% λίπος ανά μονάδα δοκιμής.

### 5.1.2 Αξιολόγηση υποκειμενικού οργανοληπτικού ελέγχου.

Στον υποκειμενικό οργανοληπτικό έλεγχο έγινε αξιολόγηση της επίδρασης του λίπους και της καραγεννάνης στη λιπαρότητα, την ελαστικότητα, τη συνεκτικότητα και τη μασητικότητα. Από τα παραπάνω ούτε η προσθήκη του λίπους αλλά ούτε και η προσθήκη της καραγεννάνης φαίνεται να έχουν στατιστικά σημαντική επίδραση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των λουκάνικων, αφού η ακριβής πιθανότητα σφάλματος δεν βρέθηκε μικρότερη από 0,05 σε κανένα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Σύμφωνα με τους Koutsouroulos et al., 2008, λουκάνικα τύπου Φρανκφούρτης χαμηλά σε λιπαρά με προσθήκη καραγεννάνης είναι το ίδιο αποδεκτά με λουκάνικα με μεγαλύτερη λιποπεριεκτικότητα.

### 5.2 Στατιστικός έλεγχος μηχανικών μεταβλητών

Στη μηχανική αξιολόγηση έγινε προσδιορισμός της συνεκτικότητας, της ελαστικότητας, της σκληρότητας, της κομμώδους υφής και της μασητικότητας των λουκάνικων. Τα χαρακτηριστικά αυτά δεν κατέδειξαν καμία στατιστικά

σημαντική διαφοροποίηση ως προς τους μελετούμενους παράγοντες. Μάλιστα σύμφωνα και με τους Koutsopoulos et al., 2008 και Cofrades et al., 1999 η προσθήκη καραγεννάνης δεν έχει καμία επίδραση στα χαρακτηριστικά της υφής.

## 6. Συμπεράσματα

1. Η προσθήκη του λίπους αυξάνει τη λιπαρότητα των λουκάνικων σύμφωνα με τον αντικειμενικό οργανοληπτικό έλεγχο.
2. Η προσθήκη του λίπους οδηγεί σε αύξηση της συνολικής αποδεκτότητας.
3. Η προσθήκη του λίπους δεν επηρεάζει την ελαστικότητα, τη συνεκτικότητα και τη μασητικότητα των λουκάνικων σύμφωνα με τους δύο οργανοληπτικούς ελέγχους.
4. Η αρεστότητα των λουκάνικων ως προς την λιπαρότητα δεν επηρεάζεται από την προσθήκη του λίπους.
5. Η προσθήκη λίπους και καραγεννάνης δεν οδήγησε σε διαφορές στα χαρακτηριστικά της υφής, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Instron.
6. Η προσθήκη καραγεννάνης δεν επηρέασε τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.



## 7. Βιβλιογραφία

- Ahmed, P. O., Miller, M. F., Lyon, C. E., Vaughters, H. M., & Reagan, J. O. (1990). Physical and sensory characteristics of low-fat fresh pork sausage processed with various levels of added water. *Journal of Food Science*, 55(3), 625–628.
- Allen P, Dreeling N, Desmond E, Hughes E, Mullen AM & Troy D (1999). New Technologies in the Manufacture of Low Fat Meat Products. Final Report. Castleknock: *The National Food Centre*.
- AOAC (1997). Official method of analysis (15<sup>th</sup> ed.) Arlington, VA: Association of official Analytical chemists.
- Belitz, H., Grosch, W., Schieberle, P. (2006). Food Chemistry. Τζιόλα.
- Berry, B. W. (1994). Properties of low-fat, non-breaded pork nuggets with added gums and modified starches. *Journal of Food Science*, 59(4), 742–746.
- Bloukas, J. G., & Paneras, E. D. (1993). Substituting olive oil for pork backfat affects quality of low-fat frankfurters. *Journal of Food Science*, 58(4), 705–709.
- Blukas, J.G., Paneras, E.D. & Papadima, S., (1997). Effect of carrageenan on processing and quality characteristics of low-fat frankfurters. *Journal of Muscle Foods*, 8, 63-83.
- Bourne, M.C. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology*, 62–66.
- Candogan, K. & Kolsarici, N., (2003). The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. *Meat Science*, 64, 199–206.
- Carballo, J., Barreto, G. & Jimenez Colmenero, F. (1995) ‘Starch and Egg White influence on Properties of Bologna Sausage as Related to Fat Content’ *Journal of Food Science*. 60, 673–677.

- Cengiz, E. & Gokoglu, N., (2005). Changes in energy and cholesterol contents of frankfurter-type sausages with fat reduction and fat replacer addition. *Food Chemistry*, 91, 443–447.
- Claus, J. R., & Hunt, M. C. (1991). Low-fat, high added-water bologna formulated with texture-modifying ingredients. *Journal of Food Science*, 56(3), 643–647.
- Cofrades, S., Hughes, E. & Troy, D.J., (2000). Effects of oat fibre and carrageenan on the texture of frankfurters formulated with low and high fat. *European Food Research Technology*, 211, 19–26.
- Colmenero, E.J., (1996). Technologies for developing low-fat meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 7, 41–46.
- Desmond, E. M., & Troy, D. J. (1998). Comparative studies of nonmeat adjuncts used in the manufacture of low-fat beef burgers. *Journal of Muscle Foods*, 9, 221–241.
- Dexter, D.R., Sofos, J.N. & Schmidt, G.R. (1993). Quality Characteristics of Turkey Bologna Formulated with Carrageenan, Starch, Milk and Soy Protein. *Journal Muscle Foods*, 4,207–223.
- Goutenfongea, R. & Dumont, J.P. (1990). Developments in Low-fat and Meat Products. *Reducing fat in Meat Animals*, 398–436.
- Hand, L.W., Hollingsworth, C.A. and Mandingo, R.W. (1987). Effects of Preblending, Reduced Fat and Salt Levels on Frankfurter Characteristics. *Journal of Food Science*, 52,1149–1151.
- Hoelscher, L. M., Savell, J. W., Harris, J. M., Cross, H. R., & Rhee, K. S. (1987). Effect of initial fat level and cooking method – Cholesterol content and caloric value of ground beef patties. *Journal of Food Science*, 52, 882–885.
- Hughes, E., Cofradesb, S. & Troy, D.J., (1997). Effects of Fat Level, Oat Fibre and Carrageenan on Frankfurters Formulated with 5, 12 and 30% Fat. *Meat Science*, 45 (3), 273–281.
- Keeton, J. T. (1994). Low-fat meat products – Technological problems with processing. *Meat Science*, 36, 241–276.

- Keeton, J. T. (1991). Fat Substitutes and Fat Modification in Processing. *Reciprocal Meat Conference Proceedings*, 44, 79–91.
- Kerry, J., Kerry, J., & Ledward, D. (2002). Meat processing. Woodhead publishing limited. England.
- Koutsopoulos, D.A., Koutsimanis, G.E. & Bloukas, J.G., (2008). Effect of carrageenan level and packaging during ripening on processing and quality characteristics of low-fat fermented sausages produced with olive oil. *Meat Science*, 79, 188–197.
- Kramlich, W., Pearson, A. & Tauber, F. (1973). Processed meats. Avi publishing company, inc.
- Lawrie, R. (1981). Developments in meat science 2. Applied science publishers. London and New Jersey.
- Lawrie, R. (1988). Developments in meat science 4. Elsevier applied science. London and New York.
- Matulis, R. J., McKeith, F. K., Sutherland, J. W., & Brewer, M. S. (1995). Sensory characteristics of frankfurters as affected by salt, fat, soy protein, and carrageenan. *Journal of Food Science*, 60(1), 48–54.
- Mittal, G. S., & Barbut, S. (1994). Effects of various cellulose gums on the quality parameters of low-fat breakfast sausages. *Meat Science*, 35, 93–103.
- Pearson, A. & Dutson, T. (1997). Production and processing of healthy meat, poultry and fish products. Blackie academic & professional.
- Pearson, A. & Tauber, F. (1983). Processed meats (second edition). Avi publishing company, inc.
- Pearson, A., & Gillett, T. (1996). Processed meats (third edition). Chapman & Hall.
- Pietrasik, Z. & Duda, Z., (2000). Effect of fat content and soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. *Meat Science*, 56, 181–188.
- Pietrasik, Z., (2003). Binding and textural properties of beef gels processed with k-carrageenan, egg albumin and microbial transglutaminase. *Meat Science*, 63, 317–324.

- Price, J., & Schweigert, B. (1987). *The science of meat and meat products* (third edition). Food and nutrition press, inc. USA.
- Sandrou, D. K., & Arvanitoyyanis, I. S. (2000). Low-fat/calorie foods: Current state and perspectives. *Critical reviews in Food Science and Nutrition*, 40(5), 427–447.
- Shand, J.S., Schmidt, G.R., Mandingo, R.W. & Claus, J.R. (1990). New Technology for Low-fat Meat Products. *Reciprocal Meat Conference Proceedings*, 43, 37–52.
- Totosaus, R., Alfaro, R. & Chabela, M., (2004). Fat and sodium chloride reduction in sausages using k-carrageenan and other salts. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55 (5), 371–380
- Trius, A., & Sebranek, J. G. (1996). Carrageenans and their use in meat products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36, 69–85.
- Trius, A., Sebranek, J.G., Rust, R.E. & Carr, J.M., (1994). Low-Fat Bologna and Beaker Sausage: Effects of Carrageenans and Chloride Salts. *Journal of food science*, 59 (5), 941–945.
- Varnam, A. & Sutherland, J. P., (1999). Κρέας & προϊόντα κρέατος. ΙΩΝ.
- Verbeken, D., Neirinck, N., Van Der Meeren, P. & Dewettinck, K., (2005). Influence of κ-carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins. *Meat Science*, 70, 161–166.
- Wilson, N. (1981). *Meat and meat products*. Applied science publishers. London and New Jersey.
- Wood, J. & Fisher, A. (1990). *Reducing fat in meat animals*. Elsevier applied science. London and New York.
- Xiong, Y. L., Noel, D. C., & Moody, W. G. (1999). Textural and sensory properties of low-fat beef sausages with added water and polysaccharides as affected by pH and salt. *Journal of Food Science*, 64(3), 550–554.
- Yang, Keeton, J.T., Beilken, S.L. & Trout, G.R. (2001). Evaluation of Some Binders and Fat Substitutes in Lo w-fat Frankfurters. *Institute of Food Technologists*, 66, (7), 1039–1046

- Πετρίδης, Δ., (2000). Εφαρμοσμένη στατιστική με έμφαση στην επιστήμη των τροφίμων. Εκδόσεις Όμηρος. Θεσσαλονίκη.