



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Ζυμωμένα αλλαντικά

Εισηγήτρια : Ελένη Τομάζου

Επιβλέπουσα : Α.Μπατρίνου

ΑΘΗΝΑ 2022

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Ανθιμία Μπατρίνου Βιολόγος MSc, PhD, Επίκουρη Καθηγήτρια, Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, Σχολή Επιστημών Τροφίμων, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

2. Μέλος επιτροπής: Σπυρίδων Κοντελής Γεωπόνος, PhD, Ακαδημαϊκός Υπότροφος, Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, Σχολή Επιστημών Τροφίμων, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

3. Μέλος επιτροπής: Βασιλική Κυρανά, Τεχνολόγος Τροφίμων, MSc, μέλος ΕΔΙΠ, Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, Σχολή Επιστημών Τροφίμων, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του νόμου περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας ότι είμαι η αποκλειστική συγγραφέας της παρούσας πτυχιακής εργασίας, η οποία δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής, ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές (καθε είδους, μορφής και προέλευση) που χρησιμοποιήθηκαν για την συγγραφή της περιλαμβάνονται στην βιβλιογραφία. Δηλώνω επίσης ότι αναλαμβάνω τις συνέπειες, όπως αυτές νομίμως ορίζονται, σε περίπτωση που αποδειχθεί διαχρονικά ότι η εργασία αυτή αποτελεί προϊόν λογοκλοπής.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Περιεχόμενα

| | |
|---|----|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ..... | 6 |
| ABSTRACT..... | 7 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 8 |
| 1. Ζύμωση..... | 9 |
| 1.1 Ορισμός..... | 9 |
| 1.2 Ζύμωση αλλαντικών..... | 10 |
| 1.3 Βιοχημικές διεργασίες ζύμωσης..... | 12 |
| 1.4 Χρήση εκκινητών LAB κι επίδραση..... | 14 |
| 2. Προζυμωτικές διεργασίες..... | 16 |
| 2.1 Προετοιμασία νοπών αλλαντικών-πρώτες ύλες..... | 16 |
| 2.2 Πρόσθετα στην κρεατομάζα..... | 16 |
| 2.3 Τεμαχισμός κρεατομάζας..... | 19 |
| 2.4 Μαγείρεμα..... | 22 |
| 2.5 Ψύξη και συσκευασία..... | 23 |
| 3. Μεταζυμωτικές διεργασίες..... | 26 |
| 3.1 Αφυδάτωση αλλαντικών..... | 26 |
| 3.2 Μείωση λίπους..... | 28 |
| 3.3 Μείωση άλατος και αντικατάστασή του..... | 32 |
| 3.4 Μείωση νιτρικών..... | 35 |
| 3.5 Προετοιμασία κι επεξεργασία αλλαντικών αέρος..... | 36 |
| 3.5 Μικροβιακή ανάλυση..... | 37 |
| 3.6 Οργανοληπτική αξιολόγηση..... | 38 |
| 4. Χημικοί κίνδυνοι..... | 40 |
| 4.1 Βιογενείς αμίνες..... | 40 |
| 4.2 Νιτροζαμίνες & νιτρικά ή νιτρώδη..... | 41 |
| 4.3 Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (Polycyclic aromatic hydrocarbons)..... | 45 |
| 4.4 Μυκοτοξίνες..... | 47 |
| 5. Συμπεράσματα..... | 50 |

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ζύμωση των τροφίμων είναι μία αρχαία διαδικασία που πραγματοποιείται από μικροοργανισμούς διαφόρων γενών με σκοπό την παράταση της διάρκειας ζωής ευπαθών προϊόντων . Τα προϊόντα τα οποία έχουν υποστεί ζύμωση διαθέτουν διαφορετικά οργανοληπτικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά από τα αρχικά ενώ παρατείνεται και η διάρκεια ζωής τους από μερικές εβδομάδες έως και μήνες.

Τα ζυμωμένα αλλαντικά αποτελούν προϊόντα που παράγονται από την επεξεργασία του κρέατος και ζύμωσή του. Λόγω του γεγονότος πως το κρέας αποτελεί ένα πολύ ευαίσθητο προϊόν η ζύμωση έχει χρησιμοποιηθεί κατά κόρον για την διεύρυνση της διάρκειας ζωής του. Ταυτόχρονα εξισορροπεί και τη μικροβιοχλωρίδα μειώνοντας τον κίνδυνο μολύνσεων. Με αυτό τον τρόπο παράγονται μία μεγάλη ποικιλία ζυμούμενων αλλαντικών για να καλύψουν όλα τα γούστα των καταναλωτών.

Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκε η παραγωγική διαδικασία των ζυμώμενων αλλαντικών, οι πιθανοί κίνδυνοι καθώς και οι μέθοδοι αποφυγής τους. Αναλυτικότερα μελετήθηκε η διαδικασία της ζύμωσης και τα χαρακτηριστικά της, η παραγωγική διαδικασία των ζυμώμενων αλλαντικών, οι πιθανοί κίνδυνοι καθώς και μέθοδοι για την αποφυγή τους. Ακόμα αναφέρθηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά των ζυμούμενων αλλαντικών. Τα αποτελέσματα της έρευνας μας φανερώνουν πως τα ζυμούμενα προϊόντα αλλαντικών μπορούν να αποτελέσουν ασφαλή τρόφιμα τα οποία μπορούν να καταναλωθούν με ασφάλεια από μεγάλο πλήθος καταναλωτών.

Λέξεις κλειδιά : αλλαντικά, ζύμωση, γαλακτικά βακτήρια, νιτρώδη

ABSTRACT

Fermentation of food is an ancient process carried out by microorganisms of various genera in order to extend the shelf life of perishable qualities. Fermented products have different organoleptic and physico-chemical characteristics from the original ones and their shelf life is extended from a few weeks to months.

Fermented sausages are products obtained from the processing and fermentation of meat. Due to the fact that meat is a very sensitive product, fermentation has been widely used to extend its shelf life. At the same time it balances the microbiota, reducing the risk of infections. In this way, a wide variety of fermented sausages are produced to satisfy all consumer tastes.

The present study examines the production process of fermented sausages, the possible risks and the methods of avoiding them. In particular, the fermentation process and its characteristics, the production process of fermented sausages, the possible risks and methods for avoiding them were studied. The main characteristics of fermented sausages were also mentioned. The results of our research show that fermented sausage products can be a healthy food that can be safely consumed by a large number of consumers.

Key words : sausages, fermentation, lactic bacteria, nitrites

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κρέας είναι μια πολύτιμη θρεπτική τροφή που αν δεν υποστεί επεξεργασία θα υποστεί αλλοίωση μέσα σε λίγες ημέρες. Για την επίλυση αυτού του προβλήματος από την αρχαιότητα οι άνθρωποι χρησιμοποίησαν ορισμένες τεχνικές συντήρησης όπου οδήγησαν σε παράταση της διάρκειας ζωής τους κατά αρκετές ημέρες, εβδομάδες ακόμα και μήνες. Ορισμένες από αυτές τις μεθόδους επεξεργασίας μεταβάλλουν επίσης τη γεύση και την υφή του κρέατος, γεγονός που μπορεί να αυξήσει την αξία του όταν τα προϊόντα αυτά πωλούνται καθώς και την αποδοχή τους από τους καταναλωτές.

Η επεξεργασία για την παραγωγή αλλαντικών περιλαμβάνει μία σειρά από στάδια που περιλαμβάνουν την επεξεργασία του κρέατος και την προσθήκη πρόσθετων και καρυκευμάτων για την δημιουργία της κρεατομάζας η οποία στη συνέχεια θα υποστεί ζύμωση και θα αποξηρανθεί (εφόσον απαιτείται) ή θα επεξεργαστεί με αέρα.

Η ζύμωση των αλλαντικών οδηγεί σε μεταβολές στα χαρακτηριστικά τους όπως στα οργανοληπτικά, μικροβιακά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τους οδηγώντας στην παραγωγή διαφορετικών ειδών αλλαντικών για την κάλυψη των απαιτήσεων των καταναλωτών.

Η επεξεργασία όμως των αλλαντικών περιλαμβάνει και την εφαρμογή πρόσθετων, όπως τα νιτρικά και το αλάτι, καθώς και την παραγωγή ενώσεων όπως οι βιογενείς αμίνες και οι πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες τα οποία έχουν συσχετιστεί με αρνητικές επιπτώσεις για την υγεία. Ταυτόχρονα η υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά έχει οδηγήσει στην ανάγκη για μείωση της περιεκτικότητάς τους ή και υποκατάστασής ενός μέρους τους ώστε να μπορέσουν να καταστούν καταναλώσιμα από περισσότερους καταναλωτές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1-Ζύμωση

1.1 Ορισμός

Η ζύμωση είναι μια διαδικασία που συμβάλλει στη διάσπαση μεγάλων οργανικών μορίων μέσω της δράσης των μικροοργανισμών σε απλούστερα. Για παράδειγμα, τα ένζυμα της ζύμης μετατρέπουν τα σάκχαρα και άμυλο σε αλκοόλη, ενώ οι πρωτεΐνες μετατρέπονται σε πεπτίδια/αμινοξέα. Οι μικροβιακές ή ενζυματικές δράσεις σε συστατικά των τροφίμων τείνουν να ζυμώνουν τα τρόφιμα, οδηγώντας σε επιθυμητές βιοχημικές αλλαγές που είναι υπεύθυνες για την σημαντική τροποποίηση του τροφίμου. Η ζύμωση είναι ένας φυσικός τρόπος βελτίωσης των βιταμινών, των βασικών αμινοξέων, των αντιθρεπτικών συστατικών, των πρωτεϊνών, της εμφάνισης των τροφίμων, των γεύσεων και του ενισχυμένου αρώματος. Ζύμωση συμβάλλει επίσης στη μείωση της ενέργειας που απαιτείται για το μαγείρεμα καθώς και στην παραγωγή ενός ασφαλέστερου προϊόντος (Nkhata et al. 2018).

Ως εκ τούτου, η δραστηριότητα των μικροοργανισμών διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη ζύμωση των τροφίμων παρουσιάζοντας

αλλαγές στις χημικές και φυσικές ιδιότητες των τροφίμων. Τα τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση έχουν πολλά πλεονεκτήματα :

- (1) Τα ζυμωμένα τρόφιμα έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τα αρχικά τρόφιμα.
- (2) Η ενίσχυση των οργανοληπτικών ιδιοτήτων- για παράδειγμα, το τυρί έχει πιο ενισχυμένες οργανοληπτικές ιδιότητες όσον αφορά τη γεύση από ό,τι το ακατέργαστο υπόστρωμά του, δηλαδή το γάλα. Η απομάκρυνση των επιβλαβών/ ανεπιθύμητων συστατικών από τις πρώτες ύλες-για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια του γαργύφαλλου κατά την παρασκευή του γκρι, μειώνεται η περιεκτικότητα της μανιόκας σε δηλητηριώδες κυάνιο και ο μετεωρισμός. παράγοντες της σόγιας απομακρύνονται με τη ζύμωση.
- (3) Η ενίσχυση των διατροφικών ιδιοτήτων λόγω της παρουσίας μικροοργανισμών που προκαλούν ζύμωση. Για παράδειγμα, η μαγιά στο ψωμί και η μαγιά και τα βακτήρια γαλακτικού οξέος στο garrí προσθέτουν στη θρεπτική του ποιότητα.
- (4) Η διαδικασία της ζύμωσης μειώνει τον χρόνο μαγειρέματος των τροφίμων.

(5) Τα ζυμωμένα προϊόντα αποτελούνται από υψηλότερη *in vitro* αντιοξειδωτική ικανότητα. Για παράδειγμα, το ζυμούμενο γάλα και το γιαούρτι αποτελούνται από υψηλότερες αντιοξειδωτικές ιδιότητες σε σύγκριση με το γάλα, καθώς υπάρχει απελευθέρωση βιοπεπτιδίων που ακολουθούν την πρωτεόλυση των πρωτεϊνών του γάλακτος, ιδίως της α-καζεΐνης, της α-λακταλβουμίνης, και β-λακτοσφαιρίνη.

Η σύνθεση των χρησιμοποιούμενων υποστρωμάτων και οι μικροοργανισμοί ζύμωσης είναι οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τα τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση. Για όλα τα ζυμωμένα τρόφιμα και ποτά που έχουν ταυτοποιηθεί, τα βακτήρια γαλακτικού οξέος (L.A.B.) είναι ο κυρίαρχος μικροβιόκοσμος, ο οποίος έχει θεωρηθεί ο πιο κρίσιμος παράγοντας που συμβάλλει στις ευεργετικές επιδράσεις στα τρόφιμα/ποτά που έχουν υποστεί ζύμωση. Η ζύμωση μικροοργανισμοί περιλαμβάνουν κυρίως L.A.B. όπως *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, και *Pediococcus* και ζυμομύκητες και μούχλες όπως *Debaryomyces*, *Kluyveromyces*, *Saccharomyces*, *Geotrichium*, *Mucor*, *Penicillium* και *Rhizopus*. Αυτοί οι μικροοργανισμοί είναι επίσης να είναι υπεύθυνοι για την παραγωγή νέων ενζύμων που βοηθούν στην πέψη.

1.2 Ζύμωση αλλαντικών

Τα προϊόντα κρέατος που έχουν υποστεί ζύμωση είναι κυρίως ξηρά λουκάνικα, που καταναλώνονται συνήθως σε πολλές περιοχές παγκοσμίως. Στις περιοχές της Μεσογείου, πρόκειται για προϊόντα κρέατος μέσης υγρασίας με σημαντική διατηρησιμότητα που παρασκευάζονται με μπαχαρικά όπως πάπρικα, σκόρδο και μαύρο πιπέρι, γεμισμένα σε έντερα και ωριμάζουν περαιτέρω ώστε να ενισχυθεί η γεύση τους.

Η ζύμωση και ξήρανση των αλλαντικών αποτελεί μία αρχαία διαδικασία που αναπτύχθηκε από την ανάγκη διατήρησης για ένα εξαιρετικά ευπαθές προϊόν διατροφής. Γενικά πιστεύεται ότι επεξεργασία των αλλαντικών προέρχεται από την συντήρησή τους με αλάτι. Υπάρχουν στοιχεία της συντήρησης του κρέατος με αλάτι ήδη από το 3.000 π.Χ. (Romans et al., 2001) και είναι σαφές ότι οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν το αλάτι για μια ποικιλία μεθόδων επεξεργασίας και συντήρησης κρέατος. Με την πάροδο του χρόνου εισήχθησαν και διάφορα άλλα μπαχαρικά και βρέθηκε πως το νιτρικό κάλιο οδηγούσε σε καλύτερη διατήρηση του χρώματος.

Στα μέσα έως τα τέλη του 1800, η βιομηχανία κρέατος άρχισε να εξελίσσεται από αυτό που ήταν κυρίως μια βιομηχανία σφαγής ζώων σε μια βιομηχανία επεξεργασίας-συντήρησης σφαγής καθώς τα δημογραφικά στοιχεία του πληθυσμού άρχισαν να μετατοπίζονται και μια μεγαλύτερη ανάγκη για εμπορική συντήρηση τροφίμων . Η αλλαγή του αιώνα έφερε εφαρμογές της χημείας στη βιομηχανία κρέατος και μια σημαντική ανακάλυψη από Γερμανούς χημικούς έδειξε ότι ένα ουσιαστικό βήμα στο κρέας είναι η διαδικασία σκλήρυνσης δηλαδή η διαδικασία μετατροπής των νιτρικών σε νιτρώδη. Ο εικοστός αιώνας έφερε ραγδαίες εξελίξεις στα συστήματα ωρίμανσης κρέατος συμπεριλαμβανομένης της εφαρμογής επιταχυντών (αναγωγικά και οξειδωτικά), νέου εξοπλισμού και συστατικών που δεσμεύουν το νερό.

Τα ζυμωμένα λουκάνικα προέρχονται από την περιοχή της Μεσογείου, αλλά πιθανότατα αναπτύχθηκαν ανεξάρτητα σε διάφορες τοποθεσίες (Ευρώπη, Βόρεια Αμερική, Κίνα και Νοτιοανατολική Ασία). Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι γαλακτοβάκιλλοι ή οι πεδιόκοκκοι είναι τα κυρίαρχα βακτήρια καλλιέργειας, ενώ στην Ευρώπη (καθώς και στην Τουρκία) αυτά τα γένη χρησιμοποιούνται συχνότερα σε συνδυασμό με μικροκόκκους και σταφυλόκοκκους. Τα γεμιστά λουκάνικα υποβάλλονται σε επεξεργασία με κάπνισμα, ξήρανση και παλαιώση. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες κατηγορίες: τα ημίξηρα (όπως τα καλοκαιρινά λουκάνικα) και τα ξηρά ζυμωμένα λουκάνικα (όπως τα όπως τα αποξηραμένα στον αέρα ζυμωμένα λουκάνικα, το σουτζούκι και το σαλάμι). Στην Τουρκία, τα ξηρά λουκάνικα ζύμωσης ονομάζονται "sucuk" και το sucuk αντιπροσωπεύει τη μεγαλύτερη κατηγορία ζυμούμενων κρεάτων.

Κατά την διαδικασία της ζύμωσης οι ενώσεις αζώτου του κρέατος μετουσιώνονται ενζυμικά προσδίδοντας στο κρέας τη χαρακτηριστική του γεύση. Τα ένζυμα όπως η πρωτεάση, οι αμινοπεπτιδάσες και τα μικροβιακά ένζυμα διασπούν τις πρωτεΐνες των μυών, δημιουργώντας μικρά πεπτίδια και αμινοξέα, όπως αλανίνη, λευκίνη, βαλίνη, αργινίνη, λυσίνη, γλουταμικό και ασπαρτικό οξύ, τα οποία προσδίδουν στο κρέας τη χαρακτηριστική γεύση. Σε ορισμένες περιπτώσεις, το στάδιο ωρίμανσης αξιολογείται με βάση τη συγκέντρωση αυτών των αμινοξέων μετά την ζύμωση.

Η γεύση και η ποιότητα του τελικού προϊόντος εξαρτάται από τη διάρκεια της διαδικασίας. Το χρώμα καθορίζεται από την ποσότητα της σαρκοπλασματικής πρωτεΐνης. Το pH του προϊόντος μειώνεται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, οδηγώντας στη ζελατινοποίηση των σαρκοπλασματικών και μυοϊνωδών πρωτεϊνών. Τα δευτερογενή προϊόντα οξείδωσης, που σχηματίζονται ως μέρος της

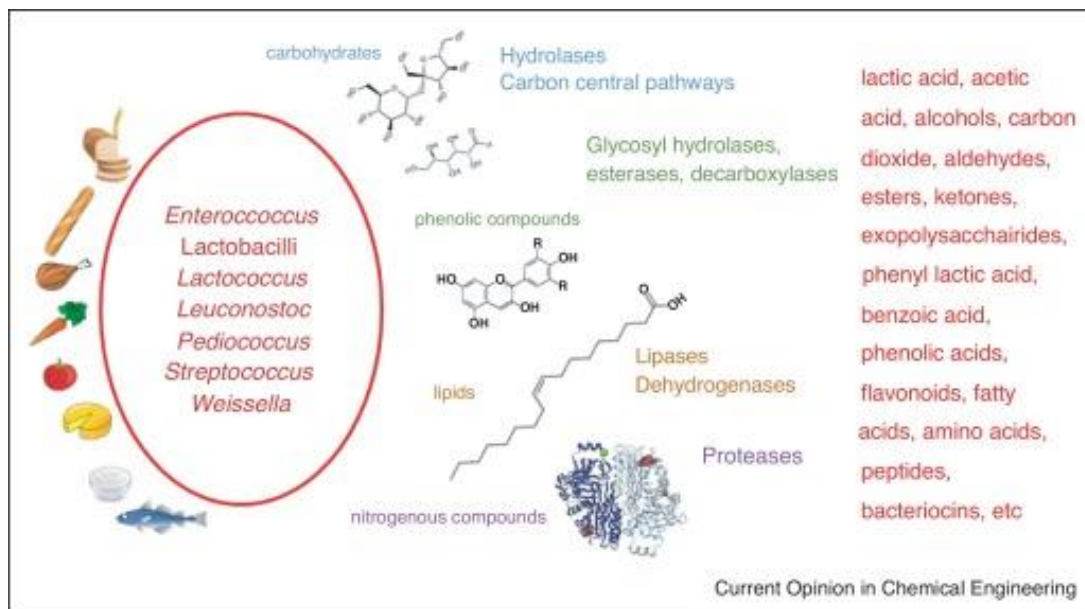
λιπόλυσης και της αυτοοξειδωσης στα λιπίδια, αναπτύσσουν συγκεκριμένες αρωματικές ενώσεις όπως αλκοόλες, αλδεΐδες, κετόνες, εστέρες και λακτόνες κατά τη ζύμωση του κρέατος (Toldra, 2006).

Επί του παρόντος, στη βιομηχανία τροφίμων χρησιμοποιούνται καλλιέργειες εκκινητών και προστατευτικές καλλιέργειες, αντί να βασίζονται στη φυσική μικροχλωρίδα για να διασφαλιστεί η αισθητηριακή και μικροβιακή ποιότητα των ζυμωμένων προϊόντων κρέατος. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης έχει διαπιστωθεί ότι παράγονται διάφορες βακτηριοσίνες, οι οποίες αναστέλλουν την ανάπτυξη άλλων μικροοργανισμών αλλοίωσης και παθογόνων μικροοργανισμών (Dridger et al., 2006).

1.3 Βιοχημικές διεργασίες ζύμωσης

Ανάλογα με την διαδικασία της ζύμωσης καθώς και τους μικροοργανισμούς που συμμετέχουν πραγματοποιούνται και διαφορετικές βιοχημικές διεργασίες.

Οι LAB χρησιμοποιούν υδατάνθρακες, λιπίδια ή πρωτεΐνες, φαινόλες, ορισμένες βιταμίνες και μέταλλα και παράγουν μεταβολίτες που συμμετέχουν στην αύξηση της διάρκειας ζωής των διαφόρων τροφίμων. Η φύση του στελέχους LAB, τα συστατικά του μέσου ανάπτυξης και η ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης και της ενζυμικής δραστηριότητας επηρεάζουν την απελευθέρωση αυτών των μεταβολιτών. Ορισμένες από αυτές τις ενώσεις, όπως τα οργανικά οξέα, τα πτητικά συστατικά, τα πεπτίδια, τα ελεύθερα αμινοξέα και οι βιταμίνες, μπορούν να διασχίσουν τις μυκητιακές ή μικροβιακές μεμβράνες και να συσσωρευτούν στο κυτταρόπλασμα. Η συσσώρευση οργανικών οξέων, βακτηριοσινών (πεπτίδια), εξωπολυσακχαριτών, πτητικών ουσιών και ο άμεσος ανταγωνισμός των μικροβίων είναι οι κυριότεροι μηχανισμοί που εμπλέκονται στο LAF προσδίδοντας αντιμικροβιακή δράση σε διάφορα συστήματα τροφίμων. Ορισμένοι μεταβολίτες περιορίζουν επίσης τον σχηματισμό ελεύθερων ριζών, μειώνουν τις δραστικές μορφές οξυγόνου και, ως εκ τούτου, συμβάλλουν σε υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση στα τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση (Zhang et al., 2017).



Εικόνα 1: Μεταβολική λειτουργία των βακτηρίων LAB Πηγή : Khubber et al., (2021)

Κατά την ζύμωση από τους μικροοργανισμούς LAB τα σάκχαρα μεταβολίζονται μέσω της οδού Embden-Meyerhoff ή της φωσφοκετολάσης σε γαλακτικό στην ομοιογαλακτική ζύμωση, ενώ το γαλακτικό και το οξικό άλας, η ακεταλδεΐδη, η αιθανόλη, το διοξείδιο του άνθρακα, η ακετοΐνη, το διακετύλιο, η 2,3-βουτανολόλη, οι εστέρες, οι αμίνες και το γ-αμινοβουτυρικό οξύ (GABA) είναι προϊόντα της ετερογαλακτικής ζύμωσης.

Οι περισσότεροι από αυτούς τους βακτηριακούς μεταβολίτες είναι αντιμικροβιακοί και στην πραγματικότητα διέπονται από τα στελέχη LAB σε συγκεκριμένα τρόφιμα και την παρουσία οξυγόνου ή τη συγκέντρωση υποστρώματος. Η ένωση 3-φαινυλογαλακτικό οξύ, ένας αντιμυκητιασικός ή αντιβακτηριακός μεταβολίτης ευρέος φάσματος παράγεται περισσότερο από τους *Lactobacilli*, ιδίως από τον *Companilactobacillus crustorum*, σε σύγκριση με τους κοκκύτες των γενών *Enterococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* και *Streptococcus* στα ζυμωμένα λαχανικά. Οι ετεροζυμωτικοί LAB (*Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Weissella* κ.λπ.) χρησιμοποιούν συνυποστρώματα ως δέκτες ηλεκτρονίων και, συνεπώς, είναι ταχέως οξυνόμενοι και οδηγούν σε έντονη αναστολή σε παθογόνα. Οι λιπάσες των ετεροζυμωτικών LAB επιφέρουν αναγωγή των λιπών σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, ενώ έχει αναφερθεί ότι οι αφυδρογονάσες από *Lactobacilli* επιφέρουν μετατροπή των προϊόντων οξείδωσης των λιπιδίων (αλδεΐδες) σε αλκοόλες. Η εξειδίκευση του στελέχους αποτελεί επίσης καθοριστικό παράγοντα για το αυξημένο επίπεδο ορισμένων λιπαρών οξέων και τη μετεστεροποίηση (Gaenzle, 2015).

Για τη βιομετατροπή των φαινολικών, οι γαλακτοβάκιλλοι, ιδίως οι *L. plantarum*, *L. acidophilus* και *L. paracasei*, συμμετέχουν κυρίως στη ζύμωση τροφίμων πλούσιων σε φαινολικές ενώσεις, καθώς μπορούν να αντισταθούν στην υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις. Ο μεταβολισμός των LAB περιλαμβάνει αποεστεροποίηση, υδρόλυση ή μετατροπή των φαινολικών σε μεμονωμένα οξέα (γαλλικό, κινικό, καφεϊκό, p-κουμαρικό, φερουλικό, διυδροκαφεϊκό, διυδροφερουλικό οξύ, βινυλοκατεχόλη, βινυλογουαϊακόλη) και συνοδεύεται από αύξηση των οργανικών οξέων (Khubber et al., 2021).

Εξαιτίας αυτού, έχει αναφερθεί σημαντική ενίσχυση της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας σε διάφορα τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση με LAB. Σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά ευρήματα, μπορεί να δηλωθεί ότι ο μεταβολισμός των φαινολικών εξαρτάται από το στέλεχος καθώς και από το είδος των φαινολικών στην πηγή τροφίμων. Οι εξωπολυσακχαρίτες (EPS) είναι πολυμερή υψηλής μοριακής μάζας σακχάρων που παράγονται γενικά *in situ* από τους LAB (*Lactobacilli*, *Streptococcus spp.*, *Lactococcus spp.*, *Leuconostoc spp.*) και είναι δυνητικά αντιμικροβιακά και αντιοξειδωτικά τροφίμων. Η ρύθμιση των συστάδων EPS από ένα ή περισσότερα ένζυμα παράγει ομοιογενή ή ετερογενή EPS, ενώ η υπερέκφραση γονιδιακών συστάδων μπορεί να οδηγήσει σε περισσότερα EPS από τους LAB [31]. Τα οργανικά οξέα και οι πρωτεϊνικοί μεταβολίτες από τη γαλακτική ζύμωση επηρεάζουν επίσης την απελευθέρωση μυκοτοξινών- ή μπορεί να προσροφηθούν σε πεπτιδογλυκάνες και πολυσακχαριδικά κυτταρικά συστατικά των LAB, όπως *L. plantarum*, *L. casei*, *L. pentosus*, *L. brevis* ή *Limosilactobacillus reuteri* (Sadiq et al., 2019).

1.4 Χρήση εκκινητών LAB κι επίδραση

Στο νωπό κρέας, το LAB είναι ένα δευτερεύον συστατικό της μικροχλωρίδας, αλλά όταν το κρέας συσκευάζεται και αποθηκεύεται υπό κενό, το προκύπτον μικροπεριβάλλον διευκολύνει την ανάπτυξη του LAB. Για την επιλογή καλλιέργειες εκκίνησης, θα πρέπει να παραχθεί η μίζα

επαρκή ποσότητα γαλακτικού οξέος, να μπορεί να αναπτυχθεί σε συγκέντρωση άλατος τουλάχιστον 6%, να είναι ομοζυμωτικός, να μπορεί να μετατρέπει γρήγορα τη γλυκόζη σε γαλακτικό οξύ αναερόβια, αναπτύσσονται παρουσία νιτρικού νατρίου ή καλίου (0,3 mg kg⁻¹ νιτρικό) ή νιτρώδη (0,15 mg kg⁻¹ νιτρώδη), αναπτύσσονται μεταξύ 21 και 43 °C, μη πρωτεολυτικό, μη λιπολυτικό, αδρανοποιημένο στους 63 °C, ανθεκτικό στη μόλυνση και μετάλλαξη φάγου, μπορεί να ξεπεράσει και να καταστείλει παθογόνα, να είναι θετικό στην καταλάση, να είναι ικανό να ενισχύσει τη γεύση και να μην παράγει βιογενείς αμίνες.

Ορισμένες εναρκτήριες καλλιέργειες περιλαμβάνουν ζυμομύκητες, όπως *Debaryomyces hansenii* και *Candida famata*. Μερικές άλλες εναρκτήριες καλλιέργειες περιλαμβάνουν γένη όπως *Penicillium* spp., για παραγωγή εξωκυτταρικών ενζύμων που υδρολύουν τα λίπη και τις πρωτεΐνες.

Τα κυρίαρχα γένη βακτηρίων που χρησιμοποιούνται είναι τα LAB τα οποία είναι ψυχοτροφικοί ετεροζυμοτικοί γαλακτοβάκιλλοι. Τα κυρίαρχα γένη βακτηρίων που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ξηρών ζυμωμένων αλλαντικών είναι τα *Pediococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Micrococcus* και *Staphylococcus*. Ο λόγος για την εφαρμογή αυτών των βακτηρίων στη παραγωγή αλλαντικών είναι η ικανότητά τους να παράγουν σταθερά κι ελεγχόμενα οξέα οι βακτηριοσίνες που οδηγούν στην αναστολή της ανάπτυξης ανεπιθύμητων μικροοργανισμών για την απόκτηση της επιθυμητής δομής και χρώματος του τελικού προϊόντος.

Ταυτόχρονα η εναρκτήρια καλλιέργεια μπορεί να επιλεγθεί με βάση την ταχύτητα μετατροπής της γλυκόζης σε γαλακτικό οξύ (pH 4,8–5,1). Οι καλλιέργειες εκκίνησης υψηλής ενεργότητας έχουν την ικανότητα να μειώσουν το pH από περίπου 5,6 σε 4,8 εντός 24 ωρών από τη ζύμωση. Το *acidilactici* χρησιμοποιείται σε ζύμωση σε υψηλή θερμοκρασία (35–46 °C) για γρήγορη μείωση του pH. Για ζύμωση σε χαμηλή θερμοκρασία (21–34 °C) και ταχεία πτώση του pH χρησιμοποιείται το γένος *L. pentosaceus* ενώ για ζύμωση σε χαμηλή θερμοκρασία και για αργή μείωση του pH (αργή ζύμωση) προτιμώνται στελέχη του *L. plantarum*. Για πιο αργή ζύμωση μπορούν να χρησιμοποιηθούν μικροοργανισμοί *Staphylococcus xylosus*, *Staphylococcus carnosus*, *Staphylococcus simulans* και *Staphylococcus saprophyticus*.

Μερικοί *Lactobacillus* spp. (όπως τα *Lb. sake*, *Lb. forsiminis*, *Lb. bucher* και *Lb. suebicus*) ανάγουν τα νιτρώδη σε μονοξείδιο του αζώτου. Αυτά τα βακτήρια καταναλώνουν το αρχικό οξυγόνο και μειώνουν τα επίπεδά του επιτρέποντας την αναγωγή της μεταμυοσφαιρίνης σε μωβ και κόκκινη χρωματισμένη μυοσφαιρίνη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2-Προζυμωτικές διεργασίες

2.1 Προετοιμασία νωπών αλλαντικών-πρώτες ύλες

Η πρώτη ύλη για την παραγωγή λουκάνικων είναι το νωπό κρέας. Η πρώτη ύλη πρέπει να είναι υψηλής ποιότητας και να υποβάλλεται σε μικροβιακή ανάλυση. Όλα τα συστατικά πρέπει να σταθμίζονται σωστά σύμφωνα με κάθε συγκεκριμένη συνταγή πριν από την ανάμιξη. Το κρέας είναι κατά κανόνα νωπό /κατεψυγμένο. Το άπαχο κρέας πρέπει να είναι καλά τεμαχισμένο σε επίπεδο λιγότερο από 10 τοις εκατό μη τεμαχισμένου λίπους και συνδετικού ιστού και να είναι απαλλαγμένο από νίδια και σάρκα ενώ θα πρέπει να είναι εντελώς απαλλαγμένο από τα σωματίδια συνδέσμων, οστών και χόνδρων. Η επιλογή του κρέατος πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε το κρέας να έχει καλή ικανότητα δέσμευσης του νερού. Περίπου 20% λίπος απαιτείται για καλή υφή, γεύση και άρωμα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σκληρά και μαλακά λίπη. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί χοιρινό λίπος, μοσχαρίσιο λίπος, λίπος αρνιού, λίπος κοτόπουλου ή ακόμη και φυτικά έλαια. Το μοσχαρίσιο και το αρνίσιο λίπος έχουν πολύ έντονη γεύση, η οποία μπορεί να καλυφθεί με προσεκτική επιλογή μπαχαρικών. Το κρέας βουβαλιού είναι μια από τις καλύτερες πηγές για ποιοτικά λουκάνικα κρέατος και έτοιμα προς κατανάλωση προϊόντα κρέατος (Bhattacharya et al., 2016).

2.2 Πρόσθετα στην κρεατομάζα

Στα αλλαντικά προστίθενται αρκετά πρόσθετα ώστε να βελτιώσουν τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητές τους. Η χρήση των πρόσθετων στηρίζεται στην ικανότητά τους να απορροφούν την υγρασία αλλά και να την συγκρατούν όταν θερμαίνονται όμως η χρήση τους θα πρέπει να γίνεται σε συγκεκριμένα όρια.

Πίνακας 1: Πρόσθετα στην κρεατομάζα σε g/kg κρέατος και λαρδιού Πηγή : Κατσανίδης Ε., Τεχνολογία Κρέατος και προϊόντων, πανεπιστημιακές εκδόσεις , σ. 16

| Είδος | Ποσότητα (g) |
|-----------------------------|---------------------|
| χλωριούχο νάτριο | 28 έως 30 |
| Νιτρώδες νάτριο (150 ppm) | 0,15 |
| Νιτρικό Νάτριο (200 ppm) | 0,2 |
| Ερυθροβικό Νάτριο (500 ppm) | 0,5 |
| Σακχαρόζη | 3 έως 5 |
| Λακτόζη | 0,1 |
| Καρυκείματα | 3 έως 5 |
| Σκόρδο | 0,5 – 2 |

Τα πρόσθετα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι τα εξής :

- Αλάτι, χρησιμοποιείται κυρίως ως συντηρητικό. Σε αρκετές περιπτώσεις χρησιμοποιείται και το θαλασσινό αλάτι.
- Άμυλο, προέρχεται από πατάτες και δημητριακά
- Σκόνη γάλακτος, χρησιμοποιείται σαν συνδετικός παράγοντας
- Ζάχαρη, χρησιμοποιείται για την εξουδετέρωση της αλμυρής γεύσης του αλατιού. Η ζάχαρη εμφανίζεται συχνότερα ως ζάχαρη turbinado. Η ζάχαρη turbinado είναι μια ακατέργαστη ζάχαρη που λαμβάνεται από την εξάτμιση του χυμού ζαχαροκάλαμου που ακολουθείται από φυγοκέντρηση για την απομάκρυνση της επιφανειακής μελάσας. Η μελάσα που απομένει δίνει στη ζάχαρη turbinado ένα ανοιχτό καφέ χρώμα και γεύση παρόμοια με την καστανή ζάχαρη.
- Φωσφορικά άλατα, χρησιμοποιούνται για την μείωση των ζαρωμάτων των καπνιστών προϊόντα
- Γλουταμινικό νάτριο, χρησιμοποιείται σαν βελτιωτικό γεύσης

- Νιτρικά άλατα, προστίθενται σαν συντηρητικά
- Νιτρώδη άλατα, χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση του χρώματος.
- Ασκορβικό οξύ, λειτουργεί σαν αντιοξειδωτικό δίνοντας παράλληλα ένα βαθύ κόκκινο χρώμα καθώς ανάγει την μεταμυοσφαιρίνη προς μυοσφαιρίνη και τα νιτρώδη προς οξειδία του αζώτου
- Αρωματικές ύλες ή μπαχαρικά ή χυμός φρούτων κ λαχανικών. Φυσικές αρωματικές ύλες ή μπαχαρικά και χυμός σέλινου ή συμπυκνωμένος χυμός σέλινου αναφέρονταν συχνά ως συστατικά, και επειδή πρόκειται για φυτικά/φυτικά προϊόντα, η πιθανή συνεισφορά νιτρικών από αυτές τις πηγές είναι πολύ σημαντική. Ο χυμός λαχανικών μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν πηγή νιτρικών όπως π.χ. ο χυμός σέλινου, μαρουλιού και τευτλών. Ο χυμός σέλινου και η σκόνη σέλινου φαίνεται να είναι ιδιαίτερα συμβατά με τα επεξεργασμένα προϊόντα κρέατος, επειδή το σέλινο έχει πολύ λίγη φυτική χρωστική ουσία (σε αντίθεση με τα τεύτλα, για παράδειγμα) και ένα ήπιο γευστικό προφίλ παρόμοιο με το ωμό σέλινο που δεν υποβαθμίζει σημαντικά τη γεύση του τελικού προϊόντος. Επιπλέον, τα εν λόγω φυτικά προϊόντα μπορούν να αναγράφονται ως φυσικά αρώματα στις ετικέτες των προϊόντων κρέατος.

Τα κύρια πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή παραγώγων κρέατος είναι αντιοξειδωτικά, συνδετικά, αντιμικροβιακά, παράγοντες ωρίμανσης και επιταχυντές ωρίμανσης. Τα συνθετικά αντιοξειδωτικά που έχουν εγκριθεί για χρήση σε προϊόντα κρέατος είναι η βουτυλοϋδροξυανισόλη (BHA), το βουτυλοϋδροξυτολουόλιο (BHT), το γαλλικό προπύλιο, η τερβουτυλοϋδροκινόνη (TBHQ) και οι τοκοφερόλες. Αυτά τα αντιοξειδωτικά καθυστερούν ή αναστέλλουν την οξείδωση του κρέατος και των προϊόντων κρέατος και, ως εκ τούτου, αποφεύγουν την εμφάνιση δυσάρεστων οσμών και γεύσεων. Τα συνδετικά πρόσθετα προστίθενται στο κρέας για να διατηρηθεί η ομοιόμορφη διασπορά του λίπους σε όλο το προϊόν και για να αποφευχθεί η απώλεια νερού κατά τα διάφορα στάδια επεξεργασίας, θέρμανσης, αποθήκευσης, και ψύξης. Τα συνδετικά πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στο κρέας και τα προϊόντα κρέατος είναι φωσφορικά άλατα, άμυλα, ξανθάνη κόμμι, κόμμι γκουάρ, αλγινικό νάτριο, καραγενάνη, καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη κ.λπ.

Αξίζει να τονιστούν οι λειτουργίες των φωσφορικών αλάτων στα προϊόντα κρέατος, οι οποίες είναι η αύξηση της ικανότητας συγκράτησης νερού και η αύξηση της σταθεροποίησης του γαλακτώματος. Τα φωσφορικά άλατα έχουν επίσης και άλλες λειτουργίες, όπως η σταθεροποίηση

του χρώματος, την αναστολή της οξειδωσης των λιπιδίων και την προώθηση της διασποράς των πρωτεϊνών (Thangavelu et al., 2019).

Τα συνθετικά πρόσθετα που χρησιμοποιούνται ως αντιμικροβιακά στα προϊόντα κρέατος είναι οργανικά οξέα όπως το οξικό οξύ, γαλακτικό, προπιονικό, σορβικό, βενζοϊκό και κιτρικό οξύ, καθώς και τα θειώδη άλατα. Τα θειώδη έχουν αντιμικροβιακή δράση έναντι των μικροοργανισμών που αποσυντίθενται- ωστόσο, τα θειώδη προκαλούν προβλήματα υγείας, όπως αλλεργικές αντιδράσεις σε ευαίσθητους ανθρώπους. Τα οργανικά οξέα έχουν δραστηριότητα έναντι μιας μεγάλης ποικιλίας παθογόνων και μολύνσεων από μικροοργανισμούς. Το σορβικό οξύ χρησιμοποιείται στα προϊόντα κρέατος για την ανασταλτική του δράση κατά των ζυμομυκήτων και τις μούχλες. Ωστόσο, δεν επηρεάζει τα βακτήρια γαλακτικού οξέος, γεγονός που το καθιστά χρήσιμο ως συντηρητικό σε προϊόντα κρέατος που έχουν υποστεί ζύμωση. Τα νιτρικά και νιτρώδη άλατα είναι ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος παράγοντας ωρίμανσης στα προϊόντα κρέατος. Τα νιτρώδη οδηγούν στο κόκκινο χρώμα και τη γεύση του αλλαντικού κρέατος και έχουν αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες. Η μείωση των νιτρωδών και των νιτρικών αλάτων σε μονοξειδίο του αζώτου είναι σημαντική για το χρώμα του παστεριωμένου κρέατος. Νιτροζυλική μυοσφαιρίνη, η οποία είναι η κυρίαρχη χρωστική ουσία στα προϊόντα παστών κρεάτων, σχηματίζεται από την αλληλεπίδραση του μονοξειδίου του αζώτου με την ομάδα αίμης της μυοσφαιρίνης. Οι επιταχυντές ωρίμανσης, όπως το ασκορβικό νάτριο, το νάτριο ερυθροβικό οξύ, το ασκορβικό οξύ ή το ερυθροβικό οξύ προστίθενται στο κρέας για να επιταχύνουν τη διαδικασία ωρίμανσης, καθώς μειώνουν τα νιτρώδη σε μονοξειδίο του αζώτου. Τα νιτρώδη αντιδρούν με τις αμίνες και τα αμινοξέα οδηγώντας στο σχηματισμό N-νιτροζαμινών, οι οποίες είναι χημικοί παράγοντες με δυνητικά καρκινογόνο, μεταλλαξιογόνο και τερατογόνες ιδιότητες. Για το λόγο αυτό, αναζητούνται εναλλακτικές λύσεις για τη μείωση ή την εξάλειψη της προσθήκης νιτρωδών στα προϊόντα κρέατος και να μειωθούν οι κίνδυνοι για την υγεία (Karwowska & Kononiuk, 2020).

2.3 Τεμαχισμός κρεατομάζας

Η άλεση των συστατικών κρέατος και λίπους εφαρμόζεται σε μεγάλο βαθμό εδώ και πολλά χρόνια και εξακολουθεί να γίνεται ακόμη και σήμερα, κυρίως από μικρούς μεταποιητές, ιδίως για την παρασκευή ειδικών προϊόντων. Τα τεμάχια θα πρέπει να είναι σε μέγεθος γροθιάς κι αλέθονται πρώτα περνώντας από έναν μύλο 3-6 mm, ενώ τα λιπώδη υπολείμματα ή οι λιπώδεις ιστοί

μειώνονται μέσω πλάκας μύλου 6-9 mm. Ο πατσάς και τα κρέατα πλήρωσης αλέθονται κατά προτίμηση δύο φορές: πρώτα, μέσω μιας πλάκας μύλου 3-4 mm και στη συνέχεια μέσω μιας λεπτότερης πλάκας μύλου. Η άλεση μέσω μιας πιο χονδροειδούς πλάκας αυξάνει τη χωρητικότητα της μηχανής και θερμαίνει την πλάκα κρέατος. Ιδιαίτερα στο κρέας ταύρου, η άλεση μέσω μιας λεπτότερης πλάκας θεωρείται ότι δίνει ένα προϊόν με καλύτερες δεσμευτικές και γαλακτωματοποιητικές ιδιότητες. Στη συνέχεια προστίθενται τα άλατα ωρίμανσης και η παρτίδα αναμιγνύεται σε μηχανικό αναμικτήρα για να εξασφαλιστεί η καλή διασπορά των συστατικών. Η διαδικασία ωρίμανσης μπορεί να λάβει χώρα είτε κατά τη διάρκεια της νύχτας σε ψυγείο στους 1-4°C είτε μετά τον τελικό τεμαχισμό στον κόφτη μαζί με άλλα συστατικά και γέμιση, δηλαδή πριν ή κατά τη διάρκεια του καπνίσματος. Κατά τη διάρκεια πολλών διαδικασιών παραγωγής λουκάνικων τύπου γαλακτώματος, μετά την προκίνηση στον μύλο ακολουθεί ο τεμαχισμός, διότι συμβάλλει στην καλύτερη και πιο ομοιόμορφη μείωση του μεγέθους στον κόφτη. Σε αρκετές περιπτώσεις δεν θα πρέπει να πραγματοποιείται πολύ λεπτή κοκκοποίηση.

Μετά την άλεση, το κρέας ψιλοκόβεται σε πολύ λεπτό μέγεθος σωματιδίων για εύκολη εξαγωγή πρωτεϊνών. Οι πρωτεΐνες έχουν τη λειτουργία να δεσμεύουν το νερό που περιβάλλει τα σταγονίδια λίπους και να τα διατηρούν διασκορπισμένα. Η παρασκευή γαλακτώματος λουκάνικου γίνεται βασικά σε δύο φάσεις. Πρώτον, το άπαχο κρέας, είτε έχει προηγουμένως αλεσθεί είτε όχι, τοποθετείται στον κόφτη και τεμαχίζεται. Αυτό γίνεται με την ταυτόχρονη προσθήκη όλων των αλάτων ωρίμανσης (μαγειρικό αλάτι, νιτρώδη), φωσφορικών και/ή κιτρικών για τη συνολική παρτίδα και του ενός τρίτου της συνολικής ποσότητας ψιλοθρυμματισμένου πάγου ή νερού. Η αυξημένη συγκέντρωση αλατιού στην υδατινή φάση του μείγματος θα έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη εκχύλιση της πρωτεΐνης του κρέατος και είναι υψίστης σημασίας για το σχηματισμό σταθερού γαλακτώματος.

Το άπαχο κρέας πρέπει να τεμαχίζεται για επαρκές χρονικό διάστημα, συνήθως όχι λιγότερο από 6-8 λεπτά. Μετά από αυτό το χρονικό διάστημα, προστίθενται τα περιττά και άλλα λιπαρά κρέατα, στη συνέχεια τα μπαχαρικά και τα υπόλοιπα δύο τρίτα του συνολικού νερού. Ο τεμαχισμός συνεχίζεται στη συνέχεια μέχρι να τεμαχιστεί καλά η παρτίδα, ωστόσο η θερμοκρασία του παραγόμενου κρέατος δεν πρέπει να φτάνει πάνω από τους 18°C (δεύτερη φάση). Κατά τη διάρκεια αυτού του χρόνου, όλο το νερό προσλαμβάνεται από τα διαλυμένα και ομογενοποιημένα κρέατα. Εάν χρησιμοποιείται ασκορβικό νάτριο, αυτό προστίθεται επίσης στο τέλος της

διαδικασίας τεμαχισμού. Οι διαδικασίες παρασκευής που προβλέπουν ταυτόχρονη επεξεργασία κρέατος και λιποκοπής σε μία φάση γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς. Τα πολυφωσφορικά και τα συστατικά ωρίμανσης θα πρέπει να διαλύονται σε μικρή ποσότητα ζεστού νερού πριν προστεθούν αρκετά νωρίς ώστε να είναι δυνατή η επίδραση του πολυφωσφορικού στην ακτομυosίνη και η δράση του αλατιού και των νιτρωδών στις ιδιότητες δέσμευσης του νερού και στο χρώμα του κρέατος. Με την υψηλή περιεκτικότητα σε αλάτι και τη μεγαλύτερη διάρκεια της διαδικασίας κοπής, εξάγονται περισσότερες αλατοδιαλυτές πρωτεΐνες και βελτιώνεται η ποιότητα δέσμευσης του τελικού προϊόντος. Εάν χρησιμοποιείται ζεστό κρέας χωρίς κόκαλα, η προσθήκη φωσφορικών αλάτων δεν είναι απαραίτητη.

Πριν την τοποθέτηση σε περιβλήματα, το οξυγόνο πρέπει να αποκλείεται από το μείγμα (με συσκευές πλήρωσης υπό κενό) και η θερμοκρασία του μείγματος δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 2°C. Συχνότερα χρησιμοποιούνται φυσικά περιβλήματα (από τα έντερα των ζώων σφαγής) καθώς και περιβλήματα από τροποποιημένο κολλαγόνο ή κυτταρίνη. Τέσσερα μη αποξηραμένα προϊόντα, χρησιμοποιούνται επίσης συνθετικά περιβλήματα. Η απομάκρυνση του αέρα από το προϊόν ενισχύει τη σταθερότητα του χρώματος και το οπτικό αποτέλεσμα των λουκάνικων. Μειώνει επίσης την οξείδωση του λίπους και τη δράση των βακτηρίων και αποτρέπει την πρωτεόλυση. Συνεπώς, με την πλήρωση υπό κενό επιτυγχάνεται μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των λουκάνικων (Essien, 2003).

Το μείγμα πρέπει να γεμίζεται αμέσως όσο διατηρείται σε θερμοκρασία ψυγείου για να καταστεί δυνατή η διαδικασία σκλήρυνσης και σταθεροποίησης της μικροχλωρίδας. Μετά την ανάμιξη του μείγματος κρέατος, γεμίζεται σε προμαγειρεμένο κι αλατισμένο περίβλημα κατσίκας ή προβάτου αποκλείοντας την είσοδο αέρα. Ο αέρας που παραμένει μέσα στο περίβλημα θα έχει μη ικανοποιητικά αποτελέσματα:

- θα αποχρωματίζει το κρέας
- Θα μειώνει την διάρκεια ζωής του
- Θα οδηγεί σε ανομοιόμορφη ψύξη, βάρος και ανομοιόμορφη καμπυλότητα του προϊόντος

Αφότου γεμιστεί τότε δημιουργούνται κόμποι στις άκρες και σχηματίζεται μία θηλιά.

Έπειτα διατηρούνται σε ειδικό δωμάτιο για να ενεργοποιηθεί η επιφάνεια υγρασία για διαφυγή στους 22 °C και σχετική υγρασία (RH) κάτω από 80%.

2.4 Μαγείρεμα

Το μαγείρεμα καθιστά τα τρόφιμα ασφαλή προς κατανάλωση και εύγευστα. Προκειμένου να εξασφαλιστεί η ασφάλεια των τροφίμων, τα τρόφιμα μαγειρεύονται σε υψηλότερες θερμοκρασίες για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα- ωστόσο, η πρακτική αυτή μειώνει τη θρεπτική και οργανοληπτική ποιότητα των τροφίμων: απώλεια και οξείδωση υδατοδιαλυτών και θερμοδιαλυτών βιταμινών, απώλεια λιπών λόγω τήξης, χημικές αντιδράσεις μαυρίσματος κ.λπ. (Xiong, 2017).

Οι επιδράσεις των θερμοκρασιών μαγειρέματος στις πρωτεΐνες είναι ποικίλες. Σε θερμοκρασίες έως 100 °C, όπως συμβαίνει στο μαγείρεμα με νερό ή σε μικροκύματα, η μετουσίωση αυτή μεταφράζεται σε αποτελέσματα ενδιαφέροντος, όπως ενζυματική αδρανοποίηση λιπασών, πρωτεασών κ.λπ., βελτίωση της πεπτικότητας ή μείωση της τοξικότητας- μεταξύ 100 και 140 °C, όπως στο μαγείρεμα υπό πίεση και στο ψήσιμο, η πεπτικότητα μειώνεται με τη δημιουργία ενδομοριακών και διαμοριακών ομοιοπολικών δεσμών (Murphy et al., 1998). Τα ίδια αποτελέσματα συμβαίνουν σε θερμοκρασίες άνω των 140 °C, όπως στο τηγάνισμα και το ψήσιμο στη σχάρα, όπου συμβαίνει καταστροφή αμινοξέων, όπως η κυστεΐνη ή η τρυπτοφάνη, με ισομερισμό σε D-διαμόρφωση και μείωση της θρεπτικής αξίας. Στα λιπίδια, η θερμική επεξεργασία προκαλεί τήξη, αν και επειδή είναι μίγματα τριγλυκεριδίων είναι δύσκολο να καθοριστεί το ακριβές σημείο τήξης τους- πριν φτάσουν στην υγρή κατάσταση, περνούν από μια παχύρρευστη κατάσταση, στη συνέχεια καπνιστή (σε διαφορετική θερμοκρασία ανάλογα με τον τύπο του λίπους) και στη συνέχεια αποσυντίθενται. Ακόμη και η έντονη θέρμανση μπορεί μερικές φορές να σχηματίσει τοξικά κυκλικά μονομερή, διμερή και πολυμερή, όπως συμβαίνει με τις ακρολεΐνες. Οι υδατάνθρακες θεωρούνται γενικά σταθεροί έναντι του μαγειρέματος. Ωστόσο, δεν μπορούν να αποφευχθούν οι απώλειες διαλυτοποίησης αυτών των ενώσεων, οι οποίες εξαρτώνται από παράγοντες όπως ο χρόνος, το μέγεθος κ.λπ. (Dieguez et al., 2010). Με τα παραδοσιακά συστήματα μαγειρέματος, υπάρχει μεγάλος χρόνος αναμονής μεταξύ της προετοιμασίας και της διανομής των γευμάτων. Ως εκ τούτου, τα τρόφιμα πρέπει να τοποθετούνται σε ζεστά ψιλά ερμάρια, φούρνους, υδατόλουτρα κ.λπ. για να αποφευχθεί η ψύξη τους, όπου τα τρόφιμα ξηραίνονται και υπερμαγειρεύονται. Το αποτέλεσμα είναι ένα χλιαρό γεύμα, με θερμοκρασία κάτω των 65 °C στο κέντρο του προϊόντος, και επομένως επικίνδυνο από υγιεινής άποψης, καθώς αυτές οι θερμοκρασίες αποθήκευσης επιτρέπουν την ανάπτυξη μεσόφιλων και θερμόφιλων μικροοργανισμών που θα μολύνουν τα πιάτα κατά τη διάρκεια του χρόνου αναμονής για το

σερβίρισμα και την κατανάλωση. Το γεγονός αυτό μπορεί να είναι επικίνδυνο σε χώρους συλλογικής εστίασης, όπως νοσοκομεία, γηροκομεία και σχολικές καντίνες, όπου η ομάδα στην οποία απευθύνεται το μενού έχει εξασθενημένο ανοσοποιητικό σύστημα (Beriaín et al., 2011).

Υπάρχουν αρκετοί μέθοδοι μαγειρέματος : με εμβάπτιση σε δεξαμενή μαγειρέματος, τοποθέτηση σε ζεστό νερό και μαγείρεμα με κάπνισμα, μαγείρεμα με την βοήθεια της ξηρής θερμότητας κλπ. Ωστόσο, τα προγράμματα μαγειρέματος διαφέρουν σημαντικά. Εάν χρησιμοποιούνται ψεκασμοί νερού, η θερμοκρασία είναι περίπου 80-82°C. Η θερμοκρασία του νερού στις δεξαμενές μαγειρέματος μπορεί να είναι περίπου 73-76°C. Μια τελική εσωτερική θερμοκρασία του λουκάνικου 65°C θεωρείται ελάχιστη, αλλά μια θερμοκρασία 68°C είναι η βέλτιστη τελική θερμοκρασία που παρέχει επαρκή διάρκεια ζωής του προϊόντος και τα επιθυμητά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Αυτό απαιτεί συνήθως περίπου 15-20 λεπτά. Το σωστό πρόγραμμα μαγειρέματος θα πρέπει να αναπτυχθεί με προσεκτική μελέτη της απόδοσης και της ποιότητας του λουκάνικου. Μετά το μαγείρεμα στις δεξαμενές, τα λουκάνικα ξεπλένονται με ζεστό νερό για να απομακρυνθεί κάθε προσκολλημένο λίπος (Abdolghfour & Saghir, 2014).

2.5 Ψύξη και συσκευασία

Τα αλλαντικά στη συνέχεια πρέπει να βραχούν ή να μουλιαστούν έως ότου φτάσουν σε εσωτερική θερμοκρασία 20°C ενώ στη συνέχεια αφαιρείται το περίβλημα και ψύχονται ακόμα παραπάνω. Ο κύριος σκοπός της συσκευασίας είναι να αποτρέψει το κρέας και τα προϊόντα κρέατος από μικροβιακή μόλυνση, φυσικές και χημικές μεταβολές. Τα υλικά συσκευασίας για τα λουκάνικα, είτε πρόκειται για πρωτογενή είτε για δευτερογενή, πρέπει να είναι αρκετά καλά ώστε να προσφέρουν μια αποδεκτή οπτική και δομική παρουσίαση του προϊόντος στον πελάτη. Η συσκευασία υπό κενό χρησιμοποιείται σε σαβελόψωμα, λουκάνικα με λουκάνικα φρανκφούρτης και μαγειρεμένα λουκάνικα σε φέτες για την παράταση της διάρκειας ζωής στο ράφι, ενώ η χρήση της σε μαγειρεμένα, διατηρημένα με απλή ψύξη και κατεψυγμένα προϊόντα γίνεται όλο και πιο δημοφιλής. Η συσκευασία υπό κενό των αλλαντικών σε φέτες είναι ιδανική για τους τομείς των σάντουιτς και των γευμάτων, εάν οι συσκευασίες περνούν από μονάδα αποστείρωσης ή απολύμανσης πριν από τη χρήση τους στο πλαίσιο της διαδικασίας (Abdolghfour & Saghir, 2014).

Η συσκευασία κρέατος και προϊόντων κρέατος με κατάλληλο πλαστικό φιλμ και ελάσματα παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της ποιότητας και στην παράταση της διάρκειας ζωής κατά την

αποθήκευση σε ψυγείο. Συσκευασμένα υπό κενό προ-συσκευασμένα προϊόντα κρέατος και κρέατος βουβάλου για καλύτερη σταθερότητα στην αποθήκευση υπό ψύξη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3- Μεταζυμωτικές διεργασίες

3.1 Αφυδάτωση αλλαντικών

Η αφυδάτωση μπορεί να πραγματοποιηθεί και με την διαδικασία του καπνίσματος. Ο καπνός εφαρμόζεται από αρκετές ημέρες έως 3 εβδομάδες. Η πυκνότητα του καπνού και η διανομή του καπνιστηρίου διατηρείται στα απαιτούμενα επίπεδα μέσω της χρήσης συγκεκριμένου εξοπλισμού, του ελέγχου της κυκλοφορίας του αέρα, της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Τα μαλακά ξύλα έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε ρητίνη και παράγουν μεγάλη ποσότητα αιθάλης που χρωματίζει το προϊόν. Τα σκληρά ξύλα (βελανιδιά, οξιά, σφενδάμι, σημύδα, καρδιά, κέδρος, αγριόφυλλος κ.λπ.) χρησιμοποιούνται συχνότερα για την παραγωγή καπνού. Κάθε ένωση καπνού (οξέα, αλδεΐδες και φαινόλες) είναι ενεργό στη διαδικασία του ζεστού καπνίσματος. Τα οξέα και άλλα συστατικά καπνού μπορούν να προκαλέσουν σχηματισμό δέρματος στην επιφάνεια των λουκάνικων διεισδύοντας στο περίβλημα της κυτταρίνης. Η διείσδυση του καπνού μπορεί να είναι μεγαλύτερη μέσω των φυσικών περιβλημάτων. Οι βακτηριοστατικές και μυκητοστατικές επιδράσεις του καπνού εξαρτώνται από το επίπεδο παραγωγής καπνού και της θερμοκρασίας του, η οποία συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 300 και 400 °C. Ο καπνός δίνει γευστικές ιδιότητες στα λουκάνικα.

Πίνακας 2: Συνθήκες ζύμωσης και ωρίμανσης αλλαντικών αέρος

| Ημέρα | T (°C) | % RH |
|-------|--------|---------|
| 0 | 21 °C | 95 |
| 1 | 20 °C | 93 |
| 2 | 19 °C | 92 ->90 |
| 3 | 18 °C | 92 ->90 |
| 4-7 | 17 °C | 90 |
| 8 | 15 °C | 82 |
| 9 | 15 °C | 80 |

| | | |
|---|----|----------|
| 15 | 15 | 75 -> 80 |
| μέχρι 28 ημέρες στους 15C, μετά συσκευασία υπό κενό και στους 4°C | | |

Κατά την διάρκεια του καπνίσματος θα πρέπει να διατηρείται η σχετική υγρασία περίπου στο 80%. Μια πολύ χαμηλή υγρασία προκαλεί το σχηματισμό αφυδατωμένου κέλυφος πρωτεΐνης στην επιφάνεια του λουκάνικου καθώς και υπερβολική απώλεια βάρους και συρρικνωμένη εμφάνιση του προϊόντος. Κάπνισμα σε υψηλή θερμοκρασία κανονικά μειώνει το χρόνο του καπνίσματος, αλλά η επεξεργασία σε ένα πολύ ζεστό καπνιστήριο προκαλεί απώλεια βάρους και ρήξη περιβλημάτων κυτταρίνης, ενώ το πολύ κρύο κάπνισμα σκληραίνει το περίβλημα.

Ο υγρός καπνός μπορεί να εφαρμοστεί στα λουκάνικα όσο είναι στο καπνιστήριο. Παράγεται από την συμπύκνωση και κλασματική απόσταξη καπνού σκληρού ξύλου και είναι απαλλαγμένος από καρκινογόνες ενώσεις. Όμως δεν μπορεί να προσδώσει τις ίδιες οργανοληπτικές ιδιότητες με το κάπνισμα ξύλου.

Μία άλλη διαδικασία που μπορεί να εφαρμοστεί είναι το μαγείρεμα. Το μαγείρεμα ακολουθεί αμέσως μετά το κάπνισμα. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι μαγειρέματος: με βύθιση στον κάδο μαγειρέματος, ζεστό ντους σε καπνιστήριο, ζεστό ντους σε ξεχωριστά δωμάτια ψεκασμού, μαγείρεμα σε ξηροθερμικές συνθήκες, αύξηση της θερμοκρασίας του καπνιστηρίου, έγχυση ατμού κ.α. Εάν χρησιμοποιούνται σπρέι νερού στο μαγείρεμα, η θερμοκρασία είναι περίπου 82 °C. Η θερμοκρασία του νερού στα δοχεία μαγειρέματος μπορεί να είναι περίπου 76 °C. Το μαγείρεμα παρέχει επαρκή διάρκεια ζωής του προϊόντος και επιθυμητά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Το μαγείρεμα συνήθως απαιτεί περίπου 20 λεπτά. Μετά το μαγείρεμα σε κάδους, τα αλλαντικά τοποθετούνται σε ζεστό νερό για να αφαιρεθούν τα μη βρώσιμα συστατικά από την επιφάνειά τους.

Η ξήρανση ή ωρίμανση είναι η βασική διαδικασία για την παραγωγή ξηρών αλλαντικών. Ο ρυθμός στεγνώματος για τα ξηρά λουκάνικα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερος. Ταυτόχρονα το πιο κρίσιμο σημείο για το στέγνωμα είναι η αποφυγή της έντονης επιφανειακής πήξης των πρωτεϊνών και του σχηματισμού επιφανειακής στρώσης στα αλλαντικά που

αποξηραίνονται. Στην περίπτωση που τα αλλαντικά χάνουν πολύ γρήγορα υγρασία κατά τα αρχικά στάδια της ξήρανσής τους, η επιφάνειά τους σκληραίνει και σχηματίζεται μία κρούστα ή ένας δακτύλιος στο περίβλημα. Αυτός ο σκληρυμένος δακτύλιος αναστέλλει περαιτέρω μετάδοση υγρασίας και το λουκάνικο έχει υπερβολικά υγρό κέντρο. Η εφαρμογή χαμηλότερης RH στην αρχή της διαδικασίας θα επιτρέψει τη μετανάστευση της υγρασίας από το εσωτερικό του αλλαντικού προς ξήρανση προς το εξωτερικό στρώμα. Εάν ο ρυθμός στεγνώματος είναι αρκετά αργός, το περίβλημα του λουκάνικου θα επιτρέψει το σταδιακό στέγνωμα. Έτσι το λουκάνικο θα πρέπει να στεγνώσει από το εσωτερικό προς το εξωτερικό.

Στην αρχή της διαδικασίας ξήρανσης και καπνίσματος, η RH μπορεί να φτάσει το 98%. Μετά από 2-4 ημέρες, η RH πρέπει να μειωθεί αργά. Με αυτόν τον τρόπο, ο ρυθμός στεγνώματος θα πρέπει να διατηρηθεί όσο δυνατών χαμηλότερος. Συνιστάται η ρύθμιση της RH σύμφωνα με τη μείωση της υδάτινης δραστηριότητας (a_w) του προϊόντος. Η RH θα πρέπει να είναι περίπου 4% χαμηλότερη από την τιμή a_w του προϊόντος. Για παράδειγμα, όταν η τιμή a_w του προϊόντος είναι 0,96, η βέλτιστη RH στο καπνιστήριο θα πρέπει να είναι περίπου 92%

Η υπερβολική υγρασία στο στεγνωτήριο ευνοεί την ανάπτυξη μούχλας και την απώλεια μάζας των προϊόντων. Τα στεγνωτήρια θα πρέπει να είναι εξοπλισμένα με ανεμιστήρες και με εγκαταστάσεις αφύγρανσης και ψύξης ή θέρμανσης του αέρα κι ελέγχου της θερμοκρασίας με διάφορα όργανα.

Στην περίπτωση που τα ωμά αλλαντικά φυλάσσονται κρεμασμένα σε ζεστό δωμάτιο συρρικνώνονται και γίνονται υπερβολικά σταθερά. Εάν παραμείνουν σε ένα δωμάτιο με πολύ υγρασία ή πολύ δροσιά, χάνουν σύντομα το χρώμα τους. Οι περισσότεροι παραγωγοί προτιμούν να χειρίζονται τα ωμά αλλαντικά σε θερμοκρασίες γύρω στους 20°C. Αυτό γίνεται για να αποφευχθεί η συμπύκνωση στα λουκάνικα με μεταφορά από κρύο σε ζεστό μέρος (η συμπύκνωση ευνοεί την ανάπτυξη μούχλας).

3.2 Μείωση λίπους

Η υψηλή κατανάλωση λίπους στις δυτικές βιομηχανικές χώρες συνδέεται με υψηλή αρτηριακή πίεση και άλλες καρδιαγγειακές παθήσεις που αποτελούν την κύρια αιτία θανάτου στην ΕΕ (Allender et al., 2012). Ως εκ τούτου, η μείωση της πρόσληψης λίπους και η κατανάλωση

τροφίμων με υγιές λιπιδαιμικό προφίλ είναι ένας πολύ σημαντικός καθοριστικός παράγοντας για τη βελτίωση των διατροφικών συνηθειών και τη διόρθωση των ανισορροπιών.

Ως αποτέλεσμα της ξήρανσης τα αλλαντικά μπορεί να περιέχουν 30% - 50% ζωικό λίπος. Αυτή η αναλογία λίπους είναι ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει τα τελικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (γεύση, υφή, χυμώδης γεύση και εμφάνιση) αυτού του τύπου προϊόντος. Στα αλλαντικά το λίπος συμβάλλει στην ολότητα της γεύσης, την υφή, την αίσθηση του στόματος, τη ζουμερότητα και στη συνολική αισθητηριακή εκτίμηση του προϊόντος. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε μείωση ή αντικατάσταση του λίπους με την ενσωμάτωση φυτικών ελαίων μπορεί να επηρεάσει την αποδοχή των προϊόντων. Επιπλέον η παραγωγή ζυμούμενων αλλαντικών με μειωμένα λιπαρά ή λιπαρά που έχουν αντικατασταθεί από άλλες ουσίες ή φυτικά λιπαρά μπορεί να παρουσιάσει προκλήσεις που αφορούν προβλήματα στην επεξεργασία όπως ο εντοπισμός κατάλληλης μεθόδου ξήρανσης, η δέσμευση καθώς και η συγκράτηση των υγρών ελαίων στο διάλυμα του προϊόντος. Το κοκκώδες λίπος στα ζυμωμένα λουκάνικα έχει σημαντικές τεχνολογικές λειτουργίες. Βοηθά στη χαλάρωση του μείγματος των λουκάνικων και αυτό βοηθάει τη συνεχή απελευθέρωση της υγρασίας από τα εσωτερικά στρώματα του προϊόντος- μια διαδικασία απολύτως απαραίτητη για τη σωστή ζύμωση και την ανάπτυξη γεύσης/αρώματος. Η συγκράτηση των υγρών ελαίων που έχουν προστεθεί αποτελεί επίσης πρόβλημα λόγω του σχετικά υψηλής θερμοκρασίας κατά τη διαδικασία ζύμωσης/ξήρανσης. Για το αυτούς τους λόγους, τα λουκάνικα ξηρής ζύμωσης είναι τα πιο δύσκολα προϊόντα κρέατος όσον αφορά τη μείωση και την αντικατάσταση του λίπους (Muguerza et al., 2002).

Όμως αυτή η περιεκτικότητα αποτρέπει τα άτομα με καρδιαγγειακές παθήσεις ή τα υπέρβαρα άτομα από την κατανάλωση αυτών των προϊόντων. Εκτός από την ποσότητα του λίπους που καταναλώνεται, η ποιοτική του σύνθεση επηρεάζει έντονα την ανθρώπινη υγεία. Για παράδειγμα, η διασφάλιση της καρδιαγγειακής υγείας απαιτεί πολύ χαμηλή κατανάλωση trans λιπαρών οξέων (λιγότερο από 1%) και επαρκή προσφορά πο-λυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFAs 6% - 10%) στην ημερήσια ενεργειακή πρόσληψη, με τον επιπλέον περιορισμό ότι αυτά τα PUFAs πρέπει να είναι καλά ισορροπημένα μεταξύ ω-6 (5% - 8%) και ω-3 (1% - 2%), με αναλογία 1-4. Ωστόσο, τα σημερινά δυτικά διαιτολόγια είναι φτωχά σε ω-3 και πολύ πλούσια σε ω-6 PUFAs, με αναλογία ω-6/ω-3 μεταξύ 15 και 20, πολύ μακριά από αυτό που υποστηρίζεται (Heaney, 2006).

Η μείωση της περιεκτικότητας σε ζωικά λιπαρά των λουκάνικων ξηρής ζύμωσης μπορεί να απαιτήσει αναδιαμόρφωση του προϊόντος. Ένα προϊόν που αποτελείται από άπαχο κρέας, φυτικά αντί για ζωικά λιπαρά και άλλα υποκατάστατα λίπους, σε συνδυασμό με κατάλληλες συνθήκες παρασκευής, μπορεί να συμβάλει στην τροποποίηση του λιπιδικού προφίλ και της συγκέντρωσης λίπους.

Διαφορετικές προσεγγίσεις, όπως η μείωση της περιεκτικότητας σε λίπος στα κρέατα κατά την παραγωγή, η αφαίρεση λίπους από το κρέας κατά την επεξεργασία και η αντικατάσταση με μη λιπαρά συστατικά μπορούν να εφαρμοστούν για την μείωση της περιεκτικότητας σε λίπος στα προϊόντα κρέατος. Ταυτόχρονα έχουν προταθεί – χρησιμοποιηθεί διάφορες στρατηγικές για τη βελτίωση του προφίλ των λιπιδίων με την ενσωμάτωση φυτικών ελαίων, όπως η άμεση προσθήκη υγρού ελαίου, το προ-γαλάκτωμα ελαίου, η ενθυλάκωση ελαίου και στερεών λιπών μπορούν να εφαρμοστούν σε διάφορα προϊόντα κρέατος (νωπά, μαγειρεμένα, ζυμωμένα). Υπό αυτή την έννοια, το ελαιόλαδο έχει συσχετιστεί με μείωση της συνολικής και καρδιαγγειακής θνησιμότητας ενώ ακόμα στοιχεία δείχνουν πως το ελαιόλαδο μπορεί να επιδρά σημαντικά στην υγεία ιδιαίτερα σε παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου.

Η απλή μείωση της περιεκτικότητας σε ζωικό λίπος οδηγεί αναμενόμενα σε απώλεια αρώματος, το οποίο δεν γίνεται εύκολα αποδεκτό από τον καταναλωτή. Από πειράματα σε αποξηραμένα λουκάνικα στα οποία η περιεκτικότητα σε λίπος κυμαινόταν μεταξύ 10% και 30%, οι Olivares et al. (2011) διαπίστωσαν ότι η μείωση του λίπους επιβράδυνε τη λιπόλυση, την οξειδωση των λιπιδίων και την επακόλουθη δημιουργία πτητικών ενώσεων. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν επίσης ότι η αποδοχή των καταναλωτών συσχετίζεται στενά με υψηλά επίπεδα λίπους και μεγάλους χρόνους ωρίμανσης.

Σε προηγούμενη μελέτη, οι Olivares et al., (2010) είχαν προσδιορίσει ότι το όριο μεταξύ αποδοχής και απόρριψης από τους καταναλωτές των λουκάνικων ξηρής ζύμωσης με μειωμένο λίπος αντιστοιχεί σε αρχική περιεκτικότητα σε λίπος 16%, που αφήνει περιθώριο για μείωση περίπου 50% σε σχέση με το εμπορικό πρότυπο. Οι Lorenzo και Franco (2012) έδειξαν ότι τα υψηλά επίπεδα λίπους προσδίδουν λαμπερό χρώμα και πιο εύκαμπτη υφή και ευνοούν την παραγωγή ελεύθερων λιπαρών οξέων, στην περίπτωση λουκάνικων που παρασκευάζονται από μείγμα κρέατος αλόγου και χοιρινού λίπους (5% - 20%). Επιπλέον, αρκετές πολύ πρόσφατες μελέτες αναφέρουν εργασίες που αποσκοπούν στην υποκατάσταση μέρους του ζωικού λίπους από πηκτές

κυτταρίνης που προέρχονται από ίνες αραβοσίτου, ή από γλυκομανάνη konjac, έναν πολυσακχαρίτη που εξάγεται από ένα φυτό που προέρχεται από τη Νοτιοανατολική Ασία.

Οι Campagnol et al., (2012) έδειξαν ότι είναι δυνατόν να αντικατασταθεί το 50% του χοιρινού λίπους από ένα πήκτωμα κυτταρίνης χωρίς να επηρεαστεί αρνητικά η ποιότητα των λουκάνικων και να παρασκευαστούν προϊόντα με επίπεδα λίπους και χοληστερόλης μειωμένα κατά 45% και 15% αντίστοιχα. Παρά κάποιες διαφορές στην υφή, τα λουκάνικα ξηρής ζύμωσης, στα οποία το 50% και το 80% του χοιρινού λίπους αντικαταστάθηκε από πηκτή konjac, κρίθηκαν αποδεκτά από μια ομάδα γευστιγνοστών (Ruiz-Capillas et al., 2012).

Πολύ πρόσφατα, οι Alejandre et al., (2016) διερεύνησαν με επιτυχία ένα πηκτωματοποιημένο γαλάκτωμα καραγενάνης υψηλής περιεκτικότητας σε ω-3 ως υποκατάστατο ζωικού λίπους, προκειμένου να βελτιώσουν τη σύνθεση λιπαρών οξέων των λουκάνικων ξηρής ζύμωσης. Έδειξαν ότι το επίπεδο υποκατάστασης ζωικού λίπους μπορούσε να φθάσει το 32,8% χωρίς να προκληθούν σχετικές ατέλειες όσον αφορά τις ιδιότητες του χρώματος και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των τελικών προϊόντων.

Η κατανάλωση διαιτητικών ινών είναι γνωστό ότι είναι ευεργετική για την ανθρώπινη υγεία. Κατά συνέπεια, πολλές πρόσφατες μελέτες προσπάθησαν να ποσοτικοποιήσουν την επίδραση της προσθήκης ινών, συχνά φυτικής προέλευσης, ως λειτουργικό συστατικό, στις οργανοληπτικές ιδιότητες και στις ιδιότητες ασφάλειας της υγείας των λουκάνικων ξηρής ζύμωσης με μειωμένη περιεκτικότητα σε ζωικά λιπαρά. Οι García et al., (2002) μελέτησαν την επίδραση της προσθήκης ινών από φρούτα (ροδάκινο, μήλο και πορτοκάλι) και δημητριακά (σιτάρι και βρώμη), σε συγκεντρώσεις 1,5% και 3%, στις οργανοληπτικές ιδιότητες λουκάνικων ξηρής ζύμωσης που αρχικά περιείχαν μόνο 6% και 10% χοιρινό λίπος. Τα καλύτερα οργανοληπτικά αποτελέσματα επιτεύχθηκαν για λουκάνικα που παρασκευάστηκαν με 10% χοιρινό λίπος και 1,5% φυτικές ίνες από πορτοκάλια. Η προσθήκη περισσότερων ινών δίνει προϊόντα που είναι πολύ σκληρά και παρουσιάζουν προβλήματα συνεκτικότητας. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν εκείνα των Fernández-López et al. (2008) οι οποίοι έδειξαν ότι είναι δυνατή η προσθήκη 1% ινών πορτοκαλιού κατά την παρασκευή λουκάνικων χωρίς να βλάπτεται η γεύση.

Οι Mendoza et al. (2001) εξέτασαν επίσης την ενσωμάτωση ινουλίνης σε σκόνη και απέδειξαν τη δυνατότητα παρασκευής λουκάνικων ξηρής ζύμωσης με 40% - 50% λιγότερο χοιρινό λίπος και 30% λιγότερες θερμίδες, αλλά εμπλουτισμένα με 10% διαιτητικές ίνες. Η προσθήκη φυτικών ινών

από καρότα είναι μια άλλη δυνατότητα, υπό την προϋπόθεση ότι η συγκέντρωσή τους δεν υπερβαίνει το 3% για να αποφευχθούν προϊόντα κακής ποιότητας με προβλήματα ζύμωσης και στη συνέχεια υφής.

Η ενσωμάτωση ελαίων από φυτά, ψάρια ή μικροφύκη είναι επίσης μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογική οδός για τη βελτίωση του λιπιδαιμικού προφίλ των λουκάνικων με την αύξηση των επιπέδων ακόρεστων έναντι των κορεσμένων λιπαρών οξέων. Μεταξύ των ελαίων που έχουν δοκιμαστεί, αναφέρονται τα : έλαιο λιναρόσπορου σε ποσοστό 3,3%, ελαιόλαδο σε ποσοστό έως 20%, το σογιέλαιο σε ποσοστό 20%, το αποδιαταγμένο ιχθυέλαιο σε ποσοστό 30%, και το έλαιο από μικροφύκη σε ποσοστό 15% (Valencia et al., 2007). Τα περισσότερα από αυτά τα έλαια ενσωματώθηκαν ως γαλακτώματα, ή ακόμη και μικροενθυλακωμένα ώστε να διευκολυνθεί η ανάμειξη με το κρέας.

Το λίπος επίσης μπορεί να αντικατασταθεί με δομές που μοιάζουν με γέλη και περιέχουν έλαια παγιδευμένες στο εσωτερικό τους, προκειμένου να ενσωματωθούν έλαια σε προϊόντα κρέατος (Triki et al., 2013). Είναι δυνατή η δημιουργία τρισδιάστατων δικτύων ή δομών πήκτης με την επεξεργασία με υψηλές πιέσεις για τη δημιουργία ενός τρισδιάστατου δικτύου που συγκρατεί το έλαιο μπορεί να είναι μια κατάλληλη εναλλακτική λύση για μια καθαρή (χωρίς πρόσθετα πρόσθετα) και σταθερή ενσωμάτωση ελαίων σε ψημένα ζυμούμενα λουκάνικα. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να μειωθεί η περιεκτικότητα σε λίπος έως και 35%

3.3 Μείωση άλατος και αντικατάστασή του

Αν και η υπερβολική κατανάλωση νατρίου είναι επιβλαβής για την ανθρώπινη υγεία, είναι επίσης αλήθεια ότι το νάτριο παραμένει ένα σημαντικό συστατικό στην παραγωγή αποξηραμένων προϊόντων χοιρινού κρέατος λόγω των πολλών τεχνολογικών λειτουργιών του (Weiss et al., 2010).

Το χλωριούχο νάτριο είναι πρώτα απ' όλα συντηρητικό: προστατεύει μια ευρεία ποικιλία συστημάτων τροφίμων από μικροβιολογική αλλοίωση και/ή ανεπιθύμητους ή παθογόνους μικροοργανισμούς, όπως το *Clostridium botulinum* και η *Listeria monocytogenes*. Άλλα άλατα νατρίου (π.χ. γαλακτικό νάτριο και διακετικό νάτριο) χρησιμοποιούνται επίσης ευρέως σε συνδυασμό με το χλωριούχο νάτριο για την πρόληψη της ανάπτυξης ορισμένων μικροοργανισμών σε πολλά τρόφιμα. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε μείωση της ποσότητας αλατιού που προστίθεται σε ένα τρόφιμο μπορεί να δημιουργήσει πραγματικό μικροβιολογικό κίνδυνο, μειώνοντας

ενδεχομένως τη διάρκεια ζωής του προϊόντος και θέτοντας σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία. Ο Ταοrmina (2010) εξέτασε τις αντιμικροβιακές ιδιότητες του χλωριούχου νατρίου στα τρόφιμα και ασχολήθηκε με τον αντίκτυπο της μείωσης και της αντικατάστασης του αλατιού και του νατρίου στη μικροβιολογική ασφάλεια και ποιότητα των τροφίμων. Δεύτερον, το αλάτι συμβάλλει στην χαρακτηριστική γεύση στα αποξηραμένα αλλαντικά. Τρίτον, παίζει κυρίαρχο ρόλο στην τελική υφή των προϊόντων, για παράδειγμα, με τη δράση του στη διαλυτοποίηση των μυοϊνωδών πρωτεϊνών του κρέατος. Στο ζαμπόν ξηρής ωρίμανσης, το αλάτι ελέγχει την ενζυματική δραστηριότητα στο εσωτερικό των μυών αναστέλλοντας ορισμένες πρωτεάσες, όπως οι κατεψίνες και οι αμινοπεπτιδάσες, με αποτέλεσμα να ρυθμίζοντας έτσι τη χρονική πορεία της πρωτεόλυσης (Toldra, 2006).

Η παραγωγή αλλαντικών με χαμηλή περιεκτικότητα σε χλωριούχο νάτριο δεν είναι επομένως καθόλου απλή, δεδομένου του σημαντικού ρόλου που διαδραματίζει το αλάτι, καθώς τα προϊόντα αυτά όχι μόνο θα είναι λιγότερο αλμυρά, αλλά θα χάσουν και μέρος της χαρακτηριστικής γεύσης του αποξηραμένου κρέατος (Ruusunen & Puolanne, 2005). Οι πιθανές δυσμενείς επιπτώσεις της μείωσης της περιεκτικότητας σε χλωριούχο νάτριο στα αλλαντικά περιλαμβάνει την κακή υφή λόγω έντονης πρωτεόλυσης και κακή συνεκτικότητα, η οποία αποτελεί πρόβλημα κατά την κοπή των κρεάτων σε φέτες, καθώς και μείωση της γεύσης και του αρώματος που χαρακτηρίζει τα προϊόντα αυτά.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες στρατηγικές για τη μείωση της περιεκτικότητας σε νάτριο των αποξηραμένων προϊόντων χοιρινού κρέατος: άμεση μείωση του επιπέδου αλατιού με την πάροδο του χρόνου, μερική αντικατάσταση του αλατιού από άλλα μεταλλικά άλατα και χρήση βελτιωτικών γεύσης.

Ο απλούστερος τρόπος είναι να μειωθεί, άμεσα και σταδιακά -ή "κρυφά"-η ποσότητα νατρίου που προστίθεται κατά την παρασκευή των προϊόντων. Αυτό έχει γίνει από πολλούς παραγωγούς τις τελευταίες δεκαετίες. Το 1982, υποστηρίχθηκε ότι μια μέγιστη μείωση της περιεκτικότητας σε νάτριο κατά 25% θα μπορούσε να επιτευχθεί στα περισσότερα επεξεργασμένα προϊόντα κρέατος χωρίς επιζήμιες επιπτώσεις στη γεύση, την υφή ή τη διάρκεια ζωής τους.

Οι Benedini et al., (2012) διαπίστωσαν ότι σε ζαμπόνια απλή μείωση της περιεκτικότητας σε αλάτι κατά 5,5% έως 4% (συνολική μάζα) είχε ως αποτέλεσμα αξιοσημείωτες αλλαγές στην υφή, το άρωμα και τη γεύση. Ακόμα κι έτσι όμως η παραγωγή ζαμπόν με διατηρημένες

οργανοληπτικές ιδιότητες και με περιεκτικότητα σε αλάτι μειωμένη κατά 25% είναι δυνατή, εφόσον παραταθεί ο χρόνος ωρίμανσης και περιοριστεί η πρωτεόλυση. Σε μια άλλη μελέτη σε ζαμπόν Κορσικής ηλικίας 18 μηνών, ο μειωμένος χρόνος αλατοποίησης οδήγησε σε μείωση της περιεκτικότητας σε αλάτι κατά 7,3% - 4,7%, αλλά προκάλεσε επίσης ταγγισμένες και βουτυρώδεις οσμές που συνδέονται με την οξείδωση των λιπιδίων, οι οποίες έβλαψαν την τελική αποδοχή αυτού του τύπου προϊόντος από τον καταναλωτή. Διαπιστώθηκε απώλεια της γεύσης και του αρώματος του αλατιού και μαλακότερη υφή, επιζήμια για τη συνολική ποιότητα σε ιβηρικά ζαμπόν και αναδομημένα ισπανικά ζαμπόν που είχαν υποστεί μείωση της περιεκτικότητας σε αλάτι κατά 50% κατά την παρασκευή. Ο ίδιος βαθμός μείωσης του αλατιού που εφαρμόστηκε σε καπνιστά αποξηραμένα πορτογαλικά λουκάνικα οδήγησε συστηματικά σε σημαντικά υψηλότερες τιμές a_w και pH ($p < 0,05$), σε διακυμάνσεις στην πρωτεόλυση και τελικά σε διαφορετικά αρωματικά προφίλ. Οι μελέτες αυτές δείχνουν κατά τάση ότι είναι πολύ δύσκολο να μειωθεί η περιεκτικότητα σε νάτριο περισσότερο από 25%, με απλή μείωση της ποσότητας χλωριούχου νατρίου που προστίθεται στα χοιρινά προϊόντα κατά την παρασκευή τους, χωρίς να επηρεαστεί αρνητικά η υφή ή/και το άρωμα. Επιπλέον, για τα αποξηραμένα προϊόντα ζύμωσης, η περιεκτικότητα σε χλωριούχο νάτριο δεν μπορεί να μειωθεί απλά, επειδή πρέπει να επιτευχθεί μια χαμηλή τιμή a_w για να εξασφαλιστεί η μικροβιολογική σταθερότητα των προϊόντων (Roseiro et al., 2008).

Μία άλλη πολύ διαδεδομένη μέθοδος συνίσταται στην αντικατάσταση μέρους του χλωριούχου νατρίου (NaCl) από υποκατάστατα άλατα, ιδίως από χλωριούχο κάλιο (KCl), χλωριούχο ασβέστιο ($CaCl_2$), χλωριούχο μαγνήσιο ($MgCl_2$), γαλακτικό κάλιο ($C_3H_5KO_3$) ή ασκορβικό ασβέστιο ($C_{12}H_{14}CaO_{12}$), γεγονός που επιτρέπει τη μείωση της συνολικής περιεκτικότητας σε νάτριο, ενώ παράλληλα ελέγχεται το a_w στο εσωτερικό των προϊόντων. Το υποκατάστατο αλάτι που χρησιμοποιείται συχνότερα είναι το χλωριούχο κάλιο, λόγω της παρόμοιας συμπεριφοράς του όσον αφορά τη διαλυτοποίηση των πρωτεϊνών και την αναστολή της δραστηριότητας των πρωτεασών (Armenteros et al., 2009).

Ωστόσο, σε υψηλές συγκεντρώσεις, το χλωριούχο κάλιο δημιουργεί έντονη πικρή, μεταλλική γεύση στα προϊόντα. Για παράδειγμα, οι Gou et al. (1996) τόνισαν ανεπιθύμητη πικράδα σε λουκάνικα ξηρής ζύμωσης, όταν ο βαθμός αντικατάστασης του χλωριούχου νατρίου από χλωριούχο κάλιο έφτασε το 30%. Ωστόσο, άλλοι συγγραφείς διαπίστωσαν ότι το ελάττωμα αυτό

παρέμεινε αποδεκτό μέχρι ένα ποσοστό υποκατάστασης 40% - 50%, ιδίως σε ζυμωμένα λουκάνικα μικρής διαμέτρου. Οι Gou et al. (1996) διαπίστωσαν επίσης ελαττώματα αρώματος και γεύσης σε ποσοστά υποκατάστασης με γαλακτικό κάλιο και γλυκίνη ίσα με 40%, μαζί με προβλήματα υφής (δηλαδή χαμηλότερη συνεκτικότητα) για ποσοστά υποκατάστασης με γαλακτικό κάλιο και γλυκίνη 30% και 40%, αντίστοιχα. Οι Gelabert et al. (2003) έλαβαν σχεδόν τα ίδια αποτελέσματα, με την εμφάνιση ατελειών στη γεύση και την υφή, από ένα ποσοστό υποκατάστασης χλωριούχου νατρίου με KCl 40%, με γαλακτικό κάλιο 30% και με γλυκίνη 20%. Αυτοί οι συγγραφείς διαπίστωσαν επίσης ότι η αντικατάσταση του 40% - 70% του NaCl από μείγματα KCl και γαλακτικού καλίου και γαλακτικού καλίου και γλυκίνης ήταν αντιπαραγωγική, δεδομένης της σοβαρότητας των ελαττωμάτων γεύσης και υφής που παρατηρήθηκαν. Οι Gimeno et al. (1999) διαπίστωσαν επίσης χαμηλότερες βαθμολογίες για την ένταση της υφής και του χρώματος, και επομένως χαμηλότερη αισθητηριακή αποδοχή, όταν χρησιμοποιούσαν μείγματα χλωριούχων καλίου, μαγνησίου και ασβεστίου ως μερικούς αντικαταστάτες του NaCl κατά την παρασκευή λουκάνικων ξηρής ζύμωσης. Αντίθετα, οι Ibañez et al. (1997) δεν διαπίστωσαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των λουκάνικων ελέγχου που παρασκευάστηκαν με 3% NaCl και άλλων που παρασκευάστηκαν με 1,5% NaCl και 1% KCl.

3.4 Μείωση νιτρικών

Η χρήση νιτρικών αλάτων στα προϊόντα χοιρινού κρέατος χρονολογείται από την αρχαιότητα. Οι πρώτες εξηγήσεις για τον τρόπο δράσης του δόθηκαν στα τέλη του 19ου αιώνα. Τα νιτρικά λειτουργούν σαν αντιοξειδωτικοί και αντιμικροβιακοί παράγοντες διατηρώντας παράλληλα τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων. Όμως έχουν συσχετιστεί με κινδύνους για την υγεία κι έτσι η πρόσληψή τους πρέπει να είναι όσο δυνατών μικρότερη.

Ένας τρόπος για την μείωση των νιτρικών είναι η άμεση μείωση της προστιθέμενης ποσότητας μέσω της ενσωμάτωσης λαχανικών που είναι πλούσια σε νιτρικά, σε σκόνη (σέλινο, πατζάρια και ιπράσα). Αυτό απαιτεί την προσθήκη μικροβιακής χλωρίδας για να εξασφαλιστεί η αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη. Οι Tsoukalas et al. (2011) έδειξαν ότι η προσθήκη σκόνης πράσου 0,84%, που παρείχε 75 mg/kg νιτρικών, σε συνδυασμό με 75 ppm νιτρώδων, δεν τροποποίησε καθόλου τα στάδια της ζύμωσης και της ξήρανσης και επέτρεψε τη διατήρηση των ίδιων οργανοληπτικών και οργανοληπτικών ιδιοτήτων κατά την παρασκευή λουκάνικων ξηρής ζύμωσης. Η προσθήκη αυτή επέτρεψε τη μείωση της χρήσης νιτρικών κατά 50% και εξάλειψε τη χρήση "χημικών"

νιτρικών. Από μια δοκιμή που διεξήχθη με μια σταδιακή ανάλυση των νιτρικών φάνηκε ότι κατά την παρασκευή σαλαμιών, το αλατόνερο, μια πηγή νιτρικών, θα μπορούσε να αντικατασταθεί εν μέρει από λαχανικά σε σκόνη, χωρίς κανένα μικροβιολογικό κίνδυνο. Ωστόσο, τα υψηλά επίπεδα σκόνης λαχανικών έδωσαν στο σαλάμι χαμηλότερη αποφλοιωσιμότητα και το κατέστησαν πιο σφιχτό (Safa et al., 2017).

Εκτός από την άμεση μείωση της ποσότητας των νιτρικών ή/και νιτρωδών που προστίθενται κατά την παρασκευή, μια πιθανή προσέγγιση θα ήταν η παρέμβαση άμεσα στην αλυσίδα των αντιδράσεων που οδηγούν στο σχηματισμό των νιτροζαμινών, χρησιμοποιώντας αντιοξειδωτικά όπως η βιταμίνη C, οι πολυφαινόλες, το ασκορβικό ή το ερυθρορβικό οξύ, τα οποία θα εμπόδιζαν το σχηματισμό τους.

3.5 Προετοιμασία κι επεξεργασία αλλαντικών αέρος

Τα αλλαντικά αέρος (ή ξηρά ζυμούμενα αλλαντικά) διακρίνονται από χαρακτηριστικά υψηλής ποιότητας, όπως ελκυστική εμφάνιση, άρωμα και διατήρηση της ποιότητας με χαμηλό pH και χαμηλό aw. Η χρήση GDL (από 0,3 έως 0,5%) μπορεί να βελτιώσει την υφή και το χρώμα του προϊόντος και επιταχύνουν την παραγωγή οξέος.

Τα αλλαντικά αέρος είναι αποτέλεσμα μίας τεχνικής που χρησιμοποιείται από πολύ παλαιά για την παρασκευή αλλαντικών. Αυτό το κρέας ζυμώνεται, αποξηραίνεται και καπνίζεται σύμφωνα με παραδοσιακές διαδικασίες. Ο κύριος στόχος αυτής της διαδικασίας είναι να δοθεί στο κρέας μια διαφορετική εμφάνιση, ξεχωριστή γεύση και υφή και να παραταθεί η διάρκεια ζωής του.

Αναλυτικότερα τα αλλαντικά αέρος παρασκευάζονται από την χρήση σύγκοπτου κρέατος και λαρδί, χλωριούχου νατρίου κι άλλων βοηθητικών ουσιών ενώ δεν προστίθεται νερό. Συνήθως χρησιμοποιείται χοιρινό κρέας ενώ αμέσως μετά έρχεται το βοδινό κρέας. Το λαρδί που χρησιμοποιείται θα πρέπει να είναι σκληρό καθώς το πολύ μαλακό λαρδί οξειδώνεται γρήγορα δημιουργώντας αποκλίσεις στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων αλλαντικών ενώ μειώνει την διάρκεια συντήρησής τους. Άλλες ουσίες που χρησιμοποιούνται είναι τα νιτρώδη και νιτρικά άλατα, το ασορβικό, τα σάκχαρα, το σορβικό κάλιο και ορισμένα μπαχαρικά.

Το μίγμα υπόκειται σε ζύμωση και ωρίμανση σε ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας με την κυκλοφορία αέρα. Η κρεατόμαζα τοποθετείται σε θήκες με σταθερή διάμετρο

όπου δίνουν την δυνατότητα αερισμού τους στους θαλάμους αερισμού. Το τελικό παραγόμενο προϊόν καταναλώνεται χωρίς επιπλέον θέρμανση.

Συνήθως με αυτό τον τρόπο παράγονται σαλάμια αέρος. Για την επιτυχημένη παραγωγή τους είναι σημαντικό να αναπτύσσεται γρήγορα η επιθυμητή μικροχλωρίδα που αποτελείται κυρίως από ομοζυμωτικά γαλακτικά βακτήρια και μικρόκοκκους. Αυτή η μικροβιοχλωρίδα μεταβάλλεται ενώ στην περίπτωση που η αρχή της ωρίμανσης χαρακτηρίζεται από την επικράτηση αρνητικών κατά Gram βακτηρίων τότε παράγονται ελαττωματικά προϊόντα.



Εικόνα 2: Ξήρανση αλλαντικών αέρος Πηγή : <https://www.storeitcold.com/wp-content/uploads/2020/10/edi-libedinsky-Wp3qbHlw1mI-unsplash-scaled.jpg>

3.5 Μικροβιακή ανάλυση

Τα αλλαντικά αποτελούν ζυμούμενα προϊόντα με αποτέλεσμα να εντοπίζεται μία πλούσια μικροβιοχλωρίδα σε αυτά με διαφορές ως προς την σύστασή και την ποσότητά της ανάλογα το διαφορετικό είδος αλλαντικών.

Κατά μέσο όρο σε ζυμούμενα αλλαντικά οι μετρήσεις δείχνουν μέσο όρο 7,0 log cfu/g με υψηλότερη την ποσότητα των μικροοργανισμών του γένους LAB που εντοπίστηκαν σε ποσότητες περίπου 6,4 log cfu/g. Η επίδραση της πρώτης ύλης ήταν σημαντική με υψηλότερες συνολικές τιμές σε αλλαντικά που παρασκευάστηκαν από χοιρινό (7,5 log cfu/g) συγκριτικά με αλλαντικά βοδινού κρέατος (6,5 log cfu/g) (Ratsimba et al., 2019).

Τα βακτήρια γαλακτικού οξέος (LAB) είναι οι κυρίαρχοι μικροοργανισμοί στα ζυμούμενα αλλαντικά καθώς αυτά πραγματοποιούν την ζύμωση της κρεατομάζας. Εντοπίζονται σε τιμές περίπου 7 log cfu/g με τις τιμές αυτές να διαφέρουν ανάλογα το είδος του ζυμούμενου αλλαντικού (Ratsimba et al., 2019).

Τα *Enterobacteriaceae* και *E. coli* θεωρούνται δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης κι έτσι δεν θα πρέπει να εντοπίζονται στα ζυμούμενα αλλαντικά καθώς το συνιστώμενο επίπεδο που εντοπίζονται είναι <2 log cfu/g. Τα αποτελέσματα ερευνών έδειξαν πως τα αποξηραμένα ζυμούμενα αλλαντικά παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές ως προς την ποσότητα των συγκεκριμένων μικροοργανισμών περίπου στα 2,7 log cfu/g και 1,5 log cfu/g αντίστοιχα ενώ τα αλλαντικά που έχουν παρασκευαστεί από χοιρινό κρέας εμφανίζουν υψηλότερη ποσότητα στους συγκεκριμένους μικροοργανισμούς από τα αντίστοιχα ζυμούμενα αλλαντικά βοδινού κρέατος (Ratsimba et al., 2019).

Άλλοι μικροοργανισμοί που εντοπίζονται στην μικροβιοχλωρίδα σε ελάχιστες ποσότητες όμως (καθώς υποδεικνύουν μόλυνση) είναι τα *Salmonella spp*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* και *Clostridium perfringens* που θα πρέπει να εντοπίζονται σε τιμές κάτω από το όριο ανίχνευσης <2 log cfu/g (Ratsimba et al., 2019).

3.6 Οργανοληπτική αξιολόγηση

Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά καθορίζουν τον βαθμό αποδοχής του προϊόντος από τους καταναλωτές και σχετίζονται με την εμφάνιση, γεύση, οσμή και υφή του προϊόντος..

Η εμφάνιση των αλλαντικών διαφέρει ανάλογα με το είδος του. Για τα ζυμούμενα αλλαντικά σε γενικές γραμμές θα πρέπει η συσκευασία στην οποία περιέχονται να είναι πολύ καλά προσκολλημένη σε αυτά καθώς τυχόν χαλαρή προσκόλληση υποδηλώνει μικροβιακή μόλυνση. Ταυτόχρονα είναι σημαντικό η υγρασία να διατηρείται σε συγκεκριμένα επίπεδα καθώς

περισσότερη υγρασία από το φυσιολογικό σχετίζονται με την ανάπτυξη μικροοργανισμών και μία πιο ‘γλιστερή’ υφή (Καπετάνιος, 2019).

Το χρώμα των ζυμούμενων αλλαντικών επίσης διαφέρει ανάλογα τον τύπο του. Το χρώμα αποτελεί το σημαντικότερο χαρακτηριστικό της εμφάνισης καθώς με βάση αυτό αξιολογούν οι καταναλωτές το προϊόν. Το χρώμα των ζυμούμενων αλλαντικών θα πρέπει να είναι ροδαλό έως και ελαφρώς σκοτεινό ιδιαίτερα στην περιφέρεια των αλλαντικών αέρος. Το κομμάτια λίπους θα πρέπει να είναι λεπτά ενώ σε γενικές γραμμές θα πρέπει να είναι ομοιόμορφο το χρώμα σε όλη τους την επιφάνεια (Καπετάνιος, 2019).

Όσον αφορά την γεύση και την οσμή τους διαφέρει επίσης ανάλογα τον τύπο του ζυμούμενου αλλαντικού. Σε γενικές γραμμές όμως εντοπίζονται αρκετά κοινά στοιχεία. Η γεύση και ο οσμή θα πρέπει να είναι ευχάριστες κι ελαφρώς έντονες λόγω της παρουσίας καρυκευμάτων σε αυτά όμως σε σημείο να γίνονται αποδεκτές από τους καταναλωτές (Καπετάνιος, 2019).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 -Χημικοί κίνδυνοι

4.1 Βιογενείς αμίνες

Οι βιογενείς αμίνες είναι φυσικές αντιθρεπτικές βασικές αζωτούχες ενώσεις που σχηματίζονται κυρίως από την αποκαρβοξυλίωση αμινοξέων ή με αμίνωση και τρανσαμίνωση αλδεϋδων και κετονών. Οι βιογενείς αμίνες σχηματίζονται από το ένζυμο αποκαρβοξυλάση αμινοξέων της πρώτης ύλης ή των μικροοργανισμών. Οι βιογενείς αμίνες μπορεί να είναι αλειφατικές (όπως η πουτρεσκίνη, η πτωματερίνη, η σπερμίνη, και αγματίνη), αρωματική (όπως τυραμίνη και φαινυλαιθυλαμίνη) και ετεροκυκλική (όπως ισταμίνη και τρυπταμίνη). Είναι οι αιτιολογικοί παράγοντες της τροφικής δηλητηρίασης, υπερτασικής κρίσης, απώλειας βάρους, θνησιμότητας κι έχουν την ικανότητα να οδηγούν σε διάφορες φαρμακολογικές αντιδράσεις σε ζωντανούς οργανισμούς. Οι βιογενείς αμίνες μπορούν επίσης να θεωρηθούν καρκινογόνες λόγω της ικανότητάς τους να αντιδρούν με νιτρώδη άλατα για να σχηματίσουν δυνητικά καρκινογόνες νιτροζαμίνες. Χαρακτηρίζονται ως βιογενείς επειδή σχηματίζονται από τη δράση ζωντανών μικροοργανισμών.

Οι βιογενείς αμίνες σχηματίζονται λόγω της δράσης της αποκαρβοξυλάσης των μικροοργανισμών κατά την παραγωγή κι αποθήκευσή τους. Ο σχηματισμός των βιογενών αμιनों εξαρτάται από τους θετικούς στην αποκαρβοξυλάση μικροοργανισμούς, συνθήκες ωρίμανσης και αποθήκευσης (θερμοκρασία, pH, σύνθεση αερίου κ.λπ.) των προϊόντων, ελεύθερα αμινοξέα, ποσότητα αλατιού και συνθήκες υγιεινής του περιβάλλον επεξεργασίας. Βέλτιστο pH και θερμοκρασία για αποκαρβοξυλίωση είναι 4,0–5,5 και 30 °C, αντίστοιχα, αλλά οι μικροοργανισμοί μπορούν να αποκαρβοξυλιωθούν αμινοξέα από 10 έως 20 °C. Ο σχηματισμός βιογενών αμιनों μπορεί να προληφθεί με συγκέντρωση αλατιού μεγαλύτερη από 5%. Τα αμινοξέα απελευθερώνονται από τις πρωτεΐνες με πρωτεόλυση πρωτεϊνών. Βακτήρια ικανά να αποκαρβοξυλιώνουν τα αμινοξέα με την παραγωγή του ενζύμου αποκαρβοξυλάσης είναι τα *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Bacillus*, *Citrobacter*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Morganella*, *Photobacillus*, *Pediobacteraus*, *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus*, *Streptococcus* και *Vibrio*.

Αρκετές λειτουργικές ομάδες αμινοξέων είναι ευαίσθητες σε αναγωγή, όπως νίτρο, διαζω, καρβοξυλ, δισουλφίδια, σουλφοξείδια και αλκένια. Οι πιο σημαντικές βιογενείς αμίνες σε ζύμωση τα σουκάκια είναι πουτρεσκίνη, πτωματερίνη, σπερμίνη, σπερμιδίνη, ισταμίνη και τυραμίνη.

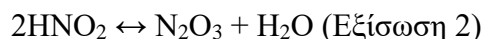
Οι αναερόβιες συνθήκες μειώνουν το σχηματισμό βιογενών αμινών ενώ οι αερόβιες συνθήκες τον ευνοούν. Η ψύξη και η οξίνιση λόγω της ζύμωσης μειώνουν τον σχηματισμό βιογενών αμινών εμποδίζοντας την ανάπτυξη μικροβίων. Αυστηρές συνθήκες υγιεινής κατά την παραγωγή λουκάνικων εμποδίζουν την ανάπτυξη μικροβίων, την παραγωγή ενζύμων και δραστηριότητα αποκαρβοξυλίωσης. Ορισμένες βιογενείς αμίνες μπορούν εύκολα να αδρανοποιηθούν σε θερμοκρασία παστερίωσης, ενώ άλλα διατηρούν τη δραστηριότητα.

4.2 Νιτροζαμίνες & νιτρικά ή νιτρώδη

Το νιτρικό νάτριο και το νιτρώδες νάτριο που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή λουκάνικων έχουν αντιμικροβιακή δράση και επίδραση στην ωρίμανση των κρεάτων. Η ωρίμανση είναι μια διαδικασία κατά την οποία η προσθήκη νιτρικού/νιτρώδους άλατος προκαλεί το σχηματισμό χαρακτηριστικής γεύσης και χρώματος στα προϊόντα. Στις πρώιμες διαδικασίες ωρίμανσης, βακτήρια (όπως *Micrococcus* και *Staphylococcus* spp.) παράγουν ένζυμα νιτρικής αναγωγής και νιτρώδους αναγωγής και τα ένζυμα αυτά ανάγουν τα νιτρικά σε νιτρώδη και τα νιτρώδη σε μονοξειδίο του αζώτου (NO, ένα αέριο), αντίστοιχα. Το νιτρώδες είναι ανασταλτικό για μια σειρά βακτηρίων (όπως τα *Clostridium botulinum*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Pseudomonas* και άλλα), ενώ τα είδη *Salmonella* και *Lactobacillus* είναι πιο ανθεκτικά. Η ανασταλτική δράση των νιτρωδών εμφανίζεται στα βακτήρια όταν η αρχική επίπεδα νιτρωδών είναι μεγαλύτερα από 100 mg kg (Parthasarathy & Bryan, 2012). Επίσης δρουν ως αντιοξειδωτικά κατά της οξείδωσης των λιπιδίων και αναστέλλουν την ανάπτυξη αλλοιώσεων και παθογόνων βακτηρίων, συμπεριλαμβανομένων των *Clostridium botulinum* και *Listeria monocytogenes*.

Τα νιτρικά που χρησιμοποιούνται μπορούν να προέρχονται είτε από συνθετικές είτε από φυσικές πηγές. Τα συνθετικά νιτρώδη, όπως το νιτρώδες νάτριο και το νιτρώδες κάλιο, χρησιμοποιούνται συνήθως στη βιομηχανία κρέατος επειδή είναι φθηνότερο και ευκολότερο στη χρήση. Ωστόσο, οι ανησυχίες των καταναλωτών σχετικά με τα συνθετικά πρόσθετα και τις προτιμήσεις τους για κατανάλωση φυσικών και βιολογικών τροφίμων έχουν αυξηθεί σημαντικά τον τελευταίο καιρό.

Τα νιτρώδη (NO_2^-), που προστίθενται στα προϊόντα κρέατος, διασπώνται σε μονοξειδίο του αζώτου (NO) μέσω των ακόλουθων αντιδράσεων :



Το νιτρώδες άλας δέχεται ιόν υδρογόνου (H^+) για να δημιουργήσει νιτρώδες οξύ (HNO_2). Το νιτρώδες οξύ σταδιακά αποσυντίθεται σε τριοξειδίο του διζώτου (N_2O_3) και σε μόριο νερού (H_2O). Το N_2O_3 διαχωρίζεται περαιτέρω σε μονοξειδίο του αζώτου (NO) και διοξειδίο του αζώτου (NO_2). Το μονοξειδίο του αζώτου, που παράγεται από τα νιτρώδη, είναι η βασική ένωση που είναι υπεύθυνη για τον παρατηρούμενο ρόλο των νιτρωδών στα αλλαντικά προϊόντα.

Η δημιουργία ενός μοναδικού χρώματος στο αλλαντικό είναι μια τυπική συνάρτηση των νιτρωδών. Το μονοξειδίο του αζώτου αντιδρά με τη μυοσφαιρίνη (Fe^{2+}) και τη μετμυοσφαιρίνη (Fe^{3+}) για να αναπτύξει ένα ωριμασμένο ροζ χρώμα (Alahakoon, Jayasena, Ramachandra, & Jo, 2015).

Η δημιουργία του χρώματος του αλλαντικού κρέατος από νιτρώδη επηρεάζεται από την παρουσία προσθέτων που χρησιμοποιούνται στα αλλαντικά προϊόντα. Τα αντιοξειδωτικά, όπως το ασκορβικό οξύ, το ερυθροβικό και οι πολυφαινόλες, προάγουν την παραγωγή μονοξειδίου του αζώτου προκαλώντας οξείδωση του N_2O_3 (Skibsted, 2011). Το ασκορβικό οξύ είναι αποτελεσματικό στη μείωση του Fe^{3+} σε Fe^{2+} και ως εκ τούτου προάγει τη μείωση της NO-μεταμυοσφαιρίνης σε NO-μυοσφαιρίνη. Ως εκ τούτου, τα αντιοξειδωτικά, έχοντας αναγωγική δράση, μπορούν να προάγουν την ανάπτυξη του χρώματος του ωριμασμένου κρέατος αυξάνοντας τον ρυθμό παραγωγής μονοξειδίου του αζώτου και μειώνοντας το NO-μετμυοσφαιρίνη.

Τα νιτρώδη είναι ένα πολύ γνωστό αντιοξειδωτικό που προστατεύει τα μόρια των λιπιδίων από τις οξειδωτικές βλάβες. Υπάρχουν διάφοροι μηχανισμοί με τους οποίους τα νιτρώδη άλατα δρα ως αντιοξειδωτικό στα αλλαντικά. Τα νιτρώδη σταθεροποιούν τον σίδηρο αίμης και επίσης δρα ως χηλικός παράγοντας μεταλλικών ιόντων, τα οποία είναι τα κύρια προοξειδωτικά στα προϊόντα κρέατος (Sebranek, 2009). Επιπλέον, το μονοξειδίο του αζώτου που παράγεται από τα νιτρώδη άλατα μπορεί εύκολα να οξειδωθεί σε NO_2 με αντίδραση με οξυγόνο (Honikel, 2008). Επίσης, το

μονοξειδίου του αζώτου αντιδρά με λιπιδικές ρίζες και σπάει τις ριζικές αλυσιδωτές αντιδράσεις της οξειδωσης (Møller & Skibsted, 2002).

Τα νιτρώδη αποτρέπουν και ελέγχει την ανάπτυξη μικροοργανισμών στα προϊόντα κρέατος. Ειδικά, τα νιτρώδη είναι γνωστό ότι είναι αποτελεσματικά στην αναστολή της ανάπτυξης του *Clostridium botulinum* ενώ μελέτες έχουν δείξει πως τα νιτρώδη άλατα καταστέλλουν την ανάπτυξη του *Listeria monocytogenes* στα προϊόντα κρέατος (Myers et al., 2013). Ωστόσο, η αντιβακτηριακή δράση των νιτρωδών δεν είναι αποτελεσματική έναντι όλων των μικροοργανισμών.

Τα συνθετικά νιτρώδη, όπως το νιτρώδες νάτριο και το νιτρώδες κάλιο, χρησιμοποιούνται ευρέως στις βιομηχανίες καθώς είναι σταθερά, ομοιόμορφα και φθηνά. Ωστόσο, παρά το χαμηλό κόστος και την ευκολία χρήσης, οι ανησυχίες των καταναλωτών για τα συνθετικά πρόσθετα έχουν αυξηθεί λόγω των αναφερόμενων κινδύνων για την υγεία του ανθρώπου που προκαλούνται από ορισμένα συνθετικά πρόσθετα, και ως εκ τούτου, η προτίμησή τους για φυσικά και βιολογικά τρόφιμα έχει αυξηθεί.

Ορισμένα λαχανικά έχουν ενδογενή νιτρικά, για παράδειγμα, το σέλινο, τα παντζάρια και το μαρούλι είναι γνωστό ότι έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε νιτρικά άλατα περίπου 1.500-2.800 ppm. Τα νιτρικά άλατα στα λαχανικά μπορούν να αναχθούν σε νιτρώδη από βακτήρια που ανάγουν τα νιτρικά όπως ο *Micrococcus varians*, *Staphylococcus carnosus* και *Staphylococcus xylosus*. Η προσθήκη χυμών λαχανικών στην αρχική καλλιέργεια μικροοργανισμών οδηγεί στην μεταφορά επαρκούς ποσότητας νιτρώδους στα παραγόμενα αλλαντικά

Μετά την προσθήκη χυμού λαχανικών, που περιέχει νιτρικά άλατα και καλλιέργεια εκκίνησης, σε κρέας ή κιμά, απαιτείται επώαση στους 38–42°C πριν από το μαγείρεμα για να εξασφαλιστεί επαρκής αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη (Sebranek et al., 2012).

Η προσθήκη μεγαλύτερης ποσότητας νιτρωδών μπορεί να οδηγήσει στο σχηματισμό καρκινογόνων νιτροζαμινών, ενώ σε περίπτωση μικρότερης ποσότητας, εμφανίζεται πρόβλημα χρώματος στο προϊόν ή τα νιτρώδη δεν μπορούν να επιδείξουν αντιμικροβιακή δράση. Η κύρια χρωστική ουσία στους μύς του κρέατος είναι η μυοσφαιρίνη. Η μυοσφαιρίνη αποτελείται από μια απλή πολυπεπτιδική αλυσίδα περίπου 150 μονάδων αμινοξέων και μια ομάδα αίμης. Η ομάδα αίμης περιέχει ένα άτομο σιδήρου, του οποίου οι διάφορες καταστάσεις οξειδωσης και η

ικανότητα σχηματισμού συμπλόκου με άλλα συστατικά έχουν ως αποτέλεσμα διαφορετικά χρώματα στο παραγόμενο προϊόν.

Είναι σημαντικό να γίνει διάκριση μεταξύ αντιδράσεων οξειδωσης-αναγωγής και αντιδράσεων οξυγόνωσης. Οι αντιδράσεις οξειδωσης και αναγωγής συνεπάγονται απώλεια (οξειδωμένο) και κέρδος (ανηγμένο) ηλεκτρονίου, αντίστοιχα, από το ένα υπόστρωμα στο άλλο, όπως μεταξύ νιτροσομοσφαιρίνης και μεταμοσφαιρίνης.

Η μωσφαιρίνη είναι υπεύθυνη για το πορφυρό κόκκινο χρώμα των μυών του νωπού κρέατος. Η μωσφαιρίνη (πορφυρό κόκκινο χρώμα, χρώμα νωπού κρέατος) μπορεί να παρουσιάσει διαφορετικά χρώματα ανάλογα με τους οξειδωτικούς και αναγωγικούς παράγοντες, τη θερμοκρασία και το pH. (i) Κατά την έκθεση του κρέατος στον αέρα, ένα μόριο οξυγόνου προστίθεται απευθείας στο τμήμα σιδήρου της μωσφαιρίνης και η μωσφαιρίνη οξυγονώνεται σε οξυμωσφαιρίνη (έντονο κόκκινο χρώμα, τυπικό χρώμα νωπού κρέατος). Παρουσία νιτροδών αλάτων, η οξυμωσφαιρίνη μπορεί να οξειδωθεί σε μεταμωσφαιρίνη (καφέ χρώμα). Οι οξειδωτικοί παράγοντες, η αφυδάτωση και η υψηλή θερμοκρασία επιταχύνουν αυτή την αντίδραση. Η μωσφαιρίνη μπορεί επίσης να οξειδωθεί απευθείας σε μετμωσφαιρίνη. Υπό συνθήκες χαμηλής μερικής πίεσης οξυγόνου, ο σχηματισμός. Ο σχηματισμός της μη ελκυστικής καφέ μεταμωσφαιρίνης μεγιστοποιείται σε μερική πίεση οξυγόνου περίπου 10 mmHg, γεγονός που έχει επιπτώσεις στο κενό. (ii) Το κόκκινο χρώμα των λουκάνικων που ωριμάζει εξαρτάται από την αντίδραση του NO με τη μωσφαιρίνη του κρέατος για την παραγωγή νιτροσομωσφαιρίνης, η οποία είναι μια ροζ-κόκκινη χρωστική ουσία (χρώμα των λουκάνικων που ωριμάζει). Παρουσία NO, η μεταμωσφαιρίνη μπορεί επίσης να αναχθεί σε νιτροσωμωσφαιρίνη ή η νιτροσωμωσφαιρίνη μπορεί επίσης να οξειδωθεί σε μεταμωσφαιρίνη παρουσία οξειδωτικού παράγοντα, όπως το οξυγόνο. (iii) Μερικές φορές, μετά τη σκλήρυνση, εφαρμόζεται θερμότητα στο προϊόν. Κατά τη στιγμή αυτή, η νιτροσομωσφαιρίνη μετατρέπεται σε νιτροσοαιμόχρωμα (ανοιχτό ροζ χρώμα) και η μεταμωσφαιρίνη μετουσιώνεται (γκρι-καφέ χρώμα μαγειρεμένου νωπού κρέατος). Όταν υπάρχει αναγωγικός παράγοντας (όπως το NO), η μετουσιωμένη μωσφαιρίνη ανάγεται επίσης σε νιτροζοαιμόχρωμα. (iv) Τα βακτήρια, το οξυγόνο, το φως και οι χημικές ουσίες οξειδώνουν περαιτέρω το νιτροζοαιμόχρωμα και μετουσιώνουν τη μεθωσφαιρίνη για να οξειδώσουν τις πορφυρίνες (πράσινο, κίτρινο, άχρωμο).

Ο σχηματισμός μη ελκυστικής καφέ μεταμυοσφαιρίνης μεγιστοποιείται σε μερική πίεση οξυγόνου περίπου 10 mmHg, η οποία έχει συνέπειες για το κενό. (ii) Το κόκκινο χρώμα των λουκάνικων εξαρτάται από την αντίδραση του NO με τη μυοσφαιρίνη του κρέατος για την παραγωγή νιτροσομυοσφαιρίνης, η οποία είναι ένα ροζ-κόκκινο χρωστική ουσία (χρώμα των λουκάνικων). Παρουσία NO, η μεταμυοσφαιρίνη μπορεί επίσης να αναχθεί σε νιτροσωμυοσφαιρίνη ή η νιτροσωμυοσφαιρίνη μπορεί επίσης να οξειδωθεί σε μεταμυοσφαιρίνη παρουσία οξειδωτικού παράγοντα, όπως το οξυγόνο. (iii) Μερικές φορές, μετά τη σκλήρυνση, εφαρμόζεται θερμότητα στο προϊόν. Αυτή τη στιγμή, η νιτροσομυοσφαιρίνη είναι μετατρέπεται σε νιτροζοαιμόχρωμα (ανοιχτό ροζ χρώμα) και η μετμυοσφαιρίνη μετατρέπεται σε μετουσιώνεται (γκρι-καφέ χρώμα μαγειρεμένου νωπού κρέατος). Όταν ένας αναγωγικός παράγοντας (όπως το NO), η μετουσιωμένη μυοσφαιρίνη ανάγεται επίσης σε νιτροζοαιμόχρωμα. (iv) Τα βακτήρια, το οξυγόνο, το φως και οι χημικές ουσίες οξειδώνουν περαιτέρω το νιτροζοαιμόχρωμα και μετουσιώνουν τη μεθυοσφαιρίνη για να οξειδώσουν τις πορφυρίνες (πράσινο, κίτρινο, άχρωμες). Η συσκευασία ή το τύλιγμα του κρέατος σε υλικό συσκευασίας που δεν διαπερνά το οξυγόνο εμποδίζει την οξείδωση και την οξυγόνωση της μυοσφαιρίνης και την οξείδωση των προϊόντων ωρίμανσης. Η συσκευασία των λουκάνικων είναι σημαντική για τη διατήρηση των χρωστικών ουσιών των αλλαντικών. Τα συσκευασμένα σε κενό αέρος λουκάνικα πρέπει να έχουν πολύ χαμηλή πίεση οξυγόνου (π.χ. κάτω από 10 mmHg). Οι συνθήκες συσκευασίας υπό κενό αποτρέπουν την οξείδωση και αναστέλλουν την ανάπτυξη βακτηρίων.

4.3 Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (Polycyclic aromatic hydrocarbons)

Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες είναι χημικοί ρυπαντές με καρκινογόνο δυναμικό που συσσωρεύονται στα τρόφιμα μέσω περιβαλλοντικών εναποθέσεων ή σχηματίζονται κατά τη θερμική επεξεργασία τους και την ατελή καύση των οργανικών υλικών που τα αποτελούν (Ciecierska and Obiedzinski, 2013).

Οι κυριότερες θερμικές διεργασίες που συμβάλλουν στη μόλυνση των τροφίμων με PAHs περιλαμβάνουν το κάπνισμα, το ψήσιμο, το φρυγάνισμα, το ψήσιμο στη σχάρα, το τηγάνισμα κ.ά. Στα αλλαντικά οι PAHs σχηματίζονται κατά την διαδικασία καπνίσματος.

Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, τα τρόφιμα υποβάλλονται σε υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες με αποτέλεσμα θερμοφυσικές, χημικές αλλαγές των οργανικών μορίων και

επακόλουθη ανασύνθεση. Δεδομένων των διαφορετικών προϊόντων τροφίμων και των διαδικασιών μαγειρέματος που χρησιμοποιούνται σε όλο τον κόσμο, δεν έχει προσδιοριστεί ένας ακριβής μηχανισμός σχηματισμού PAHs στα τρόφιμα. Ωστόσο, μέχρι σήμερα έχουν καθοριστεί τρεις πιθανοί μηχανισμοί. Αυτοί περιλαμβάνουν :

α) την πυρόλυση των οργανικών συστατικών (λίπος, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες) των τροφίμων σε θερμοκρασία 200 °C και άνω, η οποία ευνοεί τον σχηματισμό PAHs χαμηλού μοριακού βάρους και ελεύθερων ριζών που υφίστανται κυκλοποίηση και ανασυνδυασμό για να σχηματίσουν PAHs υψηλού μοριακού βάρους (HMW). Αυτοί οι HMW PAHs μετακινούνται στη συνέχεια σε υδρόφοβα και πλούσια σε λίπος διαμερίσματα του τροφίμου.

β) Σταγόνες λίπους από το τρόφιμο πάνω στην πηγή θερμότητας που ευνοούν την ατελή καύση του λίπους και τη δημιουργία ελαφρών PAHs. Αυτοί οι PAHs μεταφέρονται με τον καπνό στο τρόφιμο και συσσωρεύονται. Οι μικρότερου μοριακού βάρους PAHs αντιδρούν περαιτέρω με άλλες ρίζες για να δημιουργήσουν μεγαλύτερου μοριακού βάρους PAHs στα τρόφιμα.

γ) Τέλος, το καύσιμο που χρησιμοποιείται ως πηγή θερμότητας και τα έλαια που χρησιμοποιούνται ως μέσο μαγειρέματος υφίστανται χημικές τροποποιήσεις και ατελή καύση που ευνοούν το σχηματισμό μικρότερου μοριακού βάρους PAHs ΠΑΥ κατά τη θέρμανση σε υψηλές θερμοκρασίες. Η άμεση και έμμεση επαφή των τροφίμων (καπνός, εκπομπές και αναθυμιάσεις) έχει στη συνέχεια ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση PAHs.

Οι PAHs ισέρχονται στον ανθρώπινο οργανισμό μέσω της κατάποσης, της εισπνοής και της δερματικής επαφής, με κύρια έκθεση (88-98%) από την κατανάλωση μολυσμένων τροφίμων. Λόγω της λιπόφιλης φύσης τους μπορούν να απορροφηθούν από τους ιστούς του σώματος και να ταξιδέψουν στο εσωτερικό του. Οι περισσότερες από αυτές τις ενώσεις μεταβολίζονται στα κύτταρα του ανθρώπινου σώματος, μετατρέπονται σε μη τοξική μορφή και αποβάλλονται από το σώμα. Ωστόσο, ορισμένες από αυτές ενεργοποιούνται και μπορεί να συνδεθούν με νουκλεϊκά οξέα (DNA) και να σχηματίσουν προσμίξεις PAH-DNA και διολοεποξειδία που οδηγούν σε σφάλματα στις αντιγραφές του DNA και ευνοούν τις μεταλλάξεις (Hampikyan & Colak, 2010).

Η συσσώρευση αυτών των ενώσεων και των παραγώγων τους (διολοεποξειδία) ενέχει σοβαρές απειλές, όπως ερεθισμό των ματιών, σύγχυση, εμετό, ναυτία, διάρροια, φλεγμονή και ερυθρότητα του δέρματος, βλάβη των νεφρών και του ήπατος, μειωμένη ανοσία ή ανοσοκαταστολή, διάσπαση

των κυττάρων του αίματος, γενετικές ανωμαλίες, ασθένειες με τη μεσολάβηση οξειδωτικού στρες, γονοτοξικότητα, κυτταρικό μετασχηματισμό και καρκινογένεση (Rengarajan et al., 2015).

4.4 Μυκοτοξίνες

Οι μυκοτοξίνες συμβάλλουν σημαντικά στις απώλειες τροφίμων και αποτελούν σημαντικό αίτιο για την απώλεια τροφίμων. Οι μυκοτοξίνες αποτελούν παγκόσμια ανησυχία για τη δημόσια υγεία, με τα μπαχαρικά, τις γεωργικές καλλιέργειες, τα κρέατα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα να αποτελούν τις κύριες πηγές μυκοτοξινών (Darwish et al., 2014). Μεταξύ των πιο σημαντικών μυκοτοξινών είναι οι AF και οι OTA, οι οποίες συνεχίζουν να αποτελούν παγκόσμιο πρόβλημα προκαλώντας απώλειες εκατομμυρίων δολαρίων ετησίως όσον αφορά τις αλλαγές στην ανθρώπινη υγεία, την υγεία των ζώων και τα επιβλαβή γεωργικά προϊόντα (Zain, 2011).

Ο οικονομικός και κοινωνικός αντίκτυπος αυτών των μυκοτοξινών περιλαμβάνει απώλειες από θανάτους και ασθένειες ανθρώπων και ζώων, κτηνιατρικό και ιατρικό κόστος, μειωμένη παραγωγικότητα των ζώων, απώλεια διαβίωσης, μέτρα ελέγχου, οικονομικές απώλειες για τους αγρότες μέσω των τροφίμων και των ζωοτροφών και των απορριμμάτων λόγω μόλυνσης.

Οι αρνητικές επιπτώσεις της έκθεσης σε μυκοτοξίνες θα μπορούσαν να μετριαστούν μέσω της χρήσης γεωργικών γνώσεων και πρακτικών δημόσιας υγείας, όπως η επαρκής επεξεργασία και αποθήκευση του προϊόντος. Όμως το κύριο πρόβλημα των μυκοτοξινών σχετίζεται με τις καρκινογόνες, αλλεργιογόνες, νεφροτοξικές, ανοσοκατασταλτικές και μεταλλαξογόνες δράσεις τους (Nunez et al., 2015).

Οι μυκοτοξίνες είναι τοξικοί δευτερογενείς μεταβολίτες για ανθρώπους και ζώα. Οι περισσότερες από αυτές τις τοξίνες έχουν σχετικά μικρά μοριακά βάρη επιδεικνύοντας υψηλά επίπεδα βιοσυσώρευσης (Turner et al., 2015). Έχουν εντοπιστεί περισσότεροι από 400 τύποι μυκοτοξινών, ωστόσο, μόνο περίπου 10-15 θεωρούνται ότι παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τη δημόσια υγεία.

Προϊόντα ζωικής προέλευσης, όπως το κρέας και τα προϊόντα κρέατος, μπορεί να συμβάλλουν στην ανθρώπινη πρόσληψη μυκοτοξινών που προκύπτει από την έμμεση μεταφορά ζώων παραγωγής, τα οποία καταναλώνουν φυσικά μολυσμένα δημητριακά (μεταφερόμενα αποτελέσματα) ή από την άμεση μόλυνση μυκήτων σε μείγματα μολυσμένα μπαχαρικά που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή κρέατος (Turner et al., 2015). Αυτό έχει αποδειχθεί με την

παρουσία OTA σε ζαμπόν διαφορετικής προέλευσης (Comi and Iacumin, 2013), η οποία μπορεί να εμφανιστεί σε κρέας και προϊόντα κρέατος ως αποτέλεσμα άμεσης μόλυνσης με μούχλα ή έμμεσα μέσω ζώων που τρέφονται με μολυσμένες ζωοτροφές (Rodriguez et al., 2014).

Έμμεση μόλυνση των τροφίμων και των ζωοτροφών συμβαίνει όταν οποιοδήποτε συστατικό όπως το καλαμπόκι, το σιτάρι ή το κριθάρι έχει προηγουμένως μολυνθεί στο χωράφι από τοξικογόνους μύκητες (*Fusarium* sp.). Αυτή η μόλυνση εμφανίζεται μέσω εντόμων, παρασίτων και άλλων φορέων που μπορούν να μεταφέρουν σπόρια μυκήτων που υπάρχουν στο περιβάλλον, καθώς και περιβαλλοντικών παραγόντων όπως οι καταιγίδες και η υγρασία που βλάπτουν τα τρόφιμα προδιαθέτοντας τα σε μόλυνση. Οι μυκοτοξίνες μπορούν επίσης να εμφανιστούν μετά τη συγκομιδή κατά την επεξεργασία και την αποθήκευση σιτηρών ή σιτηρεσίων όταν δεν υπάρχει επαρκής θερμοκρασία αποθήκευσης και υγρασία, διευκολύνοντας την ανάπτυξη του *Aspergillus* sp. και *Penicillium* sp. Σε ζωοτροφές που τρέφονται με ζώα, προκαλώντας έτσι άμεση μόλυνση. Αυτά τα ζώα, τα οποία τρέφονται με τροφές μολυσμένες με μυκοτοξίνες, συσσωρεύουν αυτές τις τοξίνες στο κρέας τους, το οποίο αργότερα θα χρησιμεύσει ως τροφή, μεταφέροντας έτσι τις μυκοτοξίνες στον τελικό καταναλωτή (de Rocha et al., 2014). . Ως εκ τούτου, η κατάποση μυκοτοξινών από τον άνθρωπο λαμβάνει χώρα μέσω της κατάποσης μολυσμένων φυτικών προϊόντων, καθώς και μέσω της κατανάλωσης προϊόντων ζωικής προέλευσης όπως τα αλλαντικά.

Έχει αποδειχθεί ότι τα ξηρόφιλα είδη *Aspergillus*, *Eurotium* και *Penicillium* αναπτύσσονται στην επιφάνεια των αλλαντικών λόγω της αντοχής τους στις συνθήκες που επικρατούν στην επιφάνεια των αλλαντικών. Επιπλέον, η διάρκεια της ωρίμανσης του προϊόντος επηρεάζει επίσης την ανάπτυξη μικροοργανισμών στην επιφάνεια αυτών των προϊόντων.

Σε σχέση με τους τοξικογόνους μύκητες, τέσσερις αφλατοξίνες, οι B1, B2, G1 και G2, θεωρούνται μερικές από τις σημαντικότερες μυκοτοξίνες στα κρέατα που έχουν παρασκευαστεί ξηρά. Η αφλατοξίνη B1 (AFB1) είναι η πιο κοινή και έχει υψηλότερο τοξικογόνο δυναμικό σε σύγκριση με άλλες αφλατοξίνες.

Οι αφλατοξίνες (AFs) είναι μυκητιακές μεταβολίτες εξαιρετικά τοξικοί, τερατογόνοι, μεταλλαξιογόνοι και καρκινογόνοι. Η καρκινογόνος δράση των AF έχει αποδειχθεί τόσο σε ανθρώπους όσο και σε ζώα με μόλυνση των ζωοτροφών και από ανθρώπινη κατανάλωση μολυσμένου κρέατος και γάλακτος. Οι AF παράγονται από μύκητες του γένους *Aspergillus*, κυρίως από τα είδη *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus parvisclerotegenus* και

Aspergillus minisclerotigenes και σπανιότερα από τον *Aspergillus nomius*. Οι παραπάνω μύκητες κατανέμονται σε όλο τον κόσμο και μπορούν να αναπτυχθούν σε μία μεγάλη ποικιλία προϊόντων διατροφής.

Εκτός από τις AF, η ωχρατοξίνη A (Ochratoxin A, OTA) είναι μια σημαντική μυκοτοξίνη που έχει βρεθεί σε αλλαντικά (Volkel et al., 2011). Η OTA παράγεται από στελέχη του γένους *Aspergillus* και *Penicillium* (Volkel et al., 2011). Λαμβάνοντας υπόψη το γένος *Aspergillus*, οι *A. carbonarius*, *A. westerdijkiae*, *A. steynii*, *A. niger* και *A. ochraceus* είναι οι κύριοι υπεύθυνοι για την εμφάνιση της ωχρατοξίνης A στα τρόφιμα μαζί με δύο είδη *Penicillium*, το *P. verrucosum* και το *P. Nordicum*. Η OTA μπορεί να μεταφερθεί από μολυσμένες με μυκοτοξίνες ζωοτροφές που δίνονται σε χοίρους που στη συνέχεια καταναλώνονται από τον άνθρωπο ή με μόλυνση από εξωτερικές πηγές.

Λόγω του κινδύνου μόλυνσης των τροφίμων από μυκοτοξίνες που είναι γνωστό ότι προκαλούν απώλειες ποιότητας στα τρόφιμα και δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, έχει δημιουργηθεί νομοθεσία για την ελαχιστοποίηση αυτού του κινδύνου. Τα ποσοτικά όρια μυκοτοξινών ποικίλλουν σε κάθε χώρα και πολλές χώρες δεν έχουν αναπτύξει υποχρεωτικά πρότυπα για τα προϊόντα κρέατος, παρά τον σημαντικό κίνδυνο μόλυνσης από μυκοτοξίνες (Eckhardt et al., 2014). Τις τελευταίες δεκαετίες, μόνο AF και OTA είχαν ρυθμιστεί σε τρόφιμα ζωικής προέλευσης και τα πρωτόκολλα ασφαλείας για άλλες τοξίνες, για ανθρώπινη και ζωική κατανάλωση, βασίστηκαν στον έλεγχο της μόλυνσης τροφίμων φυτικής προέλευσης. Επί του παρόντος, περιλαμβάνονται και άλλες μυκοτοξίνες και οι συνιστώμενες τιμές βασίζονται ειδικά στη γνώση της τοξικότητας και της πιθανής συσσώρευσης αυτών των μορίων σε ζωικά παράγωγα.

Οι Markov et al. (2013), τεκμηρίωσαν πως οι μυκοτοξίνες ανιχνεύθηκαν στο 64% των 90 δειγμάτων προϊόντων κρέατος και ότι το OTA ήταν ο κυρίαρχος μολυσματικός παράγοντας, ενώ το 10% των δειγμάτων ήταν μολυσμένο με AFB1. Οι μέγιστες συγκεντρώσεις που βρέθηκαν σε δείγματα σαλαμιού του εμπορίου ήταν 7,83 $\mu\text{g.Kg}^{-1}$ για το OTA και 3,0 $\mu\text{g.Kg}^{-1}$ για το AFB1 (Iqbal et al., 2014). Από ένα σύνολο 110 δειγμάτων διαφορετικών τύπων ιταλικών ωριμασμένων ζαμπόν που αναλύθηκαν, 84 παρουσίασαν OTA στην επιφάνεια του προϊόντος σε συγκεντρώσεις 0,53 $\mu\text{g.Kg}^{-1}$ και 32 στα εσωτερικά στρώματα του προϊόντος σε συγκεντρώσεις κάτω από 0,1 $\mu\text{g.Kg}^{-1}$ (Dall'Asta et al., 2010).

Για τον έλεγχο της συχνότητας εμφάνισης μυκοτοξινών στα αλλαντικά η πρόληψη της ανάπτυξης τοξικών μυκήτων είναι βασικό ζήτημα (Núñez et al., 2015). Η ανάπτυξη του μύκητα μπορεί να ελεγχθεί αποτελεσματικά σε διάφορα τρόφιμα με χημικά συντηρητικά ή σε συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας. Ωστόσο, αυτές οι μέθοδοι δεν είναι κατάλληλες για προϊόντα κρέατος με ξηρή ωρίμανση, καθώς η δραστηριότητα των μυκήτων είναι απαραίτητη για τα αισθητηριακά τους χαρακτηριστικά (Bernaldez et al., 2014). Επιπλέον, τα χημικά μυκητοκτόνα μπορούν να αφήσουν υπολείμματα στο κρέας και, επί του παρόντος, οι καταναλωτές απαιτούν προϊόντα απαλλαγμένα από αυτά τα χημικά υπολείμματα

5. Συμπεράσματα

Τα αλλαντικά αποτελούν μία αρχαία κατηγορία τροφίμων που δημιουργούνται ώστε α παραταθεί η διάρκεια ζωής των ευαίσθητων κρεάτων. Η παραγωγική τους διαδικασία περιλαμβάνει μία σειρά από βήματα με κύρια διαδικασία την ζύμωση της κρεατομάζας μαζί με τα πρόσθετα που περιέχει.

Τα πρόσθετα των ζυμούμενων αλλαντικών περιλαμβάνουν τόσο καρυκεύματα όσο και αντιοξειδωτικά και βελτιωτικές ύλες όπως π.χ. τα νιτρώδη άλατα. Αρκετά όμως από αυτά τα πρόσθετα έπειτα από επεξεργασία μπορούν να καταστούν επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία ενώ σε συνδυασμό με την υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος και αλάτι.

Για την επίλυση των προβλημάτων αυτών έχουν εντοπιστεί αρκετές μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Οι μέθοδοι αυτές περιλαμβάνουν την μερική υποκατάσταση του αλατιού και λίπους καθώς και την μερική υποκατάσταση των νιτρώδων από χυμούς λαχανικών, όπως π.χ. ο χυμός σέλινου, τα οποία εμφανίζουν υψηλή περιεκτικότητα σε φυσικά νιτρώδη.

Με αυτό τον τρόπο τα ζυμούμενα προϊόντα αλλαντικών μπορούν να καταστούν θρεπτικά προϊόντα τα οποία μπορούν να καταναλωθούν από το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού άφοβα προσφέροντας παράλληλα σημαντικά οφέλη για την υγεία.

6. Βιβλιογραφία

- Abdolghafour, B., & Saghir, A. (2014). Development in sausage production and practices-A review. *Journal of meat science and technology*, 2(3), 40-50.
- Alahakoon, A. U., Jayasena, D. D., Ramachandra, S., & Jo, C. (2015). Alternatives to nitrite in processed meat: Up to date. *Trends in Food Science & Technology*, 45(1), 37-49.
- Alejandre, M., Poyato, C., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2016). Linseed oil gelled emulsion: A successful fat replacer in dry fermented sausages. *Meat science*, 121, 107-113.
- Allender, S., Peto, V., Scarborough, P., Boxer, A., & Rayner, M. (2007). Coronary heart disease statistics.
- Bhattacharya, D., Kandeepan, G., & Vishnuraj, M. R. (2016). Protein Oxidation in Meat and Meat Products—A Review. *J. Meat Sci. Technol.*, 4(2), 44.
- Benedini, R., Parolari, G., Toscani, T., & Virgili, R. (2012). Sensory and texture properties of Italian typical dry-cured hams as related to maturation time and salt content. *Meat Science*, 90(2), 431-437.
- Armenteros, M., Aristoy, M. C., Barat, J. M., & Toldrá, F. (2009). Biochemical changes in dry-cured loins salted with partial replacements of NaCl by KCl. *Food Chemistry*, 117(4), 627-633.
- Beriain, M. J., Ibáñez, F. C., Baleztena, J., & Oria, E. (2011). The effect of a modified meat product on nutritional status in institutionalized elderly people. *Nutricion hospitalaria*, 26(4), 907-915.
- Bernaldez, V., Rodríguez, A., Martín, A., Lozano, D., & Córdoba, J. J. (2014). Development of a multiplex qPCR method for simultaneous quantification in dry-cured ham of an antifungal-peptide *Penicillium chrysogenum* strain used as protective culture and aflatoxin-producing moulds. *Food Control*, 36(1), 257-265.
- Bhattacharya, D., Kandeepan, G., & Vishnuraj, M. R. (2016). Protein Oxidation in Meat and Meat Products—A Review. *J. Meat Sci. Technol.*, 4(2), 44.
- Campagnol, P. C. B., dos Santos, B. A., Wagner, R., Terra, N. N., & Pollonio, M. A. R. (2012). Amorphous cellulose gel as a fat substitute in fermented sausages. *Meat Science*, 90(1), 36-42.
- Ciecierska, M., & Obiedziński, M. W. (2013). Polycyclic aromatic hydrocarbons in vegetable oils from unconventional sources. *Food Control*, 30(2), 556-562.
- Comi, G., & Iacumin, L. (2013). Ecology of moulds during the pre-ripening and ripening of San Daniele dry cured ham. *Food research international*, 54(1), 1113-1119.
- Dall'Asta, C., Galaverna, G., Bertuzzi, T., Moseriti, A., Pietri, A., Dossena, A., & Marchelli, R. (2010). Occurrence of ochratoxin A in raw ham muscle, salami and dry-cured ham from pigs fed with contaminated diet. *Food Chemistry*, 120(4), 978-983.

- Darwish, W. S., Ikenaka, Y., Nakayama, S. M., & Ishizuka, M. (2014). An overview on mycotoxin contamination of foods in Africa. *Journal of Veterinary Medical Science*, 76(6), 789-797.
- da Rocha, M. E. B., Freire, F. D. C. O., Maia, F. E. F., Guedes, M. I. F., & Rondina, D. (2014). Mycotoxins and their effects on human and animal health. *Food Control*, 36(1), 159-165.
- Diéguez, P. M., Beriain, M. J., Insausti, K., & Arrizubieta, M. J. (2010). Thermal analysis of meat emulsion cooking process by computer simulation and experimental measurement. *International Journal of Food Engineering*, 6(1).
- Doelle, H. W., Rokem, J. S., & Berovic, M. (Eds.). (2009). *BIOTECHNOLOGY-Volume VIII: Fundamentals in Biotechnology* (Vol. 8). EOLSS Publications.
- Drider, D., Fimland, G., Héchard, Y., McMullen, L. M., & Prévost, H. (2006). The continuing story of class IIa bacteriocins. *Microbiology and molecular biology reviews*, 70(2), 564-582.
- Eckhardt, J. C., Santurio, J. M., Zanette, R. A., Rosa, A. P., Scher, A., Dal Pozzo, M., ... & Ferreiro, L. (2014). Efficacy of a Brazilian calcium montmorillonite against toxic effects of dietary aflatoxins on broilers reared to market weight. *British poultry science*, 55(2), 215-220.
- Essien, E. (Ed.). (2003). *Sausage manufacture: Principles and practice*. Woodhead Publishing.
- Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., & Pérez-Alvarez, J. A. (2008). Physico-chemical and microbiological profiles of “salchichón”(Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber. *Meat science*, 80(2), 410-417.
- Gaenzle, M. G. (2015). Lactic metabolism revisited: metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage. *Current Opinion in Food Science*, 2, 106-117.
- García, M. L., Dominguez, R., Galvez, M. D., Casas, C., & Selgas, M. D. (2002). Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat science*, 60(3), 227-236.
- Gelabert, J., Gou, P., Guerrero, L., & Arnau, J. (2003). Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 65(2), 833-839.
- Gimeno, O., Astiasarán, I., & Bello, J. (1999). Influence of partial replacement of NaCl with KCl and CaCl₂ on texture and color of dry fermented sausages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(3), 873-877.
- Gou, P., Guerrero, L., Gelabert, J., & Arnau, J. (1996). Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. *Meat Science*, 42(1), 37-48.
- Hampikyan, H., & Colak, H. (2010). Investigation of polycyclic aromatic hydrocarbons in foods. *Asian Journal of Chemistry*, 22(8), 5797-5807.
- Heaney, R. P. (2006). Role of dietary sodium in osteoporosis. *Journal of the American College of Nutrition*, 25(sup3), 271S-276S.

- Honikel, K. O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat science*, 78(1-2), 68-76.
- Ibáñez, C., Quintanilla, L., Cid, C., Astiasarán, I., & Bello, J. (1997). Dry fermented sausages elaborated with *Lactobacillus plantarum*-*Staphylococcus carnosus*. Part II: Effect of partial replacement of NaCl with KCl on the proteolytic and insolubilization processes. *Meat science*, 46(3), 277-284.
- Karwowska, M., & Kononiuk, A. (2020). Nitrates/nitrites in food—Risk for nitrosative stress and benefits. *Antioxidants*, 9(3), 241.
- Khubber, S., Marti-Quijal, F. J., Tomasevic, I., Remize, F., & Barba, F. J. (2021). Lactic acid fermentation as a useful strategy to recover antimicrobial and antioxidant compounds for food and by-products. *Current Opinion in Food Science*.
- Lorenzo, J. M., & Franco, D. (2012). Fat effect on physico-chemical, microbial and textural changes through the manufactured of dry-cured foal sausage lipolysis, proteolysis and sensory properties. *Meat science*, 92(4), 704-714.
- Markov, K., Pleadin, J., Bevardi, M., Vahčić, N., Sokolić-Mihalak, D., & Frece, J. (2013). Natural occurrence of aflatoxin B1, ochratoxin A and citrinin in Croatian fermented meat products. *Food control*, 34(2), 312-317.
- Mendoza, E., García, M. L., Casas, C., & Selgas, M. D. (2001). Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat science*, 57(4), 387-393.
- Møller, J. K., & Skibsted, L. H. (2002). Nitric oxide and myoglobins. *Chemical Reviews*, 102(4), 1167-1178.
- Muguerza, E., Fista, G., Ansorena, D., Astiasarán, I., & Bloukas, J. G. (2002). Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 61(4), 397-404.
- Murphy, R. Y., Marks, B. P., & Marcy, J. A. (1998). Apparent specific heat of chicken breast patties and their constituent proteins by differential scanning calorimetry. *Journal of Food Science*, 63(1), 88-91.
- Myers, K., Montoya, D., Cannon, J., Dickson, J., & Sebranek, J. (2013). The effect of high hydrostatic pressure, sodium nitrite and salt concentration on the growth of *Listeria monocytogenes* on RTE ham and turkey. *Meat science*, 93(2), 263-268.
- Nkhata, S. G., Ayua, E., Kamau, E. H., & Shingiro, J. B. (2018). Fermentation and germination improve nutritional value of cereals and legumes through activation of endogenous enzymes. *Food science & nutrition*, 6(8), 2446-2458.
- Núñez, F., Lara, M. S., Peromingo, B., Delgado, J., Sánchez-Montero, L., & Andrade, M. J. (2015). Selection and evaluation of *Debaryomyces hansenii* isolates as potential bioprotective agents against toxigenic penicillia in dry-fermented sausages. *Food microbiology*, 46, 114-120.

- Olivares, A., Navarro, J. L., Salvador, A., & Flores, M. (2010). Sensory acceptability of slow fermented sausages based on fat content and ripening time. *Meat science*, 86(2), 251-257.
- Olivares, A., Navarro, J. L., & Flores, M. (2011). Effect of fat content on aroma generation during processing of dry fermented sausages. *Meat Science*, 87(3), 264-273.
- Parthasarathy, D. K., & Bryan, N. S. (2012). Sodium nitrite: The “cure” for nitric oxide insufficiency. *Meat science*, 92(3), 274-279.
- Purriños, L., Fontán, M. C. G., Carballo, J., & Lorenzo, J. M. (2013). Study of the counts, species and characteristics of the yeast population during the manufacture of dry-cured “lacón”. Effect of salt level. *Food microbiology*, 34(1), 12-18.
- Ratsimba, A., Rakoto, D., Jeannoda, V., Andriamampianina, H., Talon, R., Leroy, S., ... & Arnaud, E. (2019). Physicochemical and microbiological characteristics of kitoza, a traditional salted/dried/smoked meat product of Madagascar. *Food science & nutrition*, 7(8), 2666-2673.
- Rengarajan, T., Rajendran, P., Nandakumar, N., Lokeshkumar, B., Rajendran, P., & Nishigaki, I. (2015). Exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons with special focus on cancer. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(3), 182-189.
- Rodríguez, A., Medina, Á., Córdoba, J. J., & Magan, N. (2014). The influence of salt (NaCl) on ochratoxin A biosynthetic genes, growth and ochratoxin A production by three strains of *Penicillium nordicum* on a dry-cured ham-based medium. *International journal of food microbiology*, 178, 113-119.
- Romans, J. R., Costello, W. J., Carlson, C. W., Greaser, M. L., & Jones, K. W. (2001). Packing house byproducts. *The Meat We Eat (14th edition)*, Danville, Illinois: Interstate Publishers, Inc., USA, 285-300.
- Roseiro, L. C., Santos, C., Sol, M., Borges, M. J., Anjos, M., Gonçalves, H., & Carvalho, A. S. (2008). Proteolysis in Painho de Portalegre dry fermented sausage in relation to ripening time and salt content. *Meat Science*, 79(4), 784-794.
- Ruiz-Capillas, C., Triki, M., Herrero, A. M., Rodriguez-Salas, L., & Jiménez-Colmenero, F. (2012). Konjac gel as pork backfat replacer in dry fermented sausages: Processing and quality characteristics. *Meat Science*, 92(2), 144-150.
- Ruusunen, M., & Puolanne, E. (2005). Reducing sodium intake from meat products. *Meat science*, 70(3), 531-541.
- Sadiq, F. A., Yan, B., Tian, F., Zhao, J., Zhang, H., & Chen, W. (2019). Lactic acid bacteria as antifungal and anti-mycotoxigenic agents: a comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(5), 1403-1436.
- Safa, H., Portanguen, S., & Mirade, P. S. (2017). Reducing the levels of sodium, saturated animal fat, and nitrite in dry-cured pork meat products: A major challenge. *Food and Nutrition Sciences*, 8, 419-443.

- Sebranek, J. G. (2009). Basic curing ingredients. In *Ingredients in meat products* (pp. 1-23). Springer, New York, NY.
- Sebranek, J. G., Jackson-Davis, A. L., Myers, K. L., & Lavieri, N. A. (2012). Beyond celery and starter culture: Advances in natural/organic curing processes in the United States. *Meat science*, 92(3), 267-273.
- Skibsted, L. H. (2011). Nitric oxide and quality and safety of muscle based foods. *Nitric oxide*, 24(4), 176-183.
- Taormina, P. J. (2010). Implications of salt and sodium reduction on microbial food safety. *Critical reviews in food science and nutrition*, 50(3), 209-227.
- Thangavelu, K. P., Kerry, J. P., Tiwari, B. K., & McDonnell, C. K. (2019). Novel processing technologies and ingredient strategies for the reduction of phosphate additives in processed meat. *Trends in Food Science & Technology*, 94, 43-53.
- Toldrá, F. (2006). The role of muscle enzymes in dry-cured meat products with different drying conditions. *Trends in Food Science & Technology*, 17(4), 164-168.
- Triki, M., Herrero, A. M., Jiménez-Colmenero, F., & Ruiz-Capillas, C. (2013). Effect of preformed konjac gels, with and without olive oil, on the technological attributes and storage stability of merguez sausage. *Meat science*, 93(3), 351-360.
- Toldrá, F. (2006). The role of muscle enzymes in dry-cured meat products with different drying conditions. *Trends in Food Science & Technology*, 17(4), 164-168.
- Tsoukalas, D. S., Katsanidis, E., Marantidou, S., & Bloukas, J. G. (2011). Effect of freeze-dried leek powder (FDLP) and nitrite level on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 87(2), 140-145.
- Turner, N. W., Bramhmbhatt, H., Szabo-Vezse, M., Poma, A., Coker, R., & Piletsky, S. A. (2015). Analytical methods for determination of mycotoxins: An update (2009–2014). *Analytica Chimica Acta*, 901, 12-33.
- Valencia, I., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2007). Development of dry fermented sausages rich in docosahexaenoic acid with oil from the microalgae *Schizochytrium* sp.: Influence on nutritional properties, sensorial quality and oxidation stability. *Food Chemistry*, 104(3), 1087-1096.
- Völkel, I., Schröer-Merker, E., & Czerny, C. P. (2011). The carry-over of mycotoxins in products of animal origin with special regard to its implications for the European food safety legislation. *Food and Nutrition Sciences*, 2(08), 852-867.
- Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V., & Salminen, H. (2010). Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat science*, 86(1), 196-213.
- Xiong, Y. L. (2017). The storage and preservation of meat: I—Thermal technologies. In *Lawrie's Meat Science* (pp. 205-230). Woodhead publishing.

Zain, M. E. (2011). Impact of mycotoxins on humans and animals. *Journal of Saudi chemical society*, 15(2), 129-144.

Zhang, Y., Hu, P., Lou, L., Zhan, J., Fan, M., Li, D., & Liao, Q. (2017). Antioxidant activities of lactic acid bacteria for quality improvement of fermented sausage. *Journal of food science*, 82(12), 2960-2967.

Καπετάνιος, Ι. (2019). Τεχνολογίες παρασκευής κρεατοσκευασμάτων και ποιοτικός έλεγχος αυτών.