

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΧΗΜΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΘΕΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΧΟΙΡΙΝΟΥ ΛΟΥΚΑΝΙΚΟΥ ΜΕ
ΧΡΗΣΗ ΚΟΥΡΚΟΥΜΑ ΑΝΤΙ ΤΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ
ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΩΝ.**

**ΑΠΟΣΤΟΛΟΠΟΥΛΟΥ ΔΙΟΝΥΣΙΑ
ΧΗΜΙΚΟΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ**

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2024

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

- 1. Μπαδέκα Αναστασία**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.
- 2. Μπόνος Ελευθέριος**, Αναπλ. Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας του Παν/μίου Ιωαννίνων.
- 3. Σκάλκος Δημήτριος**, Αναπλ. Καθηγητής Τμήματος Χημείας του Παν/μίου Ιωαννίνων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη παρούσα διπλωματική μελέτη ερευνήθηκε η επίδραση του κουρκουμά σε ένα παραδοσιακό ελληνικό προϊόν, το χωριάτικο λουκάνικο. Οι μετρήσεις που έλαβαν χώρα αφορούσαν την μελέτη της πιθανής επιβράδυνσης της μικροβιακής ανάπτυξης και της οξειδωσης των λιπιδίων του χοιρινού λουκάνικου. Μελετήθηκαν επίσης και άλλοι παράμετροι όπως το χρώμα, το pH και η υγρασία. Η παραγωγή των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε σε μονάδα παραγωγής κρέατος, η οποία τηρεί σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας Τροφίμων ISO 22000:2018, το οποίο διασφαλίζει την υγιεινή και την ασφάλεια του παραγόμενου προϊόντος. Συνολικά παράχθηκαν τέσσερα δείγματα. Το πρώτο ήταν ο μάρτυρας που δεν περιείχε κανένα πρόσθετο συστατικό. Το δεύτερο ήταν το βιομηχανικά παραγόμενο λουκάνικο το οποίο περιέχει συντηρητικά. Τα επόμενα δύο δείγματα ήταν το δείγμα 1 που παράχθηκε με 0,5% w/w κουρκουμά και το δείγμα 2 με 1% w/w κουρκουμά.

Μετά τον τεμαχισμό και την ενθήκευση της κρεατόμαζας σε φυσικές θήκες, τα προϊόντα υπέστησαν μερική αφυδάτωση και συσκευάστηκαν σε σακούλες πολυαιθυλενίου. Στη συνέχεια τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο, όπου συντηρήθηκαν υπό ψύξη για είκοσι επτά ημέρες και πραγματοποιούνταν ανά τρεις ημέρες μικροβιολογικές αναλύσεις προσδιορισμού Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (OMX), Εντεροβακτηριδίων, Ψευδομονάδων και *Brochothrix Thermosphacta*. Ανά επτά ημέρες πραγματοποιούνταν μέτρηση pH, χρώματος και αντιοξειδωτικής δράσης. Η υγρασία των δειγμάτων μετρήθηκε την πρώτη και τελευταία ημέρα.

Τα αποτελέσματα από τα δείγματα με τον κουρκουμά συγκρίθηκαν με το δείγμα λουκάνικου που περιέχει συντηρητικά και με τον μάρτυρα στο οποίο δεν περιέχεται ούτε κουρκουμάς ούτε συντηρητικά. Έδειξαν ότι υπήρξε επιβράδυνση της μικροβιακής ανάπτυξης. Οι τιμές της OMX ήταν μικρότερες στα δείγματα με κουρκουμά συγκριτικά με τον μάρτυρα. Η δράση του κουρκουμά στα εντεροβακτήρια φάνηκε συνολικά πιο αποτελεσματική σε σχέση με τα συντηρητικά. Η δράση του επίσης παρατηρήθηκε κατά των Ψευδομονάδων και του *Brochothrix Thermosphacta* όπου οι τιμές ήταν μικρότερες σε σύγκριση με τον δείγμα του μάρτυρα, χωρίς όμως να ξεπερνά την δράση των συντηρητικών.

Στις τιμές pH δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές, ενώ το χρώμα όπως ήταν αναμενόμενο παρουσίασε μεγάλες διαφορές στις μετρήσεις της τιμής b^* . Ο αριθμός TBA ήταν

μικρότερος στα δείγματα με κουρκουμά αποδεικνύοντας της αντιοξειδωτική του δράση, χωρίς όμως αυτή να ξεπερνά τα συντηρητικά. Η υγρασία παρουσίασε σημαντικές διαφορές, με την μικρότερη υγρασία στον δείγμα με 1% κουρκουμά.

ABSTRACT

In this thesis, the effect of turmeric on a traditional Greek product, the village sausage, was investigated. The measurements that took place concerned the study of the possible decrease of microbial growth and lipid oxidation of pork sausage. Other parameters such as color, pH and humidity were also studied. The production of the samples took place in a meat production unit, which complies with the Food Quality Management System ISO 22000:2018, which ensures the hygiene and safety of the produced product. A total of four samples were produced. The first was the control sample who contained no additional ingredients. The second was the industrial deducted sausage which contains preservatives. The next two samples were, sample 1 produced with 0.5% w/w turmeric and sample 2 to 1% w/w turmeric.

After slicing and incorporation of meat in natural pockets, the products were partially dehydrated and packaged in polyethylene bags. The samples were then transferred to the laboratory, where they were maintained for twenty -seven days and performed every three days microbiological analyzes of identifying *Total Aerobic Count* (TAC), *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas* and *Brochothrix Thermosphacta*. Every seven days were measured pH, color and oxidation degree were measured. The moisture of the samples was measured on the first and last day.

The results of the samples with turmeric were compared to the sample of sausage containing preservatives and the control sample. The results showed that there was a slowdown in microbial growth. The numbers of TAC were smaller in turmeric samples compared to the control sample. The action of turmeric against *Enterobacteriaceae* was overall more effective than preservatives. The action of turmeric was also observed against *Pseudomonas* and *Brochothrix thermosphacta* , since the prices were lower than the control sample, but without overcoming the action of the preservatives.

There were no significant differences at pH values, while the color as expected showed great differences in the b* value measurements. The number TBA was smaller in turmeric samples demonstrating its antioxidant activity, but without surpassing the preservatives. Moisture showed significant differences, with the smallest moisture in the sample with 1% turmeric.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT.....	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
2. ΚΡΕΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΡΕΑΤΟΣ	11
2.1 . Κρέας.....	11
2.1.1. Ομάδα Α : προϊόντα με βάση το κρέας	11
2.1.2. Ομάδα Β : Παρασκευάσματα κρέατος	14
2.1.3. Ομάδα Γ : Άλλα προϊόντα με βάση το κρέας	15
2.1.4. Ομάδα Δ : Παράγωγα κρέατος.....	16
3. ΧΟΙΡΙΝΟ ΛΟΥΚΑΝΙΚΟ	17
3.1. Τεχνολογία παρασκευής χοιρινού λουκάνικου	17
3.2. Ποιοτικά χαρακτηριστικά του χοιρινού λουκάνικου	19
3.3. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά	20
3.3. Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά.....	21
4. ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ Η ΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ	23
4.1. Μηχανισμός Οξείδωσης.....	23
4.2. Παράγοντες που Προκαλούν την Οξείδωση	25
4.3. Αντιοξειδωτική Δράση	26
4.4. Μηχανισμοί δράσης αντιοξειδωτικών ουσιών	26
4.5. Μηχανισμοί οξείδωσης πρωτεϊνών και λιπιδίων στο κρέας	28
4.6. Έλεγχος της οξείδωσης πρωτεϊνών-λιπιδίων σε κρέας και προϊόντα κρέατος	29
4.6.1. Μηχανισμός δράσης φυτικών αντιοξειδωτικών	30
5. ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ	32
6. ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	36
7. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	40
ΣΚΟΠΟΣ	40
7.1. Παρασκευή χοιρινού λουκάνικου.....	40
7.2. Αναλύσεις	45
7.2.1. Μικροβιολογικές αναλύσεις.....	46
7.2.2. Μέτρηση pH	48

7.2.3 Μέτρηση χρώματος	48
7.2.4. Μέτρηση υγρασίας	49
7.2.5. Προσδιορισμός βαθμού οξείδωσης	50
8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	52
8.1. ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ	52
8.1.1. Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα	52
8.1.2. Εντεροβακτήρια	54
8.1.3. Ψευδομονάδες	56
8.1.4. <i>Brochothrix Thermosphacta</i>	58
8.2. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ	62
8.2.1. pH	62
8.2.2. Υγρασία.....	64
8.2.3. Προσδιορισμός βαθμού οξείδωσης.....	65
8.2.4. Χρώμα	68
8.3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	74
9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	76

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παραγωγή προϊόντων κρέατος άρχισε από τους προϊστορικούς ακόμη χρόνους, όταν ο άνθρωπος εξασφάλιζε με το κυνήγι μια ποσότητα τροφής που έπρεπε να επαρκέσει για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, οπότε προέκυψε αυτόματα η ανάγκη εύρεσης μεθόδων για την συντήρηση των αποθεμάτων αυτών (Γεωργάκης, 2002). Η παραδοσιακή παραγωγή λουκάνικων και αλλαντικών χρονολογείται πριν από 2500 χρόνια. Γραπτές αναφορές δείχνουν, ότι από το 700π.Χ., πριν οι Ρωμαίοι διαδώσουν στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη τις τεχνικές της αλλαντοποιίας, οι αρχαίοι Έλληνες ήδη παρήγαγαν λουκάνικα που ονομάζονταν αιματηρές και αλλαντικά όπως το παστό χοιρομέρι (Καραγιάννης, 2014).

Αρχαίοι Έλληνες ποιητές περιγράφουν στα έργα τους είδη αλλαντικών που προσφέρονταν κατά την φιλοξενία. Ο Όμηρος, τον 7ο π.Χ. αιώνα στο έργο του Οδύσσεια αναφέρει ένα είδος λουκάνικου και ο Ησίοδος κάνει αντίστοιχη αναφορά στο έργο του Έργα και Ημέραι. Αξιοσημείωτο είναι απόσπασμα από το βιβλίο του Ιπποκράτη Περί Διαίτης, το οποίο χρονολογείται το 460 π.Χ. και αναφέρει τρεις τρόπους συντήρησης του κρέατος: «εις οίνον, εις όξος και εις άλας». Στην Κρήτη καταγράφηκαν οι πρώτες αναφορές για συντήρηση τροφίμων, ειδικότερα ζωικής προέλευσης, μέσα σε ξύδι και κατά την γερμανική κατοχή σε νησιά συντηρούνταν πολλά τρόφιμα μέσα σε λάδι (Καραγιάννης, 2014).

Από τις μεσογειακές χώρες η παραγωγή των προϊόντων κρέατος επεκτάθηκε σταδιακά στις χώρες της βόρειας Ευρώπης, όπου γνώρισε και μεγάλη άνθιση. Στις χώρες αυτές άρχισαν να παράγονται προϊόντα με νέες μεθόδους επεξεργασίας, οι οποίες πολλές φορές ήταν προσαρμοσμένες στις κλιματολογικές συνθήκες τους. Έτσι, σε τοποθεσίες με μεγάλο υψόμετρο και ξηρό κλίμα αναπτύχθηκαν περισσότερο οι μέθοδοι παραγωγής αφυδατωμένων προϊόντων ωρίμανσης. Αντίθετα σε άλλες περιοχές εφαρμόστηκαν μέθοδοι θερμικής επεξεργασίας και τα προϊόντα που παράγονταν χαρακτηρίζονταν από το γεγονός ότι είχαν υποστεί μια έντονη θέρμανση (Γεωργάκης, 2002).

Τα φρέσκα χοιρινά λουκάνικα, που συνήθως αναφέρονται ως «παραδοσιακά ελληνικά λουκάνικα», είναι γνωστά και πολύ δημοφιλή προϊόντα κρέατος στην Ελλάδα. Οι περισσότερες ελληνικές αγροτικές οικογένειες τα παρήγαγαν στο παρελθόν την ημέρα των Χριστουγέννων χρησιμοποιώντας χοιρινό κρέας και λίπος. Σε ορισμένα μέρη της Ελλάδας χρησιμοποιούσαν κρεμμύδι, σέλινο ή πράσο και σε άλλες πορτοκάλι, κόκκινο κρασί, ρίγανη και κύμινο. Στη συνέχεια ακολουθούσε η ενθήκευση του μίγματος σε φυσική θήκη που προέρχονταν από το λεπτό

έντερο των χοίρων. Μετά το γέμισμα τα λουκάνικα κρέμονταν κάθετα για να καταστεί δυνατή η διαφυγή του εγκλωβισμένου αέρα και αποθηκεύονταν σε δροσερούς χώρους με επαρκή κυκλοφορία αέρα προκειμένου να αφυδατωθεί το προϊόν. Οι χαμηλές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος και η υψηλή σχετική υγρασία του χειμώνα επέτρεπαν την ομαλή αφυδάτωση τους, χωρίς τον κίνδυνο ανάπτυξης ανεπιθύμητων μικροοργανισμών (Ambrosiadis et al., 2004). Σε ορισμένες περιοχές αμέσως μετά το γέμισμα τα λουκάνικα εμβαπτιζόνταν για λίγα δευτερόλεπτα σε πολύ ζεστό νερό (85 – 90°C) προκειμένου να βελτιωθεί το εξωτερικό χρώμα αλλά και η ικανότητα συντήρησής τους. Σε άλλες περιοχές γινόταν εξωτερική επάλειψη με ελαιόλαδο για την προστασία από την επιφανειακή ανάπτυξη μυκήτων. Αυτά τα λουκάνικα είχαν ως σκοπό να καταναλωθούν μέσα σε λίγες εβδομάδες. Επίσης, σε ορισμένες περιοχές μετά από ξήρανση για 1-2 εβδομάδες, τα λουκάνικα τοποθετούνταν σε μεγάλους περιέκτες και καλύπτονταν με λιωμένο χοιρινό λίπος ή λάδι, αποθηκεύονταν σε δροσερό χώρο και καταναλώνονταν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Με τους τρόπους αυτούς λοιπόν μπορούσαν να συντηρηθούν χωρίς ψύξη για μεγάλο χρονικό διάστημα (Ambrosiadis et al., 2004).

Στις μέρες μας παράγονται τα λουκάνικα όλο το χρόνο τόσο σε κρεοπωλεία όσο και σε αλλαντοποιίες (Ambrosiadis et al., 2004). Το μείγμα του λουκάνικου γεμίζεται σε φυσικές θήκες και το έτοιμο προϊόν διατηρείται υπό ψύξη. Άπαχο ή ημίπαχο χοιρινό κρέας, χοιρινές κοιλιές και λίπος, σε μορφή κιμά, είναι οι πρώτες ύλες και μπορούν να αναμειχθούν με αλάτι, φωσφορικά άλατα, νιτρώδη, γλουταμινικό μονονάτριο (MSG), ασκορβικό οξύ, σάκχαρα και διάφορα μπαχαρικά. Μπορούν επίσης να είναι μερικώς αποξηραμένα ή καπνιστά, δεν πρέπει να περιέχουν περισσότερο από 35% λιπαρά και πρέπει να καταναλώνονται μόνο μετά από θερμική επεξεργασία (τηγάνισμα, ψήσιμο στη σχάρα ή μαγείρεμα) (Paragianni et al., 2007).

Λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά και τη θρυμματισμένη φύση των πρώτων υλών τα προϊόντα αυτά είναι επιρρεπή σε αλλοίωση τόσο λόγω οξείδωσης των λιπιδίων όσο και λόγω μικροβιακής ανάπτυξης. Η οξείδωση των λιπιδίων συμβάλλει στην ανάπτυξη μη αποδεκτών οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, ενώ η μικροβιακή ανάπτυξη μπορεί να προκαλέσει και τροφιμογενείς ασθένειες. Ως εκ τούτου, η καθυστέρηση της οξείδωσης των λιπιδίων και η πρόληψη της βακτηριακής ανάπτυξης είναι παράγοντες που μπορεί να έχουν σημαντική συμβολή στην παράταση της διάρκειας ζωής του προϊόντος. Προκειμένου να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι, οι κατασκευαστές προϊόντων κρέατος τις τελευταίες δεκαετίες έχουν χρησιμοποιήσει αρκετά πρόσθετα με αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες, όπως τα νιτρώδη. Στις μέρες μας,

έχει αυξηθεί η ευαισθητοποίηση και η ανησυχία των καταναλωτών για την υγεία τους, με αποτέλεσμα να προσπαθούν να αποφύγουν τη χρήση συνθετικών προσθέτων. Αυτή η τάση αντικατοπτρίζεται επίσης στην Οδηγία της ΕΕ 2006/52/ ΕΚ όπου αναφέρεται η αναγκαιότητα μείωσης της χρήσης των νιτρωδών (Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2006). Όλα αυτά επιφέρουν την ανάγκη για έρευνα σχετικά με τη χρήση φυσικών πρόσθετων ή εναλλακτικές μεθόδους για την παράταση της διάρκειας ζωής και τη βελτίωση της ασφάλειας των τροφίμων. Μια τέτοια λύση, όσον αφορά την πρόληψη της οξείδωσης των λιπιδίων και της μικροβιακής ανάπτυξης θα μπορούσε να είναι η χρήση φυσικών αντιοξειδωτικών, καθώς πολλά από αυτά παρουσιάζουν και αντιμικροβιακή δράση (Georgantelis et al., 2007) .

2. ΚΡΕΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΡΕΑΤΟΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούν κάποιοι χρήσιμοι ορισμοί για το κρέας, το νωπό, τα παρασκευάσματα, τα προϊόντα με βάση το κρέας και το μηχανικώς διαχωρισμένο κρέας όπως θεσπίζονται από τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό 853 του 2004 και τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών.

2.1. Κρέας

Ως κρέας, σύμφωνα με την κοινοτική νομοθεσία, ορίζονται τα εδώδιμα μέρη, συμπεριλαμβανομένου του αίματος, των οικόσιτων και των λαγόμορφων ζώων καθώς και των πουλερικών. Ένα κρέας μπορεί να θεωρηθεί νωπό εάν έχει συντηρηθεί σε ψύξη, κατάψυξη ή την ταχεία κατάψυξη, συμπεριλαμβανομένου του κρέατος που είναι συσκευασμένο σε κενό αέρος ή σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα (Κανονισμός ΕΚ αριθ. 853: 2004).

Τα προϊόντα που παράγονται από κρέας ταξινομούνται σε τέσσερες γενικές ομάδες:

- ☐ Την Ομάδα Α που περιλαμβάνει τα προϊόντα με βάση το κρέας (προϊόντα αλλαντοποιίας).
- ☐ Την Ομάδα Β που περιλαμβάνει τα παρασκευάσματα κρέατος.
- ☐ Την Ομάδα Γ που περιλαμβάνει τις ειδικές κονσέρβες κρέατος, ή κρεατοσκευάσματα ή προϊόντα με βάση το κρέας σε συνδυασμό με άλλα τρόφιμα (έτοιμα φαγητά) και
- ☐ Την Ομάδα Δ που περιλαμβάνει τα παράγωγα κρέατος (Άρθρο 91 Κώδικας Τροφίμων και Ποτών).

2.1.1. Ομάδα Α : προϊόντα με βάση το κρέας

Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν προϊόντα που παράγοντα με μεταποιητικές επεξεργασίες του κρέατος (θέρμανση, ζύμωση) με αποτέλεσμα στην επιφάνεια της εγκάρσιας τομής να διαπιστώνεται η απουσία των χαρακτηριστικών του νωπού κρέατος. Μία ειδική κατηγορία κρέατος που χρησιμοποιείται μόνο στα προϊόντα με βάση το κρέας είναι το μηχανικώς διαχωρισμένο κρέας (ΜΔΚ), το οποίο είναι το προϊόν που λαμβάνεται με την αφαίρεση κρέατος από οστά που φέρουν σάρκα πριν την αποστέωση ή από σφάγια πουλερικών, με τη χρήση

μηχανικών μέσων που οδηγούν στην απώλεια ή τη μεταβολή της δομής των μυϊκών ινών (Κανονισμός ΕΚ αριθ. 853: 2004).

Κατηγορία Α1 : Προϊόντα θερμικής επεξεργασίας

Η μεταποιητική διαδικασία (επεξεργασία) εξυγίανσης επιτυγχάνεται με τη θερμική τους επεξεργασία. Η θέρμανση τους έχει επίσης ως αποτέλεσμα την μετουσίωση των πρωτεϊνών του κρέατος, με συνέπεια τη σταθεροποίηση της δομής τους και την ικανότητά των προϊόντων της κατηγορίας αυτής να κόβονται σε φέτες. Η θερμική επεξεργασία μπορεί να είναι υγρή, ξηρή ή και συνδυασμός αυτών των δύο ή/και να συνδυάζεται και με άλλες επεξεργασίες.

Υποκατηγορίες

Α1α Προϊόντα θερμικής επεξεργασίας από αυτοτελή τεμάχια κρέατος

Ενδεικτικά προϊόντα : Βραστό χοιρομέρι ή ζαμπόν (χαμ, ham), βραστή ωμοπλάτη (σπάλα), βραστό και καπνιστό νουά και φιλέτο, μπέικον, φιλέτο ή στήθος γαλοπούλας και κοτόπουλου βραστό ή βραστό-καπνιστό.

Α1β Προϊόντα θερμικής επεξεργασίας από σύγκοπτο κρέας με ή χωρίς τεμάχια κρέατος

Ενδεικτικά προϊόντα : Λουκάνικα Φρανκφούρτης, πάριζα, παριζάκι, μορταδέλες, σπάλα, μορφοποιημένο μπέικον ή μπέικον φόρμας, μορφοποιημένο στήθος γαλοπούλας ή κοτόπουλο, κλπ) κλπ.

Το κρέας υφίσταται τεμαχισμό περισσότερο ή λιγότερο έντονο. Η κρεατόπαστα μπορεί να περιέχει και τεμάχια κρέατος, λίπους ή άλλων τροφίμων (ελιά, σκόρδο, πιπεριά, τυρί, κλπ). Τα μορφοποιημένα προϊόντα παρασκευάζονται από τεμάχια κρέατος μικρού μεγέθους μετά από εντονότατη μάλαξη μαζί με την άλμη υπό κενό και ενδεχόμενη προσθήκη σύγκοπτου κρέατος. Ως προς την εμφάνιση τους στην τομή, μπορεί να διακρίνονται ευμεγέθη τεμάχια κρέατος, ενώ το συνολικό ποσοστό λεπτοτεμαχισμένης κρεατόμαζας, μπορεί να είναι μέχρι και 25 %.

Κατηγορία Α2 : Προϊόντα ζύμωσης & ωρίμανσης

Ο αρχικός παράγοντας συντήρησης των προϊόντων αυτών είναι το μαγειρικό αλάτι, το οποίο

συμβάλλει στη πτώση της τιμής της ενεργότητας του νερού. Οι σημαντικότερες όμως επεξεργασίες, οι οποίες ταυτόχρονα εξυγιαίνουν πλήρως τα προϊόντα αυτά είναι η ζύμωση που συνδέεται με την πτώση της τιμής του pH της μάζας τους και η ωρίμανση. Τόσο κατά τη ζύμωση όσο και κατά την ωρίμανση, τα προϊόντα αυτά υφίστανται μια λιγότερο ή περισσότερο έντονη αφυδάτωση, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την περαιτέρω πτώση της τιμής ενεργότητας του νερού και την δημιουργία και ενός δεύτερου παράγοντα, που συμβάλλει στη θανάτωση των παθογόνων και τη βελτίωση της ικανότητας συντήρησής τους.

Υποκατηγορίες

A2α Προϊόντα ζύμωσης - ωρίμανσης από τεμάχια κρέατος

Ενδεικτικά προϊόντα : Χοιρομέρι (ζαμπόν) ωρίμανσης, αυτοτελή τεμάχια κρέατος ζύμωσης - ωρίμανσης

A2β Προϊόντα ζύμωσης - ωρίμανσης από τεμαχισμένο (σύγκοπτο) κρέας

Ενδεικτικά προϊόντα : Αλλαντικά αέρος διατηρητά, σουτζούκια και παρεμφερή προϊόντα, επαλειφόμενα αλλαντικά ζύμωσης – ωρίμανσης, παστουρμάς

Κατηγορία A3 Προϊόντα μερικής ζύμωσης (ημίξηρα)

Είναι προϊόντα από τεμαχισμένο (σύγκοπτο) κρέας και αποτελούν μια ενδιάμεση κατηγορία μεταξύ των προϊόντων ζύμωσης-ωρίμανσης και των προϊόντων θερμικής επεξεργασίας. Μετά τον τεμαχισμό των πρώτων και των βοηθητικών υλών και την ενθήκευση της κρεατόμαζας σε φυσικές (έντερα) ή τεχνητές διαπερατές θήκες, τα προϊόντα αυτά υφίστανται μερική ζύμωση σε κατάλληλο περιβάλλον και στη συνέχεια θερμική επεξεργασία και ενδεχομένως κάπνιση και μια σύντομη ελεγχόμενη αφυδάτωση. Στην εξυγίανσή τους επομένως συμβάλλουν η θερμική επεξεργασία, η πτώση της τιμής του pH και η πτώση της τιμής της ενεργότητας του νερού (τιμή a_w). Τα προϊόντα αυτά δυνητικά θα μπορούν να συντηρηθούν και σε συνθήκες περιβάλλοντος.

Ενδεικτικά προϊόντα : Σαλάμι μπύρας, διάφορα λουκάνικα που ως βασικό χαρακτηριστικό έχουν την απουσία λεπτοτεμαχισμένης Κρεατόπαστας.

Κατηγορία A4 : Προϊόντα διπλής θερμικής επεξεργασίας

Χαρακτηριστικό γνώρισμα των προϊόντων αυτών είναι το γεγονός ότι ένα μέρος ή και όλη η ποσότητα των πρώτων υλών, πριν από τον τεμαχισμό τους υποβάλλονται σε θέρμανση συνήθως

στους 100ο C (βρασμός). Στη συνέχεια τα κρέατα τεμαχίζονται περισσότερο ή λιγότερο έντονα και ανάλογα με το είδος του προϊόντος που πρόκειται να παραχθεί, αναμιγνύονται με τις υπόλοιπες πρώτες ύλες και τις πρόσθετες ύλες, και αφού ενθηκευτούν σε κατάλληλους περιέκτες (φυσικά ή τεχνητά έντερα) υφίστανται εκ νέου θερμική επεξεργασία παστερίωσης. Ορισμένα από αυτά μπορεί να υποβληθούν και σε κάπνιση. Εκτός από το κρέας, ως πρώτες ύλες για την παραγωγή των προϊόντων αυτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν και προϊόντα με βάση το κρέας που συνήθως έχουν υποστεί θερμική επεξεργασία (ζαμπόν, σπάλα βραστή, φιλέτο γαλοπούλας ή κοτόπουλου βραστό-καπνιστό, καθώς και προϊόντα αλλαντοποιίας από τεμαχισμένο κρέας). Τέλος και κυρίως στις πηκτές, χρησιμοποιούνται και διάφορα άλλα τρόφιμα, όπως πίκλες,μανιτάρια, διάφορα λαχανικά, αυγά κ.ά.

Ενδεικτικά προϊόντα : Αλλαντικά ήπατος (πατέ), Φουά-γκρα, πηκτές, αλλαντικά αίματος. (Άρθρο 91 Κώδικας Τροφίμων και Ποτών)

2.1.2. Ομάδα Β : Παρασκευάσματα κρέατος

Παρασκευάσματα κρέατος όπως περιγράφονται στο Παράρτημα Ι, σημείο 1.15 του Κανονισμού (ΕΚ) 853/2004, είναι το νωπό κρέας, συμπεριλαμβανομένου του κρέατος που έχει μετατραπεί σε τεμάχια, στο οποίο έχουν προστεθεί τρόφιμα, καρυκεύματα ή πρόσθετα ή το οποίο έχει υποβληθεί σε μεταποίηση που δεν μεταβάλλει την εσωτερική δομή των μυϊκών ινών του κρέατος και, κατά συνέπεια, δεν εξαφανίζει τα χαρακτηριστικά του νωπού κρέατος (Κανονισμός ΕΚ αριθ. 853: 2004).

Κατηγορία Β1 : Παρασκευάσματα από τεμάχια κρέατος

Στην ομάδα αυτή περιλαμβάνονται προϊόντα που παράγονται από τεμάχια κρέατος σε αυτοτελή κατάσταση (σνίτσελ) ή τοποθετημένα με ειδικό για το είδος του προϊόντος τρόπο (γύρος, σουβλάκι). Το κρέας αυτό μπορεί και επιτρέπεται να υποβάλλεται σε καρύκευση. Στα προϊόντα αυτά μπορούν να προστεθούν και άλλα εδώδιμα προϊόντα (πχ μπριζολάκια με μίγμα μπαχαρικών, ρολό κρέατος με λαχανικά, κλπ) με εξαίρεση προϊόντα για τα οποία προβλέπονται ειδικές διατάξεις (γύρος, σουβλάκι).

Ενδεικτικά προϊόντα : Γύρος, σουβλάκι, σνίτσελ, κοκορέτσι, γαρδούμπα, ρολά κρέατος,

μπριζολάκια, κλπ

Κατηγορία B2 : Παρασκευάσματα από σύγκοπτο κρέας

Προσσκευασμένα παρασκευάσματα νωπού κιμά («preparations of fresh minced meat») του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1333/2008, Παράρτημα II, Μέρος Ε, κατηγορία 08.

Ενδεικτικά προϊόντα : Μπιφτέκι, σουτζουκάκι, κεφτεδάκια, κεμπάπ, ντονέρ, σεφταλιά

Κατηγορία B3 : Μορφοποιημένα παρασκευάσματα κρέατος

Η μορφοποίηση σχετίζεται με το σχήμα του τελικού προϊόντος που μπορεί να προκύψει με πίεση σε τεμάχιο κρέατος σε καλούπι είτε με την ένωση τεμαχίων με επιτρεπόμενες συνδετικές ύλες.

Ενδεικτικά προϊόντα : Μορφοποιημένο σνίτσελ, μορφοποιημένο στήθος κοτόπουλο, κοτομπουκιές

Κατηγορία B4 : Μη θερμικά επεξεργασμένα νωπά προϊόντα (παραδοσιακά χωριάτικα

λουκάνικα)

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται μόνο λουκάνικα που ενθηκούνται σε βρώσιμα φυσικά περιβλήματα φυσικά και μπορούν να υποστούν κάπνιση μόνο για βελτίωση των οργανοληπτικών τους χαρακτήρων. Ως πρώτες ύλες μπορεί να χρησιμοποιηθούν όλα τα είδη των κρεάτων εκτός από το κρέας πουλερικών. Η μερική τους εξυγίανση πραγματοποιείται με την μερική αφυδάτωση και την ενδεχόμενη κάπνιση και την προσθήκη αλατιού ή μπαχαρικών. Δεν θεωρούνται έτοιμα προς βρώση τρόφιμα.

Ενδεικτικά προϊόντα : Παραδοσιακά χωριάτικα λουκάνικα (Άρθρο 91 Κώδικας Τροφίμων και Ποτών)

2.1.3. Ομάδα Γ : Άλλα προϊόντα με βάση το κρέας

Είναι διάφορα προϊόντα με βάση το κρέας ή παραλλαγές αυτών, τα οποία διατίθενται στον τελικό καταναλωτή μαγειρεμένα και διατηρημένα με διάφορες μεθόδους (πχ κατάψυξη, ψύξη, κονσερβοποίηση). Μπορεί να περιέχουν μόνο κρέας ή κρέας σε συνδυασμό με άλλα τρόφιμα.

Ενδεικτικά προϊόντα : Λάντσιον μητ, κορν μπηφ, κονσέρβες προϊόντων αλλαντοποιίας, Κρέας, ή κρεατοσκευάσματα ή προϊόντα με βάση το κρέας σε συνδυασμό με άλλα τρόφιμα (Έτοιμα φαγητά), Έτοιμα για κατανάλωση μαγειρεμένα και ψυγμένα ή κατεψυγμένα γεύματα. (Άρθρο 91 Κώδικας Τροφίμων και Ποτών)

2.1.4. Ομάδα Δ : Παράγωγα κρέατος

Ενδεικτικά προϊόντα : Ζωμοί, κονσομμέ, σούπες, σάλτσες, εκχύλισμα κρέατος, ζελατίνη

3. ΧΟΙΡΙΝΟ ΛΟΥΚΑΝΙΚΟ

3.1. Τεχνολογία παρασκευής χοιρινού λουκάνικου

Κατά την παραγωγή λουκάνικου, η επεξεργασία που υφίστανται οι πρώτες ύλες έχει ως στόχο την παραγωγή μιας ελαφρά συνεκτικής κρεατόμαζας με ευδιάκριτα τα τεμαχίδια του λίπους. Γι' αυτόν ακριβώς τον λόγο πρέπει κατά τη διάρκεια του τεμαχισμού και της ανάμειξης να ρευστοποιηθεί όσο το δυνατό μικρότερη ποσότητα λιπώδη ιστού. Τέλος το λίπος πρέπει κατά τη θέρμανση που υφίστανται το έτοιμο προϊόν πριν τη κατανάλωση του, να συγκρατείται από το πλέγμα των μυϊκών πρωτεϊνών και να μην αποβάλλεται. Αυτό σε συνδυασμό με τη βελτίωση της Ικανότητας Συγκράτησης Ύδατος (ΙΣΥ) του κρέατος, θα δώσει την επιθυμητή αίσθηση του οπώδους που είναι ένα από τα κυριότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αλλαντικών αυτών. Θα πρέπει λοιπόν ο τεμαχισμός, η μάλαξη και δευτερευόντως η ενθήκευση της κρεατόπαστας και στη συνέχεια η αφυδάτωση των προϊόντων αυτών να πραγματοποιείται κάτω από αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες (Γεωργάκης, 2002). Τα βασικά στάδια της τεχνολογίας παρασκευής του χωριάτικου λουκάνικου είναι τα εξής:

Τεμαχισμός και μάλαξη της κρεατόπαστας

Η παραγωγή της κρεατόπαστας μπορεί να πραγματοποιηθεί στο κούτερ όταν αυτό διαθέτει και σύστημα μάλαξης ή σε ειδική συσκευή μάλαξης ή ζυμωτήρι όπως αποκαλείται κοινώς. Το άπαχο κρέας τεμαχίζεται στη μηχανή του κιμά με πλάκα, η διάμετρος των οπών της οποίας κυμαίνεται από 4 ως 8 mm και στη συνέχεια συντηρείται υπό ψύξη. Οι πρώτες ύλες που η περιεκτικότητά τους σε λίπος τεμαχίζονται. Το λίπος χρησιμοποιείται πάντοτε κατεψυγμένο και την ημέρα παραγωγής τεμαχίζεται στο κούτερ στο επιθυμητό μέγεθος. Κατόπιν προστίθενται στο κούτερ το αλάτι, τα καρυκεύματα και τα διάφορα πρόσθετα και η συνολική αυτή μάζα υποβάλλεται σε ανάμιξη μέχρι τη στιγμή που τα τεμαχίδια κρέατος και λίπους αρχίζουν να συνδέονται μεταξύ τους. Στόχος της μάλαξης είναι η παραγωγή μιας συμπαγούς συνεκτικής μάζας, η θερμοκρασία της οποίας δεν θα υπερβαίνει τους 4 – 6 °C. Όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη μπορεί να παρουσιασθούν δυσκολίες κατά την ενθήκευση του προϊόντος, ενώ η συνοχή των τεμαχιδίων δεν

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

Ενθήκευση κρεατόπαστας, αφυδάτωση και διακίνηση έτοιμων προϊόντων

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

Τα χωριάτικα λουκάνικα παράγονται σε κρεοπωλεία που διαθέτουν παρασκευαστήρια

παρακείμενου χώρου για την παρασκευή αυτών των προϊόντων και σε εγκεκριμένες εγκαταστάσεις παραγωγής προϊόντων με βάση το κρέας (αλλαντοποιία) και οι οποίες φέρουν ειδικό κωδικό αριθμό κτηνιατρικής έγκρισης (IMP).

3.2. Ποιοτικά χαρακτηριστικά του χοιρινού λουκάνικου

Σύσταση – υφή του περιβλήματος

Οι φυσικές θήκες που χρησιμοποιούνται για την ενθήκευση των προϊόντων αυτών πρέπει να είναι κατάλληλα επεξεργασμένες, ώστε να παρουσιάζουν σχετική αντοχή κατά το γέμισμα, ταυτόχρονα όμως πρέπει να είναι τρυφερές. Θήκες που είναι σκληρές υποβαθμίζουν την ποιότητα του προϊόντος.

Σύσταση – συνοχή της κρεατόμαζας.

Η υφή, δομή της κρεατόμαζας των προϊόντων αυτών, πριν τη θερμική επεξεργασία που υφίστανται τη στιγμή της κατανάλωσης, είναι συνήθως μαλακή και εύπλαστη. Πιέζοντας τα με το δέκτη και τον αντίχειρα η μάζα τους υποχωρεί σχετικά εύκολα. Βέβαια αυτό εξαρτάται από την πίεση με την οποία ενθηκούνται και το βαθμό αφυδάτωσης που έχουν υποστεί. Χαμηλή πίεση κατά την ενθήκευση τα καθιστά πολύ μαλακά, ενώ αντίθετα υψηλή πίεση και έντονη αφυδάτωση έχει ως αποτέλεσμα να γίνονται σκληρά. Μετά το ψήσιμο, η υφή του προϊόντος πρέπει να είναι ελαφρά σκληρή και συμπαγής. Η δομή της μάζας του κατά τη μάσηση δεν πρέπει να καταστρέφεται και να θρυμματίζεται εύκολα. Πρέπει να έχει μια ελαφριά συνοχή και να προβάλλει μια μικρή αντίσταση πριν καταστραφεί. Τέλος δεν πρέπει να υπάρχουν σκληρά τεμαχίδια που προέρχονται κυρίως από υπολείμματα χόνδρων ή σκληρού συνδετικού ιστού.

Οπώδες

Επιθυμητό είναι τα προϊόντα αυτά να είναι έντονα οπώδη. Αυτό εξαρτάται από την ποιότητα και την ποσότητα του λίπους, τον τρόπο τεμαχισμού, τη συγκράτηση του λίπους κατά το ψήσιμο και τέλος την Ικανότητα Συγκράτησης Ύδατος (ΙΣΥ) του μυϊκού ιστού. Το λίπος πρέπει να είναι

σκληρό και κατά τη διάρκεια του τεμαχισμού να μην ρευστοποιείται. Μαλακό λίπος και κακή ποιότητα τεμαχισμού προκαλεί την αποβολή μεγάλης ποσότητας λίπους κατά το ψήσιμο με αποτέλεσμα το προϊόν να γίνεται στεγνό. Το ίδιο παρατηρείται όταν χρησιμοποιείται άπαχο κρέας με χαμηλή ΙΣΥ, οπότε κατά τη θέρμανση αποβάλλεται μεγάλη ποσότητα ύδατος και το προϊόν γίνεται στεγνό (Γεωργάκης, 2002).

3.3. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά

Η μέση τιμή για την υγρασία προσδιορίζεται περίπου $49,17\% \pm 7,05$, για τις πρωτεΐνες, $17,62\% \pm 2,67$, για το λίπος $29,74\% \pm 8,02$ και για την τέφρα $2,99\% \pm 0,55$ (Ambrosiadis et al., 2004). Είναι γεγονός ότι στο χωριάτικο λουκάνικο που παράγεται στην Ελλάδα υπάρχει μεγάλη μεταβλητότητα στην περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες (Papadima et al., 1999).

Στα χωριάτικα λουκάνικα η μέση αναλογία υγρασίας / πρωτεϊνών κυμαίνεται στο $2,83 (\pm 0,5)$ με εύρος από 1,71 ως 4,12. Σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία τα χωριάτικα λουκάνικα μπορεί να είναι εν μέρει αποξηραμένα ή/και καπνιστά (Ambrosiadis et al., 2004). Τα παραδοσιακά λουκάνικα καταναλώνονται σε μία ως δύο εβδομάδες από την ημέρα παρασκευής και ορισμένα από αυτά ως και σε τέσσερις εβδομάδες (Papadima and Bloukas, 1999).

Το pH των χωριάτικων λουκάνικων κυμαίνεται από 4,67 ως 6,09, με μέση τιμή το 5,48 (Karaioannoglou, 1975 and Papadima et al., 1999). Οι τιμές αυτές του pH συσχετίζονται αρνητικά με την ανάπτυξη αερόβιων μικροοργανισμών και οξυγαλακτικών βακτηρίων ενώ συσχετίζονται θετικά με την ανάπτυξη του *Br. thermosphacta* και *Pseudomonas* (Ambrosiadis et al., 2004). Έχει διαπιστωθεί ότι η τιμή του pH των χωριάτικων λουκάνικων που παράγονται στην Ελλάδα παρουσιάζει μικρές διακυμάνσεις που οφείλεται στη διαφορετική ποιότητα χοιρινού κρέατος που χρησιμοποιείται κάθε φορά.

Ο συντελεστής ενεργού ύδατος (ΣΕΥ ή a_w) έχει μια μέση τιμή 0,95 και πολύ χαμηλό συντελεστή διακύμανσης. Η ενεργότητα ύδατος (a_w) συσχετίζεται σημαντικά με την υγρασία και τη τέφρα και μέτρια με την περιεκτικότητα σε λίπος (Ambrosiadis et al., 2004).

Τα προϊόντα κρέατος κατατάσσονται ανάλογα με την τιμή του pH και την τιμή a_w σε «ιδιαίτερα ευαλλοίωτα», «ευαλλοίωτα» και «σταθερά». Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν προϊόντα κρέατος με $pH > 5,2$ και $a_w > 0,95$. Τα προϊόντα αυτά πρέπει να διατηρούνται σε θερμοκρασία χαμηλότερη

των 5 °C. Τα ευαλλοιώτα προϊόντα κρέατος έχουν pH 5,2-5,0, a_w από 0,95 ως 0,91 και πρέπει να διατηρούνται σε θερμοκρασία χαμηλότερη των 10 °C. Τα σταθερά προϊόντα έχουν pH <5,2 και a_w <0,95 ή μόνο pH<5,0 ή a_w <0,91 και δεν απαιτείται συντήρηση υπό ψύξη (Leistner and Roedel, 1975). Βασιζόμενοι σε αυτά τα δεδομένα το 74,6% των χωριάτικων λουκάνικων ταξινομείται στην πρώτη κατηγορία, ενώ το 19,4% στη δεύτερη και το 5,9% στη τρίτη κατηγορία (Ambrosiadis et al., 2004).

Κατά τη διάρκεια του ψησίματος αυτών των προϊόντων χάνεται υγρασία και λίπος και αυτό επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα τους. Η ικανοποιητική δέσμευσης του λίπους και η ικανότητα συγκράτησης του ύδατος βελτιώνουν το οπώδες και τα χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος.

3.3. Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά

Έρευνες έχουν δείξει ότι το χωριάτικο λουκάνικο έχει υψηλό φορτίο σε αερόβιους μικροοργανισμούς και οξυγαλακτικά βακτήρια. (Ambrosiadis et al., 2004). Η παρουσία των οξυγαλακτικών βακτηρίων αναστέλλει την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών όπως *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* και *Salmonella* spp. (Soultos et al., 2003) καθώς και άλλων αλλοιογόνων βακτηρίων (Geisen, Luecke and Kroeckel, 1992). Ο κυριότερος μηχανισμός μέσω του οποίου τα οξυγαλακτικά βακτήρια καταστέλλουν τους ανταγωνιστές τους είναι ο σχηματισμός γαλακτικού οξέος, οξικού οξέος και ενδεχομένως βακτηριοσινών (Luecke, 2000)

Επίσης οι πληθυσμοί των *Brochothrix thermosphacta*, *Pseudomonas* και ζυμών είναι αρκετά υψηλοί (Ambrosiadis et al., 2004). Κατά τη διάρκεια της συντήρησης του προϊόντος οι πληθυσμοί των ψευδομονάδων είναι ελαφρώς μειωμένοι ενώ οι ζύμες αυξάνονται σημαντικά. Παρόλο που η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών στο χωριάτικο λουκάνικο είναι αρκετά υψηλή, δεν έχουν αναφερθεί πολλά περιστατικά τροφικής δηλητηρίασης που να σχετίζονται με αυτούς. Αυτό συμβαίνει διότι το χωριάτικο λουκάνικο καταναλώνεται μετά από θερμική επεξεργασία. Ωστόσο ο μεγαλύτερος κίνδυνος είναι η παρουσία τοξινών *S. aureus* (Ambrosiadis, 2005).

4. ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ Η ΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

4.1. Μηχανισμός Οξείδωσης

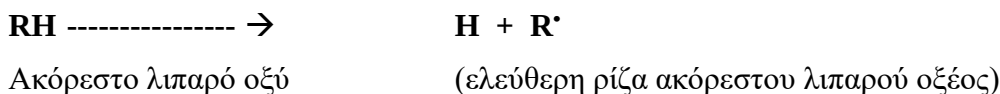
Οξείδωση ή οξειδωτική τάγγιση είναι η πιο συνηθισμένη και η σοβαρότερη αλλοίωση των τροφίμων που περιέχουν λιπαρές ύλες. Όλες οι λιπαρές ύλες, είτε αυτούσιες είτε ως συστατικά των τροφίμων, περιέχουν στα τριγλυκερίδια τους ακόρεστα λιπαρά οξέα τα οποία είναι ευοξειδωτα σε χαμηλές θερμοκρασίες. Η οξείδωση επιτυγχάνεται με έναν μηχανισμό που ονομάζεται αυτοοξείδωση (Κυριτσάκης, 2007). Η αυτοοξείδωση περιλαμβάνει μια σειρά αλυσιδωτών αντιδράσεων δια μέσου του μηχανισμού των ελεύθερων ριζών, οι οποίες οξειδώνουν τα ακόρεστα λιπαρά οξέα. Είναι μία διαδικασία η οποία εξελίσσεται αυτοκαταλυτικά, ο ρυθμός της εξαρτάται από τις συνθήκες αποθήκευσης και τον χρόνο και περιλαμβάνει τρία στάδια την έναρξη, τη διάδοση και τον τερματισμό. Στο στάδιο του τερματισμού σχηματίζονται σταθερά προϊόντα που δεν έχουν χαρακτήρα ελεύθερης ρίζας. Ο αυτόματος τερματισμός της οξείδωσης είναι ανέφικτος διότι είναι πιθανό να αντιδράσουν όλες οι ελεύθερες ρίζες προς αδρανή προϊόντα, όπως συμβαίνει στο στάδιο αυτό του τερματισμού. Είναι όμως εφικτό να παρεμποδιστεί η οξείδωση από το στάδιο της διάδοσης ακόμη. Για τον λόγο αυτό γίνεται προσθήκη πρωτοταγών αντιοξειδωτικών (τοκοφερόλες, φαινολικές ενώσεις), είτε συνθετικών είτε φυσικών, τα οποία αντιδρούν ταχύτατα με τις ελεύθερες ρίζες και τις εξουδετερώνουν.

Στάδιο 1ο : Έναρξη

Στάδιο έναρξης ή επώασης είναι η χρονική περίοδος που σχηματίζονται οι ελεύθερες ρίζες. Αυτή η περίοδος είναι πριν την εμφάνιση της δυσάρεστης οσμής και γεύσης που καθιστά το τρόφιμο ποιοτικά μη αποδεκτό. Η διάρκεια αυτού του σταδίου εξαρτάται από τη σύσταση της λιπαρής ύλης σε ακόρεστα λιπαρά οξέα και επηρεάζεται από αρκετούς παράγοντες οι οποίοι επιδρούν στο ρυθμό των αντιδράσεων σχηματισμού ελεύθερων ριζών (Κυριτσάκης, 2007). Ένα ακόρεστο λιπαρό οξύ αφαιρείται από ένα άτομο υδρογόνου, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό μιας

ρίζας αλκυλίου, η οποία μπορεί είτε να αντιδράσει με μια άλλη ρίζα αλκυλίου για να σχηματίσει ένα μη ριζικό προϊόν είτε να συνεχίσει στο στάδιο διάδοσης (Hadidi et al., 2022)

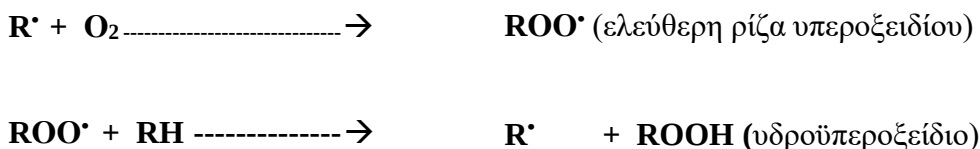
Αντίδραση Έναρξης:



Στάδιο 2ο : Διάδοση – Πολλαπλασιασμός

Οι ρίζες αλκυλίου ($\text{R}^\bullet$) αντιδρούν με το μοριακό οξυγόνο για να σχηματίσουν ρίζες υπεροξειδίου, οι οποίες είναι εξαιρετικά δραστικές και μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με ακόρεστα λιπαρά οξέα (αφαιρώντας ένα άτομο υδρογόνου από αυτά) για να σχηματίσουν υπεροξειδία ($\text{ROO}^\bullet$), και ρίζες αλκυλίου (πρωτογενή προϊόντα). Στη συνέχεια αυτές οι υπεροξυ-ρίζες αποσπούν ένα άτομο υδρογόνου από το ακόρεστο λιπαρό οξύ που βρίσκεται στο στάδιο της έναρξης ακόμη, και παράγονται υδροϋπεροξειδία (ROOH) και μία ελεύθερη ρίζα ($\text{R}^\bullet$). Τα υδροϋπεροξειδία (ROOH) είναι ασταθή και διασπώνται σε νέες ελεύθερες ρίζες ($\text{ROO}^\bullet$) και ($\text{R}^\bullet$), με τη σειρά τους συμμετέχουν στον κύκλο των αλυσιδωτών αντιδράσεων. Όλες αυτές οι αλυσιδωτές αντιδράσεις ελεύθερων ριζών μπορούν να οδηγήσουν σε αύξηση της οξείδωσης των λιπιδίων (Hadidi et al., 2022).

Αντίδραση Διάδοσης:



Στάδιο 3ο : Τερματισμός

Οι αντιδράσεις μεταξύ των ελεύθερων ριζών μπορεί να προκαλέσουν μη ριζικές ενώσεις και έτσι να σταματήσουν τη διάδοσή τους. Σε αυτό το στάδιο λαμβάνουν χώρα και αντιδράσεις μεταξύ ελεύθερων ριζών και αντιοξειδωτικών (Hadidi et al., 2022).

Αντίδραση Τερματισμού:



4.2. Παράγοντες που Προκαλούν την Οξείδωση

Η οξείδωση των λιπαρών υλών, οφείλεται στη δράση πολλών παραγόντων με κυριότερους από αυτούς το οξυγόνο, τη θερμοκρασία, το φως και την παρουσία μετάλλων (Κυριτσάκης, 2007).

1. Οξυγόνο : Είναι βασικό στοιχείο των αντιδράσεων οξείδωσης. Είτε έρχεται σε επαφή με τη λιπαρή ύλη ή με το τρόφιμο εντός της συσκευασίας είτε βρίσκεται διαλυμένο εντός του τροφίμου ή ελαίου. Η συσκευασία υπό κενό ή με αδρανή αέρια βοηθά αποτελεσματικά στην αποφυγή της οξειδωτικής τάγγισης.

2. Θερμοκρασία : Η οξείδωση επιταχύνεται ιδιαίτερα σε υψηλές θερμοκρασίες πάνω από 60 °C . Αύξηση της θερμοκρασίας κατά 15 °C διπλασιάζει την ταχύτητα οξείδωσης.

3. Μέταλλα : Ο σίδηρος και ο χαλκός δρουν ως καταλύτες στην οξειδωτική αλλοίωση των λιπαρών υλών. Στις αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα, τα μέταλλα απλώς αλλάζουν σθένος και συνεχίζουν έτσι την καταλυτική τους δράση. Ο δισθενής σίδηρος οξειδώνεται προς τρισθενή και ο χαλκός προς δισθενή και αντίστροφα. Όσο πιο μεγάλη είναι η περιεκτικότητα των τροφίμων στα παραπάνω μέταλλα, τόσο μικρότερη είναι η ανθεκτικότητά τους στην οξείδωση. Στο σύστημα που περιέχονται τα παραπάνω ιόντα των μετάλλων λαμβάνουν χώρα οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις που διασπούν τα υδροϋπεροξειδία προς ελεύθερες ρίζες $R^{\bullet}$ και $ROO^{\bullet}$ με αποτέλεσμα να επιταχύνεται η αντίδραση της οξείδωσης.

4.3. Αντιοξειδωτική Δράση

Τα αντιοξειδωτικά είναι ενώσεις που μπορούν να επιβραδύνουν ή να παρεμποδίσουν την οξείδωση των λιπών, των ελαίων και των τροφίμων που περιέχουν λιπαρές ύλες, αναστέλλοντας τις αντιδράσεις έναρξης και διάδοσης της αυτοοξείδωσης. Υπάρχουν δύο κατηγορίες αντιοξειδωτικών, τα φυσικά και τα συνθετικά. Η βιομηχανία των τροφίμων χρησιμοποιεί κατά κόρων τα συνθετικά αντιοξειδωτικά στην τυποποιημένη μαζική παραγωγή, αλλά τα τελευταία χρόνια και οι επιστήμονες έχουν στραφεί προς τα φυσικά αντιοξειδωτικά και οι καταναλωτές εκπαιδεύονται πλέον αναζητώντας τέτοιου είδους προϊόντα. (Zheng&Wang, 2001). Για τον λόγο αυτό η διερεύνηση της αντιοξειδωτικής δράσης διαφόρων φυτών είναι αντικείμενο μελέτης πολλών εργαστηριακών πειραμάτων. Η παρούσα διπλωματική εργασία ερευνά την αντιοξειδωτική δράση του κουρκουμά.

4.4. Μηχανισμοί δράσης αντιοξειδωτικών ουσιών

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρατεθούν οι αντιδράσεις των αντιοξειδωτικών ενώσεων που αναστέλλουν την αυτοοξείδωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων που αναλύθηκε παραπάνω. Γενικά με τον όρο αντιοξειδωτικές ενώσεις θεωρούμε τις ουσίες που προστίθενται στα τρόφιμα για να επιβραδύνουν την οξείδωση και να καταστήσουν τα τρόφιμα εύληπτα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Οι κυριότερες αντιοξειδωτικές ενώσεις θεωρούνται οι φαινολικές ενώσεις που απαντώνται στο φλοιό και στη σάρκα πολλών φυτών και φρούτων, και οι τοκοφερόλες που περιέχονται στις λιπαρές ύλες. Η δράση των φαινολικών αντιοξειδωτικών αυξάνεται όταν χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό. Το φαινόμενο αυτό λέγεται συνέργεια, εμφανίζεται σε πολλούς κλάδους της χημείας των τροφίμων και χρησιμοποιείται περισσότερο για την συντήρηση ζωικών λιπών. Η επίδραση των αντιοξειδωτικών είναι πιο έντονη στα ζωικά λίπη διότι στερούνται των φυσικών αντιοξειδωτικών που υπάρχουν στις φυτικές λιπαρές ύλες.

Οι τρεις βασικοί τρόποι δράσεις των αντιοξειδωτικών είναι :

1. Να δώσουν ένα άτομο υδρογόνου στις ελεύθερες ρίζες και έτσι να αποτρέπουν την έναρξη των αλυσιδωτών αντιδράσεων οξείδωσης με την δέσμευση των ελεύθερων ριζών

2. Να δεσμεύουν τα μέταλλα που καταλύουν την έναρξη των αλυσιδωτών αντιδράσεων οξείδωσης και

3. Να δεσμεύουν το μοριακό οξυγόνο (Hadidi et al., 2022).

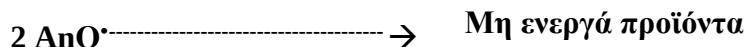
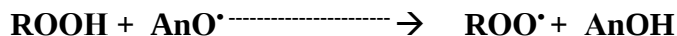
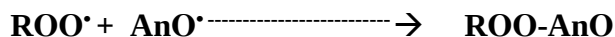
Για να είναι αποτελεσματικό ένα αντιοξειδωτικό πρέπει να συνδυάζει τις εξής ιδιότητες (Μπόσκου, 2004) :

- Να είναι αποτελεσματικό σε πολύ μικρή περιεκτικότητα.
- Να είναι έστω και ελάχιστα λιποδιαλυτό
- Να είναι όσο γίνεται σταθερό στα διάφορα στάδια επεξεργασίας του τροφίμου
- Να μην επηρεάζει αρνητικά το χρώμα, την οσμή ή τη γεύση
- Να είναι σταθερό κατά την επεξεργασία και διάρκεια ζωής του τροφίμου
- Να είναι οικονομικά βιώσιμο.
- Τέτοιες ουσίες και οι μεταβολίτες τους πρέπει να είναι αβλαβείς σε υψηλότερες συγκεντρώσεις από αυτές που παρατηρούνται στα τυπικά γεύματα (Hadidi et al., 2022).

Η δέσμευση μιας ελεύθερης ρίζας, μπορεί να γίνει με την προσφορά ενός ατόμου υδρογόνου από το αντιοξειδωτικό προς την ελεύθερη ρίζα. Γι' αυτό άλλωστε τα αντιοξειδωτικά είναι γνωστά και σαν δωρητές υδρογόνου. Με τη δέσμευση των ελεύθερων ριζών εμποδίζεται ο σχηματισμός των αλυσιδωτών αντιδράσεων και κατά συνέπεια διακόπτεται η πορεία της οξείδωσης. Παρακάτω παρατίθενται οι χαρακτηριστικές αντιδράσεις παρεμπόδισης της οξείδωσης, με δέσμευση της ελεύθερης ρίζας του υπεροξειδίου από το αντιοξειδωτικό.



Στην παραπάνω αντίδραση το αντιοξειδωτικό προσφέρει ένα υδρογόνο στην υπέροξυ-ρίζα παράγοντας υδροϋπεροξείδια. Η ελεύθερη ρίζα του αντιοξειδωτικού που παράγεται μπορεί να συμμετάσχει στις εξής αντιδράσεις:



4.5. Μηχανισμοί οξείδωσης πρωτεϊνών και λιπιδίων στο κρέας

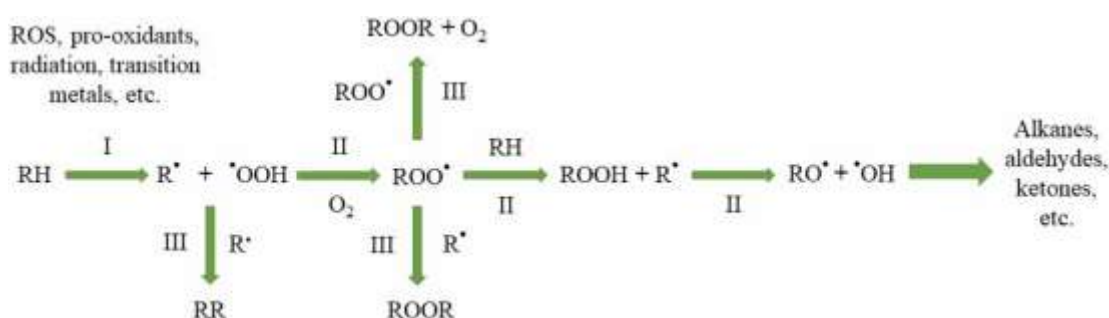
Οι ζωντανοί ιστοί έχουν ένα πλήθος αντιδράσεων που βοηθούν στη ρύθμιση της κυτταρικής ομοιόστασης. Ορισμένες από αυτές αντιστοιχούν σε αντιδράσεις οξείδωσης-αναγωγής παράγοντας ελεύθερες ρίζες. Αυτές οι ελεύθερες ρίζες είναι γνωστές ως δραστικές μορφές οξυγόνου (ROS) και δραστικές μορφές αζώτου (RNS), τα οποία μπορούν να συσσωρευτούν ιστούς και να αλληλοεπιδράσουν με μόρια όπως πρωτεΐνες και λιπαρά οξέα. Αυτές οι αλληλεπιδράσεις παράγουν υποπροϊόντα οξείδωσης που μπορεί να είναι ένα μειονέκτημα σε τομείς όπως η βιομηχανία κρέατος. Αυτό, με τη σειρά του, μπορεί να μειώσει τη διάρκεια ζωής των προϊόντων κρέατος, με αποτέλεσμα αισθητικές αλλαγές και σχηματισμό τοξικών ουσιών που είναι δυνητικά επιβλαβείς για τους καταναλωτές. (Manassis et al., 2020).

Οξείδωση λιπιδίων

Το φαινόμενο που είναι γνωστό ως οξείδωση λιπιδίων μπορεί να καταλυθεί με την παρουσία ROS, RNS και μεταλλικών ιόντων. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, τα ακόρεστα λιπαρά οξέα και το οξυγόνο αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους έμμεσα επειδή το οξυγόνο χρειάζεται προηγουμένως να ενεργοποιηθεί. Συνήθως, αυτή η ενεργοποίηση έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό ριζών υδροξυλίου ($\bullet\text{OH}$), ριζών ανιόντων υπεροξειδίου ($\text{O}_2^{\bullet-}$) ή υπεροξειδίων του υδρογόνου (H_2O_2).

Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν την παραπάνω ενεργοποίηση οξυγόνου,

συμπεριλαμβανομένων των πηγών ενέργειας (φως και θερμοκρασία), των προοξειδωτικών μορίων, της ύπαρξης προηγούμενων ROS, μετάλλων μετάπτωσης κ.λπ. Το πιο σημαντικό από αυτά για τη βιομηχανία κρέατος είναι η αυτοοξείδωση καθώς είναι η κύρια οδός στην οποία έρχονται σε επαφή τα ακόρεστα λιπαρά οξέα και το οξυγόνο, οδηγώντας στην υποβάθμιση του κρέατος και των προϊόντων κρέατος (Falowo et al., 2014). Η οξείδωση των λιπιδίων όπως αναφέρθηκε και παραπάνω λαμβάνει χώρα σε τρία στάδια (Manessis et al., 2020):



Εικόνα 1. Γενικός μηχανισμός οξείδωσης λιπιδίων: I) έναρξη, II) διάδοση και III) ολοκλήρωση

RH: ακόρεστα λιπαρά οξέα, ROS: αντιδραστικά είδη οξυγόνου, $R^\bullet$: ρίζα αλκυλίου, RR: μη ριζικό προϊόν, $ROO^\bullet$: ρίζα υπεροξυλίου, ROOR: οργανικό υπεροξείδιο, ROOH: υδροϋπεροξειδία, $\bullet OOH$: ρίζα υδροϋπεροξυλίου, $RO^\bullet$: αλκοξυ ρίζα, $\bullet OH$: ρίζα υδροξυλίου και O_2 : οξυγόνο.

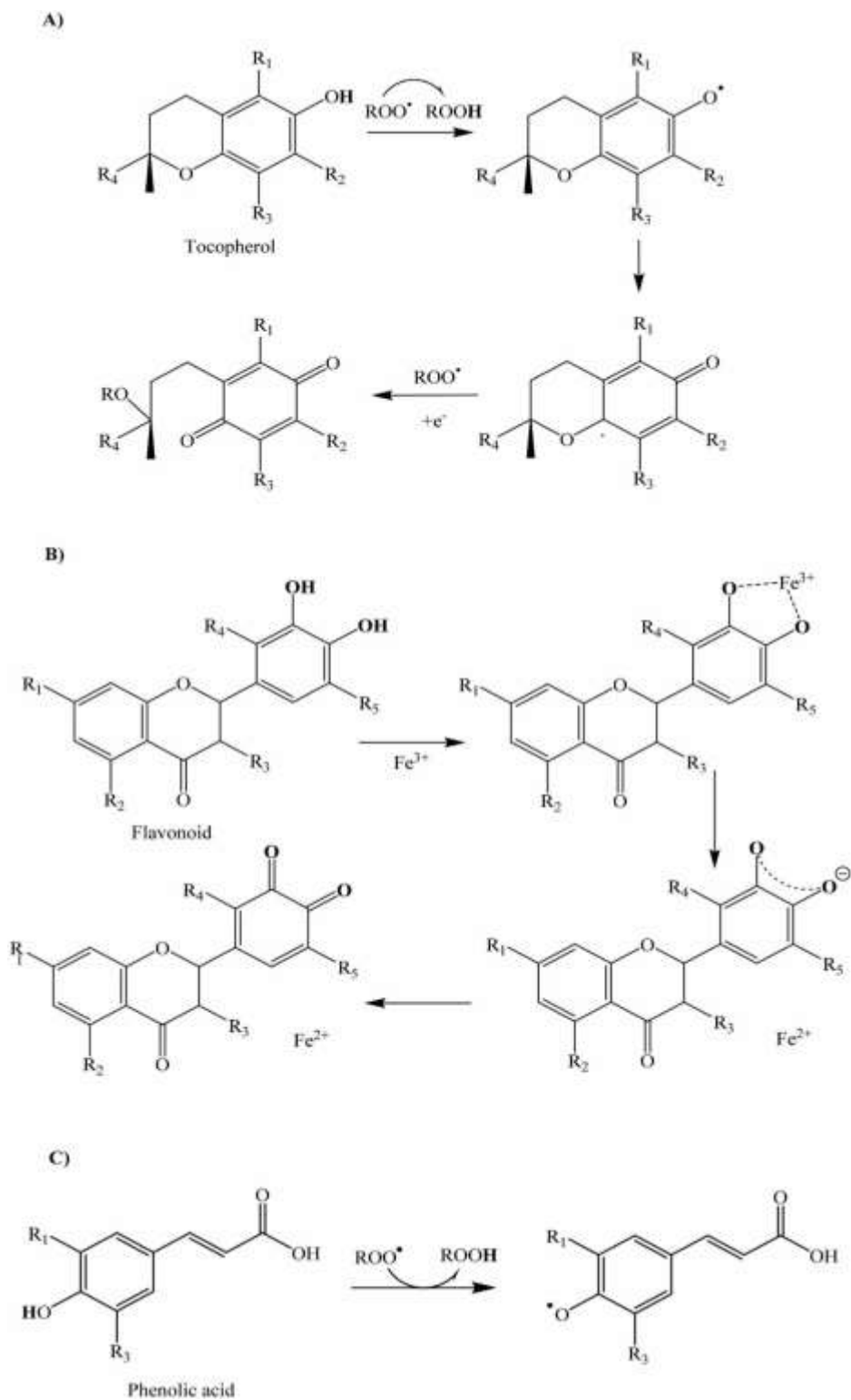
4.6. Έλεγχος της οξείδωσης πρωτεϊνών-λιπιδίων σε κρέας και προϊόντα κρέατος

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, η οξείδωση των λιπιδίων και, σε μικρότερο βαθμό, η οξείδωση των πρωτεϊνών, προκαλούν την αλλοίωση του κρέατος και μπορούν να μειώσουν τη διάρκεια ζωής τους και να τα καταστήσουν επιβλαβή για την υγεία. Ωστόσο, υπάρχουν τρόποι για τον έλεγχο αυτών των φαινομένων εξουδετερώνοντας τις ελεύθερες ρίζες και τα ROS που υπάρχουν στα κύτταρα και έτσι εμποδίζοντάς τα να παράγουν αλυσιδωτές αντιδράσεις. Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για να γίνει αυτό είναι η χρήση αντιοξειδωτικών (Das

et al., 2020; Velázquez et al., 2021).

4.6.1. Μηχανισμός δράσης φυτικών αντιοξειδωτικών

Οι πολυφαινόλες ως φυσικά αντιοξειδωτικά έχουν υψηλή ικανότητα απορρόφησης ριζών ή έχουν ισχυρή δράση ατόμου υδρογόνου. Οι κύριες αντιοξειδωτικές πολυφαινόλες είναι τα φαινολικά οξέα, τα φλαβονοειδή και τα αιθέρια έλαια. Ορισμένες πολυφαινόλες ελέγχουν τη δημιουργία ελεύθερων ριζών και τη διάδοση των ROS, ενώ άλλες δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες και τα χηλικά μέταλλα μετάπτωσης. Τα φαινολικά οξέα και τα φλαβονοειδή δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες και τα ιόντα χηλικών μετάλλων όπως Fe^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} και Cu^{2+} (Εικόνα 2). Η αντιοξειδωτική δράση των φαινολικών ενώσεων αποδίδεται στη δομή του σκελετού τους και στο πρότυπο των λειτουργικών ομάδων (Kumar et al., 2015). Για παράδειγμα, η θέση και ο αριθμός των ελεύθερων ομάδων υδροξυλίου ($-\text{OH}$) στον σκελετό των φλαβονοειδών καθορίζουν τη δραστηριότητα δέσμευσης ελεύθερων ριζών. Η παρουσία πολλαπλών ομάδων $-\text{OH}$ και ορθο-3,4-διυδροξυ δομών βελτιώνουν την αντιοξειδωτική δράση των πολυφαινολών. Οι πολυμερείς δομές (που περιέχουν περισσότερες ομάδες $-\text{OH}$) έχουν περισσότερο αντιοξειδωτικό δυναμικό, ενώ η γλυκοζυλίωση λειτουργικών ομάδων συνήθως μειώνει την αντιοξειδωτική δράση. Οι ανθοκυανίνες και τα υδρολυμένα προϊόντα τους περιέχουν ομάδες $-\text{OH}$, οι οποίες μπορούν να δωρίσουν άτομο υδρογόνου και επομένως διαθέτουν αντιοξειδωτικό δυναμικό. Ορισμένα φαινολικά περιλαμβάνουν γειτονικές ομάδες $-\text{OH}$ που συνδέονται με αρωματικό δακτύλιο. Αυτές οι ενώσεις δωρίζουν άτομο υδρογόνου και γειτονικές ομάδες $-\text{OH}$ που μπορούν να χηλιώσουν μέταλλα, επομένως αναστέλλουν την οξείδωση με περισσότερους από έναν τρόπους (Choe & Min, 2009).



Εικόνα 2. Μηχανισμός δράσης ορισμένων φυσικών αντιοξειδωτικών: Α) Η τοκοφερόλη δεσμεύει μια ελεύθερη ρίζα με τη δωρεά ενός ατόμου υδρογόνου. Β) Φλαβονοειδή που χηλιώνουν μεταλλικό ιόν. Γ) Φαινολικό οξύ που σταθεροποιεί μια ελεύθερη ρίζα με τη δωρεά ενός ατόμου υδρογόνου.

5. ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ

Σήμερα, η βιομηχανία τροφίμων προτιμά τα φυσικά προϊόντα έναντι των συνθετικών λόγω των περιοριστικών κανονισμών για την κατανάλωση των προσθέτων και της ευαισθητοποίησης των καταναλωτών σχετικά με την τοξική τους επίδραση και τον κίνδυνο για την υγεία. Μεταξύ των καλύτερων πηγών φυτικής προέλευσης αντιοξειδωτικών είναι τα φρούτα, τα λαχανικά, τα μπαχαρικά, τα βότανα, τα δημητριακά και οι σπόροι. Τα φυσικά συντηρητικά, πιθανά υποκατάστατα των συνθετικών πρόσθετων, είναι ουσίες που εξάγονται από φυτά, φρούτα, ρίζες, σπόρους, οι οποίες γενικά, παρουσιάζουν αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Ένα από τα σημαντικότερα μπαχαρικά που περιέχει φυσικά αντιοξειδωτικά είναι ο κουρκουμάς.

Ο κουρκουμάς (*Curcuma longa* L.), γνωστός και ως χρυσό τζίντζερ, είναι ένα ρίζωμα με πορτοκαλί χρωστικές ουσίες, που περιέχει αιθέρια έλαια εξαιρετικών ιδιοτήτων. Το χαρακτηριστικό κίτρινο χρώμα του κουρκουμά αποδίδεται στα κουρκουμινοειδή, τα οποία μπορεί να ποικίλουν μεταξύ 2 και 7%. Η παραδοσιακή διαδικασία για την παραγωγή κουρκουμά είναι με καθάρισμα των ριζών, βρασμό και ξήρανση (υγρασία περίπου 10–12%) (de Carvalho et al., 2020). Έχει χρησιμοποιηθεί ανά τους αιώνες στην παραδοσιακή ιατρική, και επιπλέον, χρησιμοποιείται ως βαφή τροφίμων και καρύκευμα στις ασιατικές χώρες όπως η Ινδία και η Κίνα (Júnior et al., 2019). Οι κύριες αντιοξειδωτικές ενώσεις του κουρκουμά είναι τα κουρκουμινοειδή, μεταξύ των οποίων η κουρκουμίνη είναι η πιο ευρέως μελετημένη. Επιπλέον, δύο άλλα κουρκουμινοειδή (δεμεθοξικουρκουμίνη και βισδεμεθοξικουρκουμίνη) είναι επίσης αποτελεσματικές αντιοξειδωτικές ενώσεις που βρέθηκαν στον κουρκουμά (de Carvalho et al., 2020).

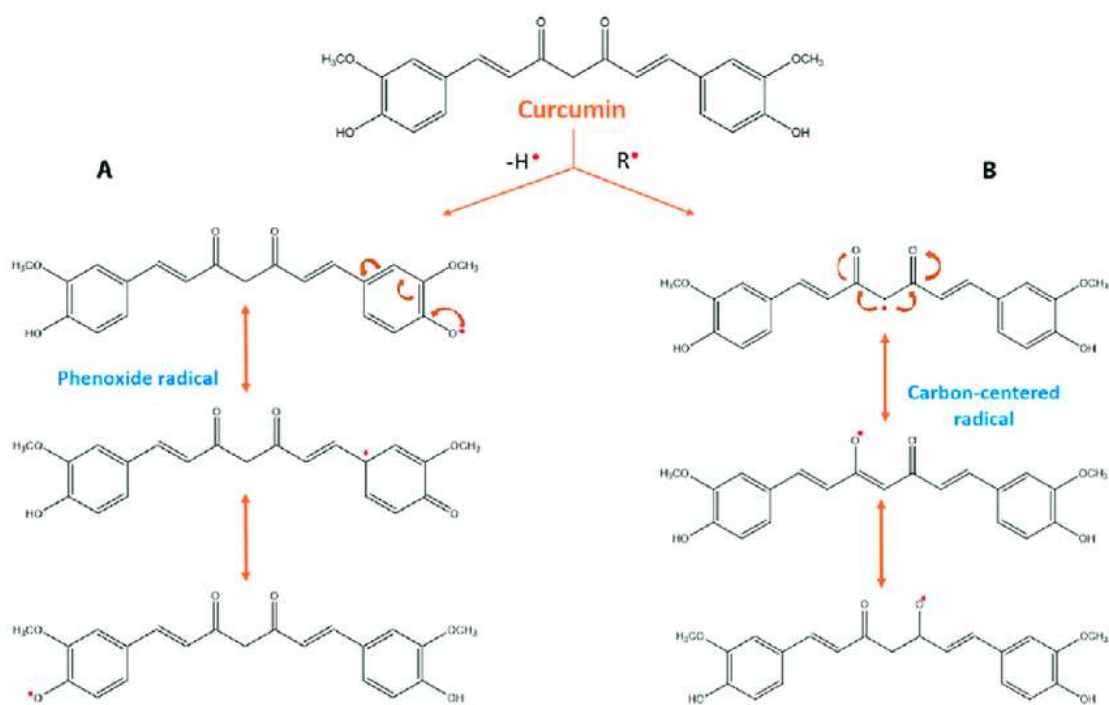
Η κουρκουμίνη (1,7-δις(4-υδροξυ-3-μεθοξυφαινυλ)-1,6-επταδιενο-3,5-διόνη), που ονομάζεται επίσης διφερουλοϋλομεθάνιο, είναι η κύρια φυσική πολυφαινόλη που βρίσκεται στο ρίζωμα του *Curcuma longa* (κουρκουμάς) και σε άλλα *Curcuma* spp. Η κουρκουμίνη αναγνωρίζεται και χρησιμοποιείται παγκοσμίως σε πολλές διαφορετικές μορφές για πολλαπλές δυνατότητες και οφέλη για την υγεία. Για παράδειγμα, στην Ινδία, ο κουρκουμάς χρησιμοποιείται σε κάρυ. Στην Ιαπωνία, σερβίρεται σε τσάι. Στην Ταϊλάνδη, χρησιμοποιείται στα καλλυντικά. Στην Κίνα, χρησιμοποιείται ως χρωστική, στην Κορέα σερβίρεται σε ποτά. Στη Μαλαισία, χρησιμοποιείται ως αντισηπτικό, στο Πακιστάν, χρησιμοποιείται ως αντιφλεγμονώδες και στις Ηνωμένες Πολιτείες, χρησιμοποιείται σε σάλτσα μουστάρδας, σε τυρί, βούτυρο και πατατάκια, ως συντηρητικό και ως χρωστική. Η κουρκουμίνη είναι διαθέσιμη σε πολλές μορφές όπως κάψουλες,

δισκία, αλοιφές, ενεργειακά ποτά, σαπούνια και καλλυντικά (Hewlings & Kalman, 2017).

Παρά τα αναφερόμενα οφέλη της , ένα από τα κύρια προβλήματα με την κατάποση κουρκουμίνης από μόνη της είναι η κακή βιοδιαθεσιμότητά της , η οποία φαίνεται να οφείλεται κυρίως σε κακή απορρόφηση, ταχύ μεταβολισμό και ταχεία αποβολή. Αρκετές ενώσεις έχουν δοκιμαστεί για τη βελτίωση της βιοδιαθεσιμότητας της κουρκουμίνης μπλοκάροντας τη μεταβολική οδό προκειμένου να αυξήσουν την βιοδιαθεσιμότητα. Για παράδειγμα, η πιπερίνη, ένας γνωστός ενισχυτής βιοδιαθεσιμότητας, είναι το κύριο δραστικό συστατικό του μαύρου πιπεριού και σχετίζεται με αύξηση 2000% στη βιοδιαθεσιμότητα της κουρκουμίνης. Επομένως, το ζήτημα αυτό φαίνεται να επιλύεται με την προσθήκη παραγόντων όπως η πιπερίνη (Hewlings & Kalman, 2017).

Η κουρκουμίνη είναι ένας ισχυρός απενεργοποιητής μονού οξυγόνου και μπορεί να αναγεννηθεί από δευτερογενή αντιοξειδωτικά. Τοποθετείται εντός της κυτταρικής μεμβράνης, όπου παρεμποδίζει τις λιπιδικές ρίζες και μετατρέπεται σε ρίζα φαινοξυλίου, η οποία είναι περισσότερο πολική από την κουρκουμίνη και μπορεί να κινηθεί προς την επιφάνεια της μεμβράνης και να σταθεροποιηθεί από οποιοδήποτε υδατοδιαλυτό αντιοξειδωτικό όπως το ασκορβικό οξύ (de Carvalho et al., 2020)

Η κουρκουμίνη έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει τους δείκτες του οξειδωτικού στρες. Υπάρχουν στοιχεία ότι μπορεί να αυξήσει την δραστηριότητα αντιοξειδωτικών όπως η υπεροξειδική δισμουτάση (SOD). Η επίδραση της κουρκουμίνης στις ελεύθερες ρίζες πραγματοποιείται από πολλούς διαφορετικούς μηχανισμούς. Μπορεί να σταθεροποιήσει διάφορες μορφές ελεύθερων ριζών, όπως το δραστικό οξυγόνο και το άζωτο (ROS και RNS, αντίστοιχα) και μπορεί να ρυθμίσει τη δραστηριότητα της GSH, της καταλάσης και της SOD, ενζύμων ενεργών στην εξουδετέρωση των ελεύθερων ριζών. Επίσης, μπορεί να αναστείλει τα ένζυμα που δημιουργούν ROS όπως η λιποξυγενάση (Hewlings & Kalman, 2017).



Εικόνα 3. Αντιοξειδωτικός μηχανισμός της κουρκουμίνης

Αντιοξειδωτική δράση

Στην Εικόνα 3. φαίνεται ο αντιοξειδωτικός μηχανισμός της κουρκουμίνης. Υπάρχουν δύο μηχανισμοί για το σχηματισμό ριζών φαινοξυλίου. Ο πρώτος μηχανισμός (Α) ξεκινά με την αρχική μεταφορά ηλεκτρονίων στην ελεύθερη ρίζα. Έτσι, σχηματίζεται ένα κατιόν ρίζας, το οποίο παράγει μια ρίζα φαινοξυλίου με απώλεια πρωτονίου. Ο δεύτερος μηχανισμός (Β) σχετίζεται με την άμεση άντληση υδρογόνου. Με βάση τις ενέργειες διάστασης των δεσμών, πολλοί συγγραφείς προτείνουν ότι ο πιο ευαίσθητος στόχος για τις ελεύθερες ρίζες στην κουρκουμίνη είναι το φαινολικό OH (Del Prado-Audelo et al., 2019).

Αντιμικροβιακή δράση

Ο κουρκουμάς έχει αποδειχθεί ότι αναστέλλει την ανάπτυξη μιας ποικιλίας βακτηρίων, παθογόνων μυκήτων και παρασίτων. Μια μελέτη σε νεοσσούς που μολύνθηκαν με *Eimeria maxima* έδειξε ότι οι δίαιτες συμπληρωμένες με 1% κουρκουμά είχαν ως αποτέλεσμα τη μείωση της εντερικής βλάβης και τη βελτίωση της αύξησης βάρους. Σε μια άλλη μελέτη σε ζώα, η τοπική εφαρμογή λαδιού κουρκουμά ανέστειλε τα δερματόφυτα και τους παθογόνους μύκητες σε ινδικά

χοιρίδια 7 ημέρες μετά την εφαρμογή του κουρκουμά. Η κουρκουμίνη έχει επίσης βρεθεί ότι έχει μέτρια δράση έναντι των κύριων οργανισμών *Plasmodium falciparum* και *Leishmania* (Rafieian-Koraei et al., 2014)

Επιπλέον, υπάρχουν λίγες μελέτες για τις αλλαγές που προκαλούνται με την αντικατάσταση της κουρκουμίνης με συνθετικά αντιοξειδωτικά στα αισθητήρια χαρακτηριστικά όπως το χρώμα, η γεύση, η οσμή και η υφή. Με βάση τα παραπάνω, στόχος της παρούσας έρευνας ήταν η αντικατάσταση των συντηρητικών του χοιρινού λουκάνικου με κουρκουμά και η μελέτη της αντιοξειδωτικής και αντιμικροβιακής του δράσης.

6. ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Τα βοηθητικά πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα και κατ' επέκταση στο κρέας, τα παρασκευάσματα του και τα αλλαντικά είναι φυσικές ή χημικές ουσίες που προσδίδουν στο τελικό προϊόν ή στα ενδιάμεσα στάδια παραγωγής διάφορες λειτουργικές ιδιότητες ή επιμηκύνουν τον χρόνο ζωής τους και δρουν συντηρητικά. Χρησιμοποιούνται για την βελτίωση των χαρακτηριστικών των αλλαντικών όπως:

- βελτίωση ικανότητας συγκράτησης ύδατος
- γαλακτωματοποίηση των λιπών
- βελτίωση συνεκτικότητας
- βελτίωση σύστασης (Ambrosiadis, 2011)

Πολλές από αυτές τις ουσίες απαντώνται και φυσικά στα τρόφιμα και οι περισσότερες παρασκευάζονται χημικά. Αυτές οι πρόσθετες ουσίες χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με τον τομέα δραστηριότητας τους στο κάθε τρόφιμο. Κάποιες από αυτές τις κατηγορίες είναι οι ρυθμιστές οξύτητας, τα αντιοξειδωτικά, οι γαλακτωματοποιητές, οι σταθεροποιητές, οι χρωστικές, οι διογκωτικοί παράγοντες κλπ. (Κανονισμός ΕΚ, αριθ. 1333-2008) Μία ένωση μπορεί να ανήκει σε παραπάνω από μία κατηγορίες διότι οι δράσεις τους ποικίλουν στο κάθε τρόφιμο. Οι κυριότερες κατηγορίες είναι τα:

- i. «συντηρητικά», οι ουσίες που παρατείνουν το χρόνο διατήρησης των τροφίμων προστατεύοντάς τα από τις αλλοιώσεις που προκαλούνται από τους μικροοργανισμούς.
- ii. «αντιοξειδωτικά». Τα αντιοξειδωτικά είναι συνθετικές ή φυσικές ενώσεις που προστίθενται στο κρέας για την πρόληψη της οξείδωσης, της τάγγισης των λιπιδίων, των δυσάρεστων γεύσεων και τη σταθεροποίηση του χρώματος. Η μυοσφαιρίνη, που αποτελεί την κύρια χρωστική του κρέατος, οξειδώνεται και υποβαθμίζει το χρώμα του κρέατος και επηρεάζει τον καταναλωτή. Η οξείδωση των πρωτεϊνών επηρεάζει τη λειτουργικότητα τους και κατά συνέπεια μεταβάλλει την ικανότητα

συγκράτησης νερού, τη διατροφική αξία, την ποιότητα και τη γεύση (Nair et al., 2020).

iii. «οξέα», οι ουσίες που αυξάνουν την οξύτητα τροφίμων ή/και που τους προσδίδουν όξινη γεύση.

iv. «ρυθμιστές οξύτητας», οι ουσίες που μεταβάλλουν ή ελέγχουν την οξύτητα ή αλκαλικότητα τροφίμων.

v. «αντισυσσωματοποιητικοί παράγοντες», οι ουσίες που μειώνουν την τάση μεμονωμένων σωματιδίων τροφίμου να προσκολλώνται μεταξύ τους.

vi. «γαλακτωματοποιητές». Οι γαλακτωματοποιητές δρουν ως διεπαφή μεταξύ των μη αναμίξιμων συστατικών ώστε να δημιουργηθεί σταθερό γαλάκτωμα. Ένας γαλακτωματοποιητής βελτιώνει την υφή, αποτρέπει τον διαχωρισμό των υλικών, ελέγχει τις αντιδράσεις τάγγισης και διασκορπίζει τις γεύσεις. Οι πρωτεΐνες κρέατος είναι καλοί γαλακτωματοποιητές. Τα αμινοξέα στις πρωτεΐνες αλληλεπιδρούν με τα μη πολικά μόρια λίπους και τα πολικά μόρια νερού. Φυτικές πρωτεΐνες από σόγια, σιτάρι, μπιζέλι και πατάτα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν γαλακτοματοποιητές. Λεκιθίνη και μονο- και διγλυκερίδια χρησιμοποιούνται επίσης ως γαλακτωματοποιητές σε διάφορα προϊόντα λόγω των υδρόφιλων και λιπόφιλων συστατικών τους (Nair et al., 2020).

vii. «ενισχυτικά γεύσεως», οι ουσίες που ενισχύουν την υπάρχουσα γεύση ή/και οσμή τροφίμου.

viii. «σταθεροποιητές», οι ουσίες που επιτρέπουν τη διατήρηση της φυσικοχημικής κατάστασης ενός τροφίμου. Οι σταθεροποιητές περιλαμβάνουν ουσίες οι οποίες επιτρέπουν τη διατήρηση της ομοιογενούς διασποράς δύο ή περισσότερων μη μειγνυόμενων ουσιών σε ένα τρόφιμο, ουσίες οι οποίες σταθεροποιούν, διατηρούν ή εντείνουν το υπάρχον χρώμα ενός τροφίμου και ουσίες οι οποίες αυξάνουν τη συνδετική ικανότητά του, συμπεριλαμβανομένου του σχηματισμού διασταυρούμενων δεσμών μεταξύ πρωτεϊνών που επιτρέπουν τη συνδετικότητα τεμαχίων τροφίμου κατά την ανασύστασή του ((Κανονισμός ΕΚ, αριθ. 1333-2008). Για παράδειγμα, το άμυλο χρησιμοποιείται στο κρέας ως συνδετικό κατά τη θέρμανση.

Τα κυριότερα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στα προϊόντα κρέατος είναι :

- το χλωριούχο νάτριο. Το χλωριούχο νάτριο (NaCl) είναι ένα από τα παλαιότερα μέσα για τη συντήρηση του κρέατος. Η συντήρηση επιτυγχάνεται μειώνοντας την ενεργότητα του νερού και κατά συνέπεια μειώνοντας το διαθέσιμο νερό για την ανάπτυξη μικροβίων.
- τα νιτρώδη. Τα νιτρώδη άλατα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τη βιομηχανία κρέατος ως νιτρώδες νάτριο (NaNO_2), νιτρικό νάτριο (NaNO_3) ή ως άλατα καλίου. Τα νιτρώδη χρησιμοποιούνται στη διαδικασία σκλήρυνσης διάφορων προϊόντων κρέατος. Τα

νιτρώδη/νιτρικά προστίθενται για τρεις κύριους λόγους:

- 1) Αναστέλλουν την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών όπως το *Clostridium botulinum*.
- 2) Σταθεροποιούν το ροζ χρώμα του κρέατος σε ωριμασμένα κρέατα σχηματίζοντας το σύμπλοκο νιτροσολιμοχρώματος.
- 3) Συμβάλλουν στην ανάπτυξη γεύσης και αναστέλλουν την οξείδωση.

Ο κύριος λόγος για την προσθήκη νιτρώδων είναι η παρεμπόδιση της ανάπτυξης σπορίων *C. botulinum*, επειδή δεν καταστρέφονται σε θερμοκρασία $<100^{\circ}\text{C}$ (τα περισσότερα προϊόντα με βάση το κρέας, π.χ. αλλαντικά δεν μαγειρεύονται $>100^{\circ}\text{C}$). Η δραστική ένωση σε νιτρώδη άλατα είναι το οξείδιο του αζώτου (NO), το οποίο αναστέλλει το *C. botulinum*. Τα επίπεδα νιτρώδους που χρησιμοποιούνται στα μεταποιημένα προϊόντα με βάση το κρέας είναι χαμηλά και συνήθως κυμαίνονται από 100-200 μέρη ανά εκατομμύριο (ppm). Τα επίπεδα ρυθμίζονται από κυβερνητικές υπηρεσίες λόγω της πιθανότητας σχηματισμού νιτροζαμίνης, που είναι καρκινογόνα ένωση.

- Τα οργανικά οξέα. Τα οργανικά οξέα που χρησιμοποιούνται ως τεχνολογικά πρόσθετα στη βιομηχανία τροφίμων, έχουν ως κύρια δράση την ρύθμιση της οξύτητας και τη συντήρηση του τελικού προϊόντος. Πολλά οξέα είναι συντηρητικά ρυθμίζοντας την οξύτητα, άλλα απομακρύνουν ανεπιθύμητα μέταλλα δεσμεύοντάς τα και άλλα δρουν συνεργιστικά με τα αντιοξειδωτικά αυξάνοντας την απόδοση και την διάρκεια δράσης τους. Για παράδειγμα, με προσθήκη κιτρικού οξέος στους χυμούς, η τιμή του κατεβαίνει κάτω από 4,5 με αποτέλεσμα η αποστείρωση που απαιτείται να επιτυγχάνεται σε πιο ήπιες θερμοκρασίες διατηρώντας έτσι περισσότερα ευεργετικά συστατικά (Μπόσκου, 2004). Το γαλακτικό οξύ και τα άλατά του χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία κρέατος για την αναστολή παθογόνων όπως η *Salmonella*, η *Listeria* και η *E. coli* σε ακατέργαστα και μαγειρεμένα προϊόντα (Aymerich et al., 2008)
- Φωσφορικά άλατα. Διαφορετικοί τύποι φωσφορικών αλάτων χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία και το συνηθέστερο είναι το τριπολυφωσφορικό νάτριο (STPP). Τα φωσφορικά μπορούν να μεταβάλλουν το pH, να συγκρατήσουν υγρασία, να προστατέψουν τη γεύση και να γαλακτωματοποιήσουν το λίπος. Λόγω της δραστικότητάς τους, που προκύπτει από την υδρόφιλη/υδρόφοβη δομή τους, έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς ως αντιμικροβιακοί παράγοντες για την αντιμετώπιση βακτηρίων στο κρέας,

συμπεριλαμβανομένου και του δέρματος πουλερικών (Barbut, 2015).

- Σάκχαρα. Τα σάκχαρα δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για τη ζύμωση, συμβάλλουν στη δημιουργία ερυθρού χρώματος και βελτιώνουν τη γεύση και το χυμώδες του τελικού προϊόντος. Αποτελούν πηγή ενέργειας για τους επιθυμητούς και απαραίτητους μικροοργανισμούς της ζύμωσης. Οι μικροοργανισμοί αυτοί καταναλώνουν τα σάκχαρα και παράγουν οξέα, με αποτέλεσμα την πτώση του pH της κρεατόμαζας, την πήξη των πρωτεϊνών και το σχηματισμό της απαραίτητης δομής του προϊόντος. Έτσι δημιουργούνται κατάλληλες συνθήκες pH για την αναγωγή των νιτρωδών σε μονοξείδιο του αζώτου και ευνοούν έτσι την παραγωγή και τη σταθερότητα του ερυθρού χρώματος. Η παρουσία των σακχάρων εμποδίζει εν μέρει και την αποδόμηση των πρωτεϊνών, γιατί προσφέρονται άμεσα ως πηγή ενέργειας στα διάφορα πρωτεολυτικά βακτήρια, τα οποία στην προκειμένη περίπτωση δεν διασπούν τις πρωτεΐνες. Συνήθως χρησιμοποιούνται μονοσακχαρίτες, όπως γλυκόζη και φρουκτόζη, δισακχαρίτες όπως σακχαρόζη, μαλτόζη και λακτόζη ή τέλος μείγμα διαφόρων σακχάρων (Klettner and List, 1980).
- ενισχυτικά γεύσης
- αρτυματικές ύλες (Κανονισμός ΕΚ αριθ. 1333-2008) ,(Γεωργάκης, Βαρελτζής & Αμβροσιάδης,2002),

7. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΣΚΟΠΟΣ

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η μικροβιολογική και χημική μελέτη χοιρινού λουκάνικου μετά την αντικατάσταση των συμβατικών χημικών συντηρητικών που χρησιμοποιούνται στη Βιομηχανία Τροφίμων με διαφορετικές περιεκτικότητες κουρκουμά.

Στάδια πειραματικής διαδικασίας

Η πειραματική διαδικασία αποτελείται από πειράματα σε τέσσερα διαφορετικά είδη χοιρινού λουκάνικου. Αρχικά, παράχθηκαν σε μονάδα παραγωγής τα τέσσερα δείγματα προς μελέτη τα οποία είναι ο μάρτυρας, το δείγμα με συντηρητικά, το δείγμα με 0,5% κουρκουμά και το δείγμα με 1% κουρκουμά.

Στη συνέχεια τα δείγματα μεταφέρθηκαν στον εργαστηριακό χώρο και πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις pH, χρώματος, μικροβιακές αναλύσεις, προσδιορισμός βαθμού οξείδωσης και μέτρηση υγρασίας. Οι μετρήσεις pH, χρώματος και οι μικροβιολογικές αναλύσεις πραγματοποιούνταν κάθε 3 ημέρες. Η μελέτη αντιοξειδωτικής δράσης κάθε 7 ημέρες, ενώ η υγρασία μετρήθηκε την πρώτη και την τελευταία ημέρα.

7.1. Παρασκευή χοιρινού λουκάνικου

Παρασκευάστηκαν 4 είδη χοιρινού λουκάνικου. Η παραγωγή των δειγμάτων των χωριάτικων λουκάνικων, πραγματοποιήθηκε στην οικογενειακή επιχείρηση παραγωγής αλλαντικών προϊόντων ΑΝΔΡΕΑΣ ΦΩΤΟΠΟΥΛΟΣ ΜΟΝ.ΕΠΕ. στους Γαργαλιάνους Μεσσηνίας, με μικρή τροποποίηση της παραδοσιακής συνταγής : ΧΟΙΡΙΝΟ ΛΟΥΚΑΝΙΚΟ ΜΕ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ. Η επιχείρηση τηρεί Σύστημα Διασφάλισης Ποιότητας των Τροφίμων ISO 22000:2018, το οποίο μας εξασφαλίζει την ασφάλεια των παραγόμενων προϊόντων.

Για την παρασκευή του αρχικού μίγματος, χρησιμοποιήθηκαν 14 κιλά χοιρινό τεμαχισμένο κρέας με λίπος. Στο κρέας προστέθηκαν :

- 230,8 g αλάτι
- 13,8 g πιπέρι
- 5,8 g γαρύφαλλο
- 7,4 g μοσχοκάρυδο
- 10,1 g μπαχάρι
- 18,5 g πάπρικα
- 18,5 g θρούμπι
- 5,8 g ρίγανη
- 461 g φλούδα πορτοκάλι
- 923 g κρασί
- 500 g νερό



Εικόνες 4. Ανάμιξη των υλικών για την Παρασκευή χοιρινού λουκάνικου.

Πραγματοποιήθηκε καλή ανάμιξη και στη συνέχεια μίγμα κρέατος χωρίστηκε σε τέσσερα ίσα μέρη (3,5 κιλά το καθένα).

Στη συνέχεια, παρασκευάστηκαν τέσσερα μίγματα :

- **3,5 kg ΜΙΓΜΑ ΓΙΑ ΣΚΕΤΟ ΛΟΥΚΑΝΙΚΟ (MARTYΡΑΣ)** : Στο συγκεκριμένο είδος δεν έγινε καμία άλλη προσθήκη.
- **3,5 kg ΜΙΓΜΑ ΓΙΑ ΛΟΥΚΑΝΙΚΟ ΜΕ ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΑ** : Πραγματοποιήθηκε προσθήκη δύο συντηρητικών της εταιρίας VILMA Μ.Ε.Π.Ε :

1. 4,2 g VILMA SUPER A : ασκορβικό νάτριο E-301, ερυθροβικό νάτριο E-316, σάκχαρα (δεξτρόζη)
2. 17,5 g SUPER FIX 1% : πυροφωσφορικό νάτριο E-450, τριφωσφορικό νάτριο E-451, πολυφωσφορικό νάτριο E-452,(P2O5:<24%), αλάτι, σάκχαρα (δεξτρόζη), κιτρικό νάτριο E 331, νιτρώδες νάτριο E250(1,5%)



Εικόνα 5. VILMA SUPER A



Εικόνα 6. VILMA SUPER FIX 1%

- **3,5 kg ΜΙΓΜΑ ΓΙΑ ΛΟΥΚΑΝΙΚΟ ΜΕ ΚΟΥΡΚΟΥΜΑ 0,5% :** Πραγματοποιήθηκε προσθήκη 17,5 g κουρκουμά.
- **3,5 kg ΜΙΓΜΑ ΓΙΑ ΛΟΥΚΑΝΙΚΟ ΜΕ ΚΟΥΡΚΟΥΜΑ 1% :** Πραγματοποιήθηκε προσθήκη 35 g κουρκουμά.

Πίνακας 1. Συστατικά παραγωγής των δειγμάτων λουκάνικου.

	Μάρτυρας	Λουκάνικο με συντηρητικά	Λουκάνικο με κουρκουμά 0,5 %	Λουκάνικο με κουρκουμά 1 %
Μίγμα για λουκάνικο	3,5 kg	3,5 kg	3,5 kg	3,5 kg
Κουρκουμάς	-	-	17,5 g	35 g
VILMA SUPER A	-	4,2 g	-	-
VILMA SUPER FIX 1%	-	17,5 g	-	-

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η γέμιση των εντέρων με την χρήση γεμιστικού μηχανήματος. Το μίγμα ρίχθηκε στην χοάνη και μεταφέρθηκε στο έντερο. Μετά από κάθε μίγμα πραγματοποιήθηκε καθαρισμός του μηχανήματος ώστε να προχωρήσουμε στο επόμενο χωρίς να υπάρχουν υπολείμματα.





Εικόνες 7. Ενθήκευση του μίγματος με την χρήση γεμιστικού μηχανήματος.

Στη συνέχεια τα λουκάνικα τοποθετήθηκαν σε θάλαμο όπου πραγματοποιήθηκε στέγνωμα για μία ώρα και στη συνέχεια ψήσιμο για μία ώρα στους 80 °C με θερμοκρασία πυρήνα 70 °C.



Εικόνα 8. Στέγνωμα – ψήσιμο χοιρινού λουκάνικου.

Τα λουκάνικα τοποθετήθηκαν στο ψυγείο και την επόμενη μέρα συσκευάστηκαν και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο με φορητό ψυγείο. Στο εργαστήριο τα δείγματα μεριδοποιήθηκαν (200 g κάθε μερίδα) και συσκευάστηκαν σε σακούλες πολυαιθυλενίου. Οι σακούλες κλείστηκαν αερόβια και αποθηκεύτηκαν στο ψυγείο στους 4°C.

7.2. Αναλύσεις

Το πείραμα διήρκεσε 27 μέρες. Πραγματοποιήθηκε :

- μικροβιολογική ανάλυση
- μέτρηση χρώματος
- μέτρηση pH
- προσδιορισμός βαθμού οξείδωσης
- μέτρηση υγρασίας.

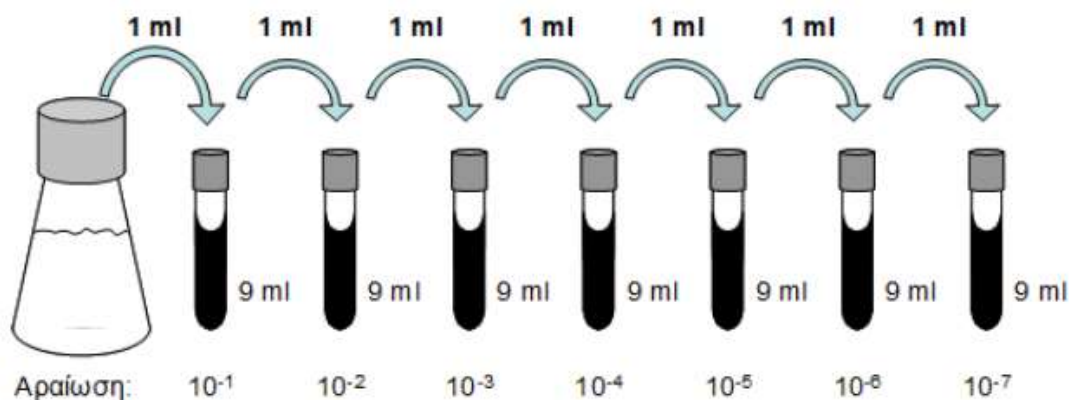
Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν κάθε 3 μέρες εκτός από τον προσδιορισμό βαθμού οξείδωσης που έγινε κάθε 7 μέρες. Την ημέρα της δειγματοληψίας λήφθηκε μία σακούλα (μερίδα) από κάθε είδος λουκάνικου. Η πρώτη ανάλυση πραγματοποιήθηκε την μέρα μετά την παρασκευή των λουκάνικων (Day 1)

7.2.1. Μικροβιολογικές αναλύσεις

Η μικροβιολογικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν για :

- Ολική μεσόφιλη χλωρίδα στους 30°C αερόβια
- Εντεροβακτήρια
- Pseudomonas
- Brochothrix Thermosphacta

Αρχικά πραγματοποιήθηκε ομογενοποίηση του δείγματος σε απολυμασμένο μίξερ. Ποσότητα 10 g κάθε δείγματος τοποθετήθηκε σε αποστειρωμένη σακούλα stomacher (χωρητικότητας περίπου 400 mL) και έγινε προσθήκη 90 ml πεπτονούχου ύδατος Buffered Peprone Water (Neogen) , ώστε να επιτευχθεί μια αρχική αραιώση 1:10. Τα δείγματα ομογενοποιήθηκαν σε συσκευή stomacher για 90 δευτερόλεπτα στα 80 χτυπήματα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Από την προκύπτουσα αραιώση, παρασκευάστηκαν κατάλληλες δεκαδικές αραιώσεις σε δοκιμαστικούς σωλήνες , χρησιμοποιώντας το ίδιο μέσο.



Εικόνα 9. Μέθοδος δεκαδικών αραιώσεων

Στη συνέχεια ποσότητα 1 mL από κάθε αραιώση ενοφθαλμίστηκε στο τρυβλίο που περιέχει 12-15mL του κατάλληλου υποστρώματος, ανάλογα το είδος του μικροοργανισμού. Τέλος τα τρυβλία επωάστηκαν σύμφωνα με τις συνθήκες ανάπτυξης του κάθε βακτηρίου.

- **Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα (OMX).** Χρησιμοποιήθηκε θρεπτικό υπόστρωμα Plate Count Agar (Neogen). Διαλύθηκε ποσότητα αυτού σε νερό και θερμάνθηκε με μαγνητάκια ανάδευσης στον θερμαινόμενο αναδευτήρα μέχρι βρασμού σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Έπειτα τοποθετήθηκε σε κωνικές φιάλες και αποστειρώθηκε στους 121 °C για 15 λεπτά σε κλίβανο αποστείρωσης. Όταν η θερμοκρασία του υποστρώματος έπεσε γύρω στους 50 °C 12-15 mL τοποθετήθηκε σε τρυβλία και αφέθηκε προς στερεοποίηση. Ο ενοφθαλμισμός του δείγματος έγινε με την τεχνική της επίστρωσης, στην οποία 0,1mL κάθε δεκαδικής αραιώσης του δείγματος, επιστρώνονται σε ένα τρυβλίο πετρί με το παραπάνω υπόστρωμα. Στην συνέχεια, τα τρυβλία τοποθετήθηκαν στον θάλαμο επώασης με το υπόστρωμα στραμμένο προς τα επάνω στους 30 °C. Μετά το πέρας των 72 ωρών έγινε απαρίθμηση των μικροοργανισμών που ήταν σε θέση να αναπτυχθούν και να σχηματίσουν αποικίες στο παραπάνω στερεό μέσο, με την βοήθεια της συσκευής αρίθμησης των αποικιών, με φωτιζόμενη βάση, και μηχανικό μετρητή.
- **Εντεροβακτήρια.** Για την ανάπτυξη των εντεροβακτηριοειδών χρησιμοποιήθηκε θρεπτικό υπόστρωμα άγαρ Violet Red Bile Glucose Agar (Neogen) , το οποίο παρασκευάστηκε στο εργαστήριο με την ίδια τεχνική όπως το PCA άγαρ, με την διαφορά ότι το υπόστρωμα VRBG δεν αποστειρώνεται αλλά χρησιμοποιείται απευθείας και παρασκευάζεται αυστηρά την ημέρα του πειράματος, χωρίς να είναι δυνατή η συντήρηση και επαναχρησιμοποίηση του. Κατά την διάρκεια της συντήρησης το θρεπτικό υπόστρωμα διατηρούταν σε υδατόλουτρο περίπου στους 50 °C. Ο ενοφθαλμισμός του δείγματος έγινε με την τεχνική της ενσωμάτωσης, στην οποία 1ml κάθε δεκαδικής αραιώσης του δείγματος, ενσωματώνεται σε ένα τρυβλίο πετρί με το παραπάνω υπόστρωμα. Ανακινήθηκαν ήπια τα τρυβλία δεξιόστροφα, αριστερόστροφα, προκειμένου να γίνει ομογενοποίηση και αφέθηκαν προς στερεοποίηση. Μετά την ομογενοποίηση και στερεοποίησή, το υπόστρωμα καλύφθηκε με δεύτερη στιβάδα από το ίδιο υλικό ώστε να δημιουργηθούν αναερόβιες συνθήκες. Στην συνέχεια, τα τρυβλία τοποθετήθηκαν στον επωαστικό κλίβανο, με το

υπόστρωμα στραμμένο προς τα επάνω και η επώαση έγινε σε θερμοκρασία 37°C για 24 ώρες. Στη συνέχεια, αριθμήθηκαν μόνο οι χαρακτηριστικές αποικίες με βαθύ πορφύρεο-ερυθρό χρώμα, περιβαλλόμενες από ερυθρωπή ζώνη. Όπου ήταν δυνατόν επιλέχθηκαν τα τρυβλία που περιείχαν περισσότερες από 10 και λιγότερες από 150 χαρακτηριστικές αποικίες.

- **Pseudomonas.** Για τις Ψευδομονάδες χρησιμοποιήθηκε θρεπτικό υλικό το Pseudomonas Agar base (Oxoid). Η τεχνική που ακολουθήθηκε είναι η ίδια με την Ολική μεσόφιλη Χλωρίδα. Έγινε επίστρωση 0,1ml δείγματος και ακολούθως επώαση για 2 ημέρες στους 30 °C. Στην προετοιμασία του θρεπτικού υλικού προστέθηκε αντιβιοτικό the selective agent Pseudomonas C-F-C supplement (Oxoid).
- **Brochothrix thermosphacta.** Χρησιμοποιήθηκε θρεπτικό υλικό το STAA Agar Base (Oxoid), έγινε επίστρωση 0,1ml δείγματος και επώαση για 2 ημέρες στους 30 °C. Όπως και στις ψευδομονάδες, έτσι και εδώ, προστέθηκε αντιβιοτικό STAA Selective Supplement, (Oxoid).

7.2.2. Μέτρηση pH

Ποσότητα 10 g του δείγματος ομογενοποιήθηκε στην συσκευή ομογενοποίησης Stomacher με 90 ml αποσταγμένου νερού για 1 min. Η μέτρηση της τιμής του pH έγινε με ψηφιακό pH-μετρο DELTA OHM, HD 3456.2, Haley, Padova, Italy. Καταγράφηκαν οι μέσοι όροι δύο μετρήσεων..

7.2.3 Μέτρηση χρώματος

Για τη μέτρηση χρώματος χρησιμοποιήθηκε το χρωματικό μοντέλο CIELab ή L*, a*, b*. Το κάθε χρώμα περιγράφεται από 3 κανάλια ή συντεταγμένες ή παράγοντες. Στο CIELab χρωματικό μοντέλο ή σύστημα οι χρωματικές συντεταγμένες ή χρωματικοί παράγοντες ονομάζονται L* , a*

και b^* , και απεικονίζονται σε τρισδιάστατο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Ο παράγοντας L^* (Lightness) αποθηκεύει όλη την πληροφορία φωτεινότητας της εικόνας παίρνοντας τιμές από 0 (μαύρο) έως 100 (λευκό) ενώ οι παράγοντες a^* και b^* την πληροφορία χρώματος χωρίς να υπάρχουν για αυτά κάποια αριθμητικά όρια. Θετικές τιμές του a^* αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κόκκινου. Αρνητικές τιμές του a^* αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του πράσινου. Θετικές τιμές του b^* αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κίτρινου. Αρνητικές τιμές b^* αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του μπλε.

Η μέτρηση του χρώματος έγινε με τη βοήθεια χρωματόμετρου Hunter Lab μοντέλο DP-9000™ (Reston, Virginia, USA). Περίπου 70g λουκάνικου ομογενοποιήθηκαν σε μίξερ, τοποθετήθηκαν σε γυάλινο τρυβλίο στο χρωματόμετρο και ελήφθησαν 5 διαφορετικές τιμές για τις παραμέτρους L^* (φωτεινότητα), a^* (ερυθρότητα) και b (ωχρότητα) μετά από περιστροφή του τρυβλίου κατά 45° έτσι ώστε να καταγραφεί το χρώμα σε διαφορετικά σημεία του δείγματος για να είναι πιο αντιπροσωπευτικό. Η τελική τιμή ήταν ο μέσος όρος των 5 μετρήσεων.



Εικόνα 10. Χρωματόμετρο Hunter Lab μοντέλου DP-9000 optical sensor colorimeter

7.2.4. Μέτρηση υγρασίας

Το νερό είναι το μεγαλύτερο σε αναλογία συστατικό που εμπεριέχεται στα τρόφιμα και συγκεκριμένα στα αλλαντικά. Οι προδιαγραφές των τελικών προϊόντων καθορίζουν ορισμένα όρια, τα οποία δεν πρέπει να υπερβαίνει η υγρασία τους.

Η αρχή της μεθόδου, κατά ISO 1442.3 που χρησιμοποιήθηκε, είναι η πλήρης απομάκρυνση

του ελεύθερου ύδατος από το προϊόν μετά από ξήρανση στους 105 °C και μέχρι παραλαβής σταθερού βάρους. Για να διευκολυνθεί η έξοδος του ύδατος, το δείγμα επεξεργάζεται με μία ποσότητα καθαρής άμμου και αιθυλικής αλκοόλης. Η άμμος εξασφαλίζει καλύτερη διασπορά του δείγματος και πιο ομοιόμορφη ανάπτυξη της θερμοκρασίας, ενώ η αιθανόλη επιταχύνει την απώλεια της υγρασίας δημιουργώντας αζεοτροπικό μίγμα με το νερό.

Ο προσδιορισμός της υγρασίας έγινε ως εξής:

Σε κάψα πορσελάνης μεταφέρθηκαν 10 g άμμου και ένα υάλινο ραβδί. Το σύστημα κάψας/ραβδίου προξηραίνεται στο φούρνο υγρασίας (105 °C) για 30 λεπτά περίπου, και αφού αποκτήσει θερμοκρασία δωματίου (σε ξηραντήρα) ζυγίζεται με ακρίβεια. Στην κάψα προστίθενται 5 g δείγματος ζυγισμένα με ακρίβεια και 5 mL αιθανόλης. Ακολουθεί πολύ καλή ανάμιξη του δείγματος, άμμου και αλκοόλης με τη βοήθεια του ραβδίου και η αιθανόλη εξατμίζεται σε υδατόλουτρο 60-80 °C. Ακολούθησε μεταφορά στο πυριαντήριο στους 100 °C έως σταθερού βάρους.

Η υγρασία του δείγματος υπολογίζεται στη συνέχεια από τον τύπο:

$$\text{Υγρασία (\%)} = (B1-B2) * 100 / (B1-B0)$$

όπου B0: βάρος κάψας με την άμμο και το ραβδί,

B1: βάρος δείγματος πριν από την ξήρανση και

B2: βάρος δείγματος μετά την ξήρανση.

7.2.5. Προσδιορισμός βαθμού οξείδωσης

Η πιο κοινή μέθοδος προσδιορισμού αντιοξειδωτικής δράσης στη βιομηχανία κρέατος είναι η ανάλυση TBARS (θειοβαρβιτουρικό οξύ). Βασίζεται στην αντίδραση μεταξύ μηλονικής διαδλεϋδης (MDA) και θειοβαρβιτουρικού οξέος (TBA) που οδηγεί στον σχηματισμό προϊόντων ροζ χρώματος που απορροφούν στα 532 nm. Αυτή η ανάλυση εκμεταλλεύεται την παραγωγή MDA για να ακολουθήσει την οξείδωση των λιπιδίων.

Για την παρασκευή του αρχικού διαλύματος (Διάλυμα 1), ζυγίστηκαν 0,67g TBA και με 80 mL απιονισμένου νερού αφέθηκαν υπό ανάδευση και θέρμανση έως την πλήρη διαλυτοποίηση και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL όπου συμπληρώθηκε ο όγκος έως τα 100 mL με απιονισμένο νερό. Από το Διάλυμα 1, 25ml μεταφέρθηκαν σε ογκομετρική

φιάλη, μαζί με 25ml οξικού οξέος και η φιάλη κλείστηκε με αλουμινόφυλλο και parafilm (Διάλυμα 2).

Για τον προσδιορισμό του TBA, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Kirk και Sawyer, (1991), σύμφωνα με την οποία 10g λουκάνικου και ομογενοποιήθηκαν με 50ml απιονισμένου νερού. Το μίγμα υπέστη απόσταξη μεθ' υδρατμών έως τη συλλογή 47 mL στα οποία προστέθηκαν 2,5 mL HCl 4M. Στη συνέχεια, 5mL από το απόσταγμα τοποθετήθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα και προστέθηκαν 5mL διαλύματος TBA (Διάλυμα 2) και θερμάνθηκαν στους 90°C για 35 λεπτά. Μετά την ψύξη, μετρήθηκε η απορρόφηση σε μήκος κύματος 532nm. Με τον ίδιο τρόπο παρασκευάστηκε και ο μάρτυρας (5mL TBA+5mL νερό). Ο αριθμός θειοβαρβιτουρικού οξέος εκφράστηκε σε mg μηλονικής διαλδεύδης ανά κιλό δείγματος (mg MDA/kg).

7.2.6. Στατιστική επεξεργασία

Πραγματοποιήθηκε στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων με την χρήση του προγράμματος SPSS Statistics. Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση One Way ANOVA, ο βαθμός σημαντικότητας ορίστηκε $P < 0,05$ και επιλέχθηκε το μοντέλο Duncan. Πραγματοποιήθηκαν δύο στατιστικές επεξεργασίες. Στην πρώτη, συγκρίθηκαν οι τιμές των διαφορετικών δειγμάτων μεταξύ τους για κάθε ημέρα του πειράματος. Τα αποτελέσματα αυτής της επεξεργασίας φαίνονται στους πίνακες σαν εκθέτες με μικρά λατινικά γράμματα. Στην δεύτερη στατιστική επεξεργασία, συγκρίθηκαν οι τιμές του ίδιου δείγματος, για κάθε ημέρα του πειράματος. Τα αποτελέσματα αυτής της επεξεργασίας φαίνονται στους πίνακες σαν εκθέτες με κεφαλαία λατινικά γράμματα.

8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Παρακάτω παρατίθενται τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών αναλύσεων, των μετρήσεων χρώματος, αντιοξειδωτικής δράσης, pH και υγρασίας.

8.1. ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

8.1.1. Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα

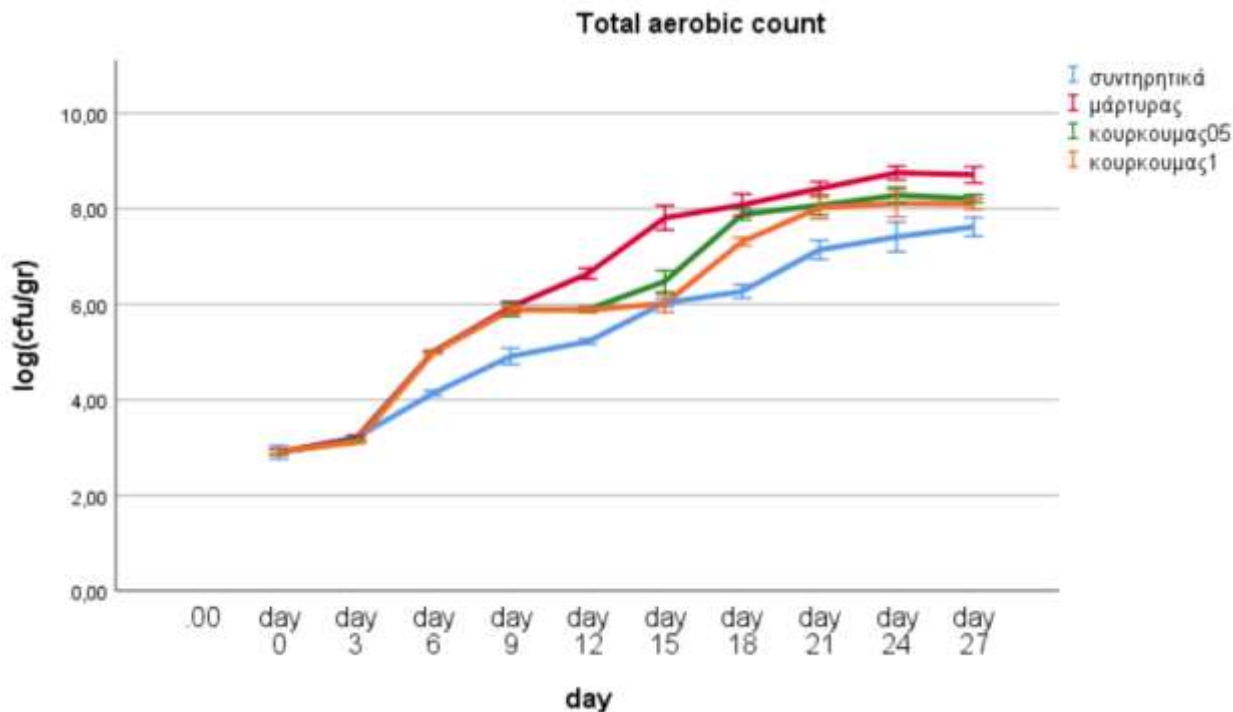
Στον πίνακα 2 και το διάγραμμα 1 παρατίθενται οι πληθυσμοί Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (Ο.Μ.Χ.) (log cfu/g) των δειγμάτων λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Πίνακας 2. Πληθυσμοί Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (Ο.Μ.Χ.) (log cfu/g) των δειγμάτων λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Ημέρα	ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΑ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	0,5% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ	1% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ
0	2,90 ± 0,07 ^{a, A}	2,91 ± 0,03 ^{a, A}	2,90 ± 0,03 ^{a, A}	2,92 ± 0,03 ^{a, A}
3	3,21 ± 0,03 ^{b, B}	3,19 ± 0,03 ^{a,b, B}	3,15 ± 0,01 ^{a, B}	3,11 ± 0,01 ^{a, B}
6	4,14 ± 0,03 ^{a, C}	5,01 ± 0,14 ^{b, C}	5,00 ± 0,00 ^{b, C}	4,99 ± 0,01 ^{b, C}
9	4,91 ± 0,08 ^{a, D}	5,94 ± 0,06 ^{b, D}	5,89 ± 0,07 ^{b, D}	5,88 ± 0,04 ^{b, D}
12	5,22 ± 0,03 ^{a, E}	6,64 ± 0,06 ^{c, E}	5,89 ± 0,03 ^{b, D}	5,88 ± 0,03 ^{b, D}
15	6,03 ± 0,04 ^{a, F}	7,81 ± 0,13 ^{c, F}	6,48 ± 0,11 ^{b, E}	6,01 ± 0,01 ^{a, D}
18	6,27 ± 0,07 ^{a, G}	8,08 ± 0,11 ^{c, G}	7,88 ± 0,06 ^{c, F}	7,31 ± 0,04 ^{b, E}
21	7,14 ± 0,10 ^{a, H}	8,42 ± 0,07 ^{c, H}	8,07 ± 0,10 ^{b, G}	8,02 ± 0,11 ^{b, F}
24	7,41 ± 0,16 ^{a, I}	8,75 ± 0,07 ^{c, I}	8,28 ± 0,08 ^{b, G,H}	8,11 ± 0,14 ^{b, F}
27	7,62 ± 0,10 ^{a, J}	8,71 ± 0,08 ^{c, I}	8,21 ± 0,04 ^{b, H}	8,10 ± 0,06 ^{b, F}

^{a,b,c} ... Τιμές με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια σειρά είναι στατιστικά σημαντικές (p<0,05) (διαφορετική επεξεργασία στον ίδιο χρόνο).

^{A,B,C} Τιμές με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια στήλη είναι στατιστικά σημαντικές (p<0,05) (ίδια επεξεργασία συναρτήσει του χρόνου).



Διάγραμμα 1. Πληθυσμοί Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (Ο.Μ.Χ.) (log cfu/g) των δειγμάτων λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης

Η Ο.Μ.Χ. είχε αρχικά κατά μέσο όρο τιμή 2,91 log cfu/g που είναι ενδεικτική της καλής μικροβιολογικής ποιότητας του χοιρινού λουκάνικου. Η ολική μεσόφιλη χλωρίδα ξεπέρασε τους 7 log cfu/g την 15η ημέρα στο δείγμα μάρτυρα (χωρίς συντηρητικά), την 18η μέρα στα δείγματα με τον κουρκουμά και την 21η μέρα στο δείγμα με τα συντηρητικά.

Στην πρώτη στατιστική επεξεργασία συγκρίθηκαν οι τιμές των δειγμάτων διαφορετικής επεξεργασίας για κάθε ημέρα συντήρησης. Το δείγμα με τα συντηρητικά παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές με όλα τα υπόλοιπα δείγματα καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης. Τα δείγματα με 0,5 % και 1% κουρκουμά δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές για τις μέρες 0 έως 12 και 18 έως 27. Παρατηρείται επίσης πως ο πληθυσμός της OMX ήταν υψηλότερος στο δείγμα μάρτυρα και χαμηλότερος στα δείγματα με κουρκουμά. Ο μάρτυρας δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφορές με τα δείγματα με 0,5% και 1% κουρκουμά τις ημέρες 0 έως 9. Μετά την 9η ημέρα υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων με κουρκουμά και του μάρτυρα, αποδεικνύοντας την αντιμικροβιακή δράση του κουρκουμά, η οποία όμως παραμένει λιγότερο ισχυρή από τα συντηρητικά.

Η δεύτερη στατιστική επεξεργασία περιλαμβάνει τη σύγκριση των τιμών των δειγμάτων της ίδιας επεξεργασίας συναρτήσει του χρόνου συντήρησης και έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για όλες τις ημέρες συντήρησης για το δείγμα με τα συντηρητικά. Για τον μάρτυρα υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για όλες τις ημέρες με εξαίρεση τις ημέρες 24 και 27. Για το δείγμα με 0,5% κουρκουμά υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για όλες τις ημέρες με εξαίρεση τις ημέρες 21, 24 και 27. Τέλος, για το δείγμα με 1% κουρκουμά υπήρχαν σημαντικές στατιστικά διαφορές, με εξαίρεση τις ημέρες 21, 24 και 27.

8.1.2. Εντεροβακτήρια

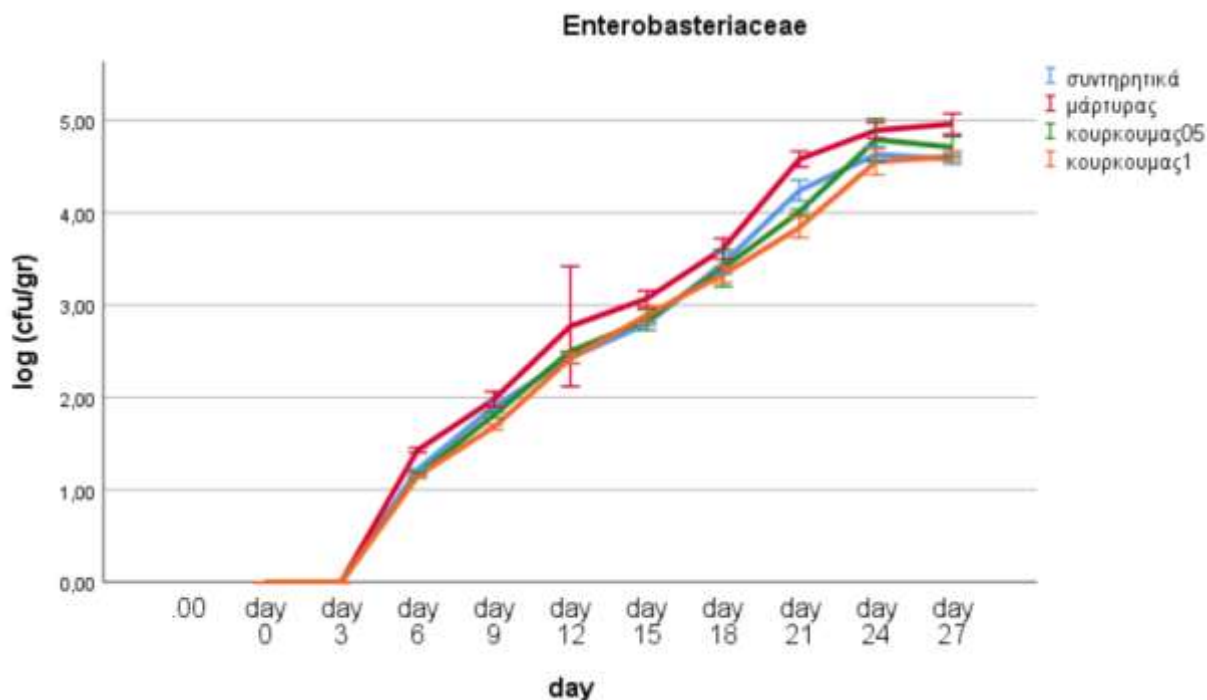
Στον πίνακα 3 και το διάγραμμα 2 παρατίθενται οι πληθυσμοί *Enterobacteriaceae* (log cfu/g) των δειγμάτων λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Πίνακας 3. Πληθυσμοί *Enterobacteriaceae* (log cfu/g) των δειγμάτων λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Ημέρα	ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΑ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	0,5% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ	1% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ
0	0 ^{a, A}	0 ^{a, A}	0 ^{a, A}	0 ^{a, A}
3	0 ^{a, A}	0 ^{a, A}	0 ^{a, A}	0 ^{a, A}
6	1,23 ± 0,00 ^{a, B}	1,43 ± 0,01 ^{c, B}	1,17 ± 0,01 ^{b, B}	1,15 ± 0,01 ^{b, B}
9	1,90 ± 0,03 ^{a, C}	1,98 ± 0,04 ^{d, C}	1,81 ± 0,01 ^{c, C}	1,68 ± 0,01 ^{b, C}
12	2,43 ± 0,03 ^{a, D}	2,77 ± 0,18 ^{b, D}	2,50 ± 0,00 ^{a, D}	2,42 ± 0,03 ^{a, D}
15	2,79 ± 0,01 ^{a, E}	3,07 ± 0,04 ^{b, E}	2,84 ± 0,06 ^{a, E}	2,89 ± 0,04 ^{a, E}
18	3,45 ± 0,06 ^{a,b, F}	3,61 ± 0,06 ^{b, F}	3,40 ± 0,10 ^{a, F}	3,33 ± 0,04 ^{a, F}
21	4,24 ± 0,06 ^{a, G}	4,58 ± 0,04 ^{d, G}	4,01 ± 0,01 ^{c, G}	3,84 ± 0,06 ^{b, G}
24	4,63 ± 0,04 ^{a,b, H}	4,89 ± 0,04 ^{c, H}	4,79 ± 0,11 ^{b,c, H}	4,55 ± 0,07 ^{a, H}
27	4,58 ± 0,03 ^{a, H}	4,96 ± 0,06 ^{c, H}	4,71 ± 0,06 ^{b, H}	4,61 ± 0,03 ^{a, H}

^{a,b,c} ... Τιμές με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια σειρά είναι στατιστικά σημαντικές (p<0,05) (διαφορετική επεξεργασία στον ίδιο χρόνο).

^{A,B,C} Τιμές με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια στήλη είναι στατιστικά σημαντικές (p<0,05) (ίδια επεξεργασία συναρτήσει του χρόνου).



Διάγραμμα 2. Πληθυσμοί *Enterobacteriaceae* (log cfu/g) των δειγμάτων λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Τις πρώτες τρεις ημέρες συντήρησης δεν παρατηρήθηκε ανάπτυξη εντεροβακτηρίων σε κανένα δείγμα. Την έκτη ημέρα μετρήθηκαν οι πρώτες αποικίες για όλα τα δείγματα και μετατράπηκαν σε log cfu/g. Την υψηλότερη τιμή είχε ο μάρτυρας με 1,43 log cfu/g, στην συνέχεια το δείγμα με τα συντηρητικά με 1,23 log cfu/g, έπειτα το δείγμα με 0,5% κουρκουμά με 1,17 log cfu/g, και τις λιγότερες αποικίες το δείγμα με 1% κουρκουμά με 1,15 log cfu/g. Όλες τις ημέρες το δείγμα με 1% κουρκουμά παρουσίαζε μικρότερη μικροβιακή ανάπτυξη από όλα τα δείγματα. Την 27^η ημέρα την μικρότερη ανάπτυξη παρουσίασε το δείγμα με τα συντηρητικά με 4,58 log cfu/g. Ο μάρτυρας και το δείγμα με 1% κουρκουμά παρουσίασαν μέγιστη τιμή την 27^η μέρα με 4,96 log cfu/g και 4,61 log cfu/g αντίστοιχα. Το δείγμα με συντηρητικά και 0,5% κουρκουμά παρουσίασαν μέγιστο την 24^η ημέρα με τιμές 4,63 και 4,79 log cfu/g αντίστοιχα.

Σύμφωνα με τους Jay et al. (2005) τα νιτρώδη είναι γενικά αναποτελεσματικά έναντι των εντεροβακτηριδίων, των *Salmonellae*, και των LAB, αν και ορισμένες επιδράσεις σημειώνονται σε αλλαντικά και σε συσκευασμένα κρέατα σε κενό αέρος που πιθανώς οφείλονται στην συνέργεια των νιτρωδών με την απουσία αέρα.

Στην πρώτη στατιστική επεξεργασία συγκρίθηκαν οι τιμές των δειγμάτων για κάθε ημέρα

ξεχωριστά . Ο μάρτυρας παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με όλα τα δείγματα καθ' όλη την διάρκεια της συντήρησης. Το δείγμα με τα συντηρητικά δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με το δείγμα με 1% και 0,5% κουρκουμά για τις μέρες 12 έως 18.

Η δεύτερη στατιστική επεξεργασία που περιλαμβάνει τη σύγκριση των τιμών των δειγμάτων της ίδιας επεξεργασίας συναρτήσει του χρόνου συντήρησης έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για όλες τις ημέρες της συντήρησης για όλα τα δείγματα με εξαίρεση τις ημέρες 24, 27 για το δείγμα με τα συντηρητικά και 1% κουρκουμά.

8.1.3. Ψευδομονάδες

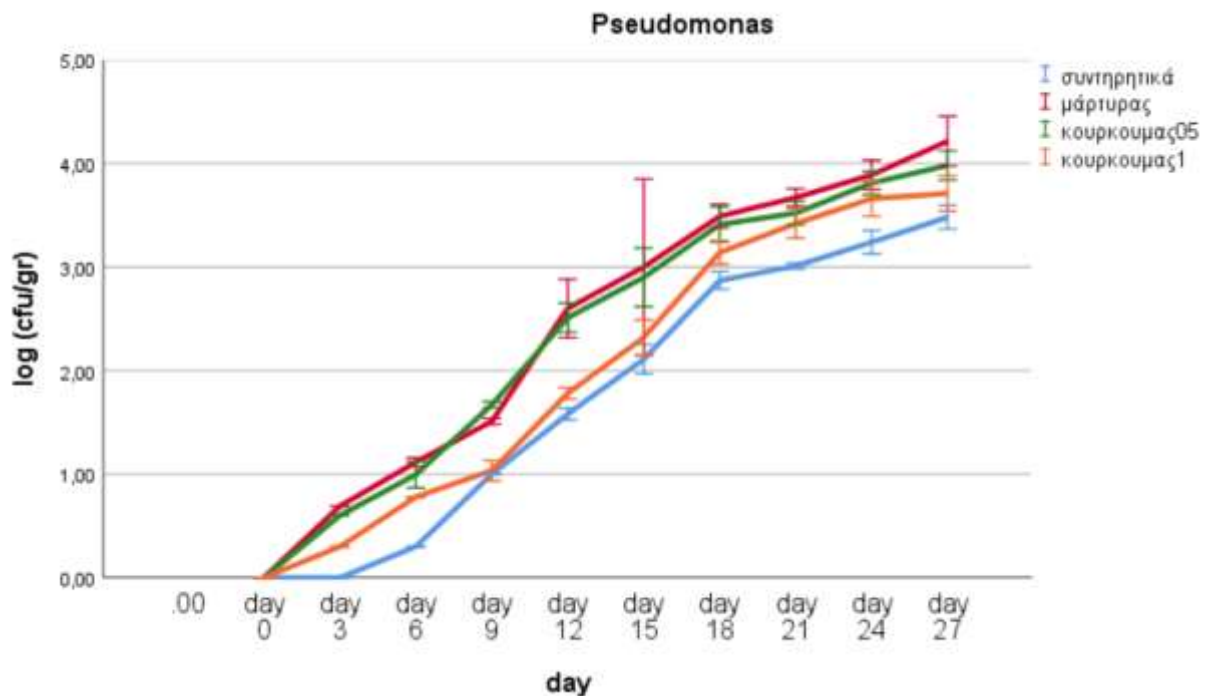
Στον πίνακα 4 και το διάγραμμα 3 παρατίθενται οι πληθυσμοί *Pseudomonas* (log cfu/g) των δειγμάτων λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Πίνακας 4. Πληθυσμοί *Pseudomonas* (log cfu/g) των δειγμάτων λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Ημέρα	ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΑ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	0,5% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ	1% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ
0	0 ^{a, A}	0 ^{a, A}	0 ^{a, A}	0 ^{a, A}
3	0 ^{a, A}	0,69 ± 0,00 ^{c, B}	0,60 ± 0,00 ^{c, B}	0,30 ± 0,00 ^{b, B}
6	0,30 ± 0,00 ^{a, B}	1,12 ± 0,02 ^{b, C}	0,99 ± 0,06 ^{b, C}	0,78 ± 0,00 ^{b, C}
9	1,00 ± 0,00 ^{a, C}	1,51 ± 0,01 ^{b, D}	1,67 ± 0,01 ^{b, D}	1,03 ± 0,05 ^{a, D}
12	1,58 ± 0,03 ^{a, D}	2,60 ± 0,14 ^{b, E}	2,51 ± 0,71 ^{b, E}	1,78 ± 0,03 ^{a, E}
15	2,11 ± 0,07 ^{a, E}	3,00 ± 0,42 ^{c, F}	2,90 ± 0,14 ^{b, c, F}	2,32 ± 0,08 ^{a, b, F}
18	2,87 ± 0,04 ^{a, F}	3,49 ± 0,06 ^{c, G}	3,41 ± 0,08 ^{c, G}	3,14 ± 0,06 ^{b, G}
21	3,01 ± 0,01 ^{a, G}	3,67 ± 0,04 ^{c, G, H}	3,52 ± 0,06 ^{b, G}	3,42 ± 0,07 ^{b, H}
24	3,24 ± 0,06 ^{a, H}	3,89 ± 0,07 ^{c, H, I}	3,81 ± 0,06 ^{b, c, H}	3,66 ± 0,08 ^{b, I}
27	3,48 ± 0,06 ^{a, I}	4,22 ± 0,12 ^{b, I}	3,98 ± 0,07 ^{b, I}	3,71 ± 0,08 ^{b, I}

^{a, b, c} ... Τιμές με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια σειρά είναι στατιστικά σημαντικές (p<0,05) (διαφορετική επεξεργασία στον ίδιο χρόνο).

^{A, B, C} Τιμές με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια στήλη είναι στατιστικά σημαντικές (p<0,05) (ίδια επεξεργασία συναρτήσει του χρόνου).



Διάγραμμα 3. Πληθυσμοί *Pseudomonas* (log cfu/g) των δειγμάτων λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Η ανάπτυξη των Ψευδομονάδων ξεκίνησε την 3η ημέρα για τα δείγματα με 0,5% κουρκουμά, με 1% κουρκουμά και για τον μάρτυρα με τιμές 0,6 log cfu/g, 0,3 log cfu/g και 0,69 log cfu/g, αντίστοιχα. Η ανάπτυξη στο δείγμα με τα συντηρητικά ξεκίνησε την 6η ημέρα με τιμή ίση με 0,3 log cfu/g. Την 27η ημέρα της συντήρησης το δείγμα μάρτυρας παρουσίασε τιμή 4,22 log cfu/g, το δείγμα με τα συντηρητικά 3,48 log cfu/g, το δείγμα με 0,5% κουρκουμά 3,98 log cfu/g και το δείγμα με 1% κουρκουμά 3,71 log cfu/g.

Στην πρώτη στατιστική επεξεργασία συγκρίθηκαν οι τιμές των δειγμάτων χοιρινού διαφορετικών επεξεργασιών για κάθε ημέρα συντήρησης. Το δείγμα με τα συντηρητικά παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές με όλα τα δείγματα καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης με εξαίρεση τις ημέρες 9 έως 15 με το δείγμα με 1% κουρκουμά. Το δείγμα με 0,5% κουρκουμά και ο μάρτυρας δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές για τις ημέρες 0 έως και 18. Τα δείγματα με 0,5% και 1% κουρκουμά δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές για τις ημέρες 21 έως και 27.

Η δεύτερη στατιστική επεξεργασία περιλαμβάνει τη σύγκριση των τιμών του δείγματος

ίδιας επεξεργασίας συναρτήσει του χρόνου συντήρησης. Η επεξεργασία έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για όλες τις ημέρες της συντήρησης για το δείγμα με τα συντηρητικά. Για τον μάρτυρα υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για όλες τις ημέρες με εξαίρεση τις ημέρες 18 έως 27. Για το δείγμα με 0,5% κουρκουμά υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για όλες τις ημέρες με εξαίρεση τις ημέρες 18 και 21. Τέλος, και για το δείγμα με 1% κουρκουμά υπήρχαν σημαντικές στατιστικά διαφορές, με εξαίρεση τις ημέρες 24, 27.

8.1.4. *Brochothrix Thermosphacta*

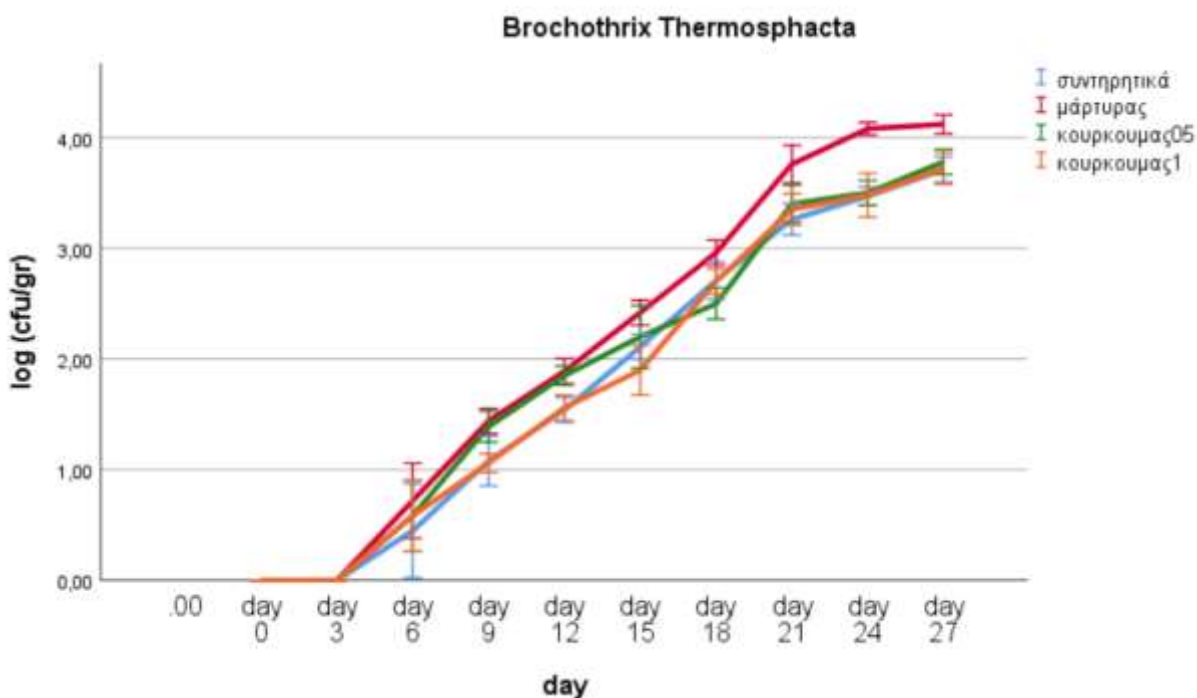
Στον πίνακα 5 και το διάγραμμα 4 παρατίθενται οι πληθυσμοί *Brochothrix Thermosphacta* (log cfu/g) των δειγμάτων λουκάνικου με διαφορετικές επεξεργασίες συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Πίνακας 5. Πληθυσμοί *Brochothrix Thermosphacta* (log cfu/g) των δειγμάτων λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Ημέρα	ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΑ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	0,5% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ	1% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ
0	0 ^{a, A}	0 ^{a, A}	0 ^{a, A}	0 ^{a, A}
3	0 ^{a, A}	0,69 ± 0,00 ^{c, B}	0,60 ± 0,00 ^{c, B}	0,30 ± 0,00 ^{b, B}
6	0,45 ± 0,21 ^{a, B}	0,72 ± 0,17 ^{a, B}	0,585 ± 0,16 ^{a, B}	0,58 ± 0,16 ^{a, C}
9	1,08 ± 0,11 ^{a, C}	1,44 ± 0,06 ^{b, C}	1,39 ± 0,07 ^{b, C}	1,06 ± 0,42 ^{a, D}
12	1,54 ± 0,06 ^{a, D}	1,89 ± 0,06 ^{b, D}	1,85 ± 0,02 ^{b, D}	1,56 ± 0,06 ^{a, E}
15	2,11 ± 0,06 ^{a, b, E}	2,42 ± 0,06 ^{c, E}	2,2 ± 0,14 ^{b, c, E}	1,90 ± 0,11 ^{a, F}
18	2,71 ± 0,08 ^{b, F}	2,96 ± 0,06 ^{v, F}	2,5 ± 0,07 ^{a, F}	2,7 ± 0,06 ^{b, G}
21	3,26 ± 0,07 ^{a, G}	3,76 ± 0,08 ^{b, G}	3,4 ± 0,08 ^{a, G}	3,35 ± 0,07 ^{a, H}
24	3,47 ± 0,04 ^{a, H}	4,08 ± 0,03 ^{b, H}	3,5 ± 0,06 ^{a, G}	3,48 ± 0,10 ^{a, H}
27	3,71 ± 0,06 ^{a, I}	4,12 ± 0,04 ^{b, I}	3,78 ± 0,06 ^{a, H}	3,83 ± 0,18 ^{a, I}

^{a, b, c} ... Τιμές με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια σειρά είναι στατιστικά σημαντικές (p<0,05) (διαφορετική επεξεργασία στον ίδιο χρόνο).

^{A, B, C} ... Διαφορετικοί εκθέτες δηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (p<0,05) (ίδια επεξεργασία συναρτήσει του χρόνου).



Διάγραμμα 2. Πληθυσμοί *Brochothrix Thermosphacta* (log cfu/g) των δειγμάτων λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Η ανάπτυξη του *Brochothrix Thermosphacta* ξεκίνησε την 3η ημέρα για όλα τα δείγματα εκτός του δείγματος με τα συντηρητικά, με μεγαλύτερη τιμή να παρουσιάζει το δείγμα μάρτυρας (χωρίς συντηρητικά) (0,69 log cfu/g) ενώ μικρότερη το δείγμα με 1% κουρκουμά (0,30 log cfu/g). Η ανάπτυξη του *B. Thermosphacta* στο δείγμα με τα συντηρητικά ξεκίνησε την 6^η μέρα με πληθυσμό ίσο με 0,45 log cfu/g. Το μέγιστο που έφτασε στο δείγμα με τα συντηρητικά την 27η ημέρα ήταν 3,71 log cfu/g, στο δείγμα με 1% κουρκουμά ήταν 3,83 log cfu/g, ενώ στο δείγμα με 0,5% κουρκουμά έφτασε 3,78 log cfu/g. Το δείγμα μάρτυρα παρουσίασε και αυτό μέγιστη τιμή την 27^η ημέρα φτάνοντας τα 4,12 log cfu/g.

Στην πρώτη στατιστική επεξεργασία συγκρίθηκαν οι τιμές των δειγμάτων λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών για κάθε ημέρα συντήρησης. Σε όλη τη διάρκεια της συντήρησης το δείγμα με τα συντηρητικά και το δείγμα με 1% κουρκουμά δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, γεγονός που αποδεικνύει την ανασταλτική δράση του κουρκουμά στην ανάπτυξη του *Brochothrix Thermosphacta*. Ο μάρτυρας δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με το δείγμα 0,5% κουρκουμά από την 9^η έως την 15^η ημέρα, ενώ από την 21^η έως την

27^η ημέρα το δείγμα με 0,5 % κουρκουμά δεν παρουσίασε στατικά σημαντικές διαφορές με το δείγμα με 1% κουρκουμά και το δείγμα με τα συντηρητικά.

Η δεύτερη στατιστική επεξεργασία που περιλαμβάνει τη σύγκριση των τιμών των δειγμάτων της ίδιας επεξεργασίας συναρτήσει του χρόνου συντήρησης έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για όλες τις ημέρες της συντήρησης για το δείγμα με τα συντηρητικά. Για τον μάρτυρα υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για όλες τις ημέρες με εξαίρεση τις ημέρες 3 και 6 και τέλος, και για τα δύο δείγματα με κουρκουμά υπήρχαν σημαντικές στατιστικά διαφορές, με εξαίρεση τις ημέρες 21 και 24.

Οι Sandikci et al. (2016), μελέτησαν την αντιμικροβιακή αποτελεσματικότητα της κουρκουμίνης, ενός από τα δραστικά συστατικά του φυτού *Curcuma longa* (κουρκουμάς), ενάντια στα παθογόνα στον κιμά. Η *Salmonella Typhimurium*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 και τα στελέχη *S. aureus* χρησιμοποιήθηκαν ως παθογόνα τροφίμων. Παρασκευάστηκαν τέσσερα δείγματα με κουρκουμίνη σε δόσεις 0,5%, 1% και 2% και ο μάρτυρας, και αναλύθηκαν 0-7 ημέρες αργότερα. Διαπιστώθηκε ότι η δόση 2% της κουρκουμίνης είχε μειώσει τον αριθμό των *L. monocytogenes* και *S. aureus* κατά περίπου 3 log CFU/g, και τις μετρήσεις *E. coli* O157:H7 και *S. Typhimurium* κατά περίπου 2 log CFU/g. Η δόση 1% είχε μειώσει τον αριθμό των *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *E. coli* O157:H7 και *S. Typhimurium* κατά περίπου 2 log CFU/g η δόση κουρκουμίνης 0,5% είχε μειώσει τον αριθμό του *L. monocytogenes* και του *S. aureus* κατά περίπου 2 log CFU/g και τα *E. coli* O157:H7 και *S. Typhimurium* περίπου 1 log CFU/g. Παρατηρήθηκε ότι η αντιβακτηριακή δράση αυξήθηκε ανάλογα με τη δόση, όμως η επίδραση στο χρώμα ήταν αρνητική. Σε αυτή τη μελέτη, οι δόσεις κουρκουμίνης 0,5% και 1%. θεωρήθηκαν αισθητικά αποδεκτές. Συμπερασματικά, ενόψει της αντιμικροβιακής αποτελεσματικότητας της κουρκουμίνης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μικρότερες δόσεις μαζί με συντηρητικά πρόσθετα σε τρόφιμα όπου η αλλαγή χρώματος δεν είναι σημαντική.

Σκοπός της μελέτης των Demihran et al. (2020), ήταν η διερεύνηση των επιδράσεων του κουρκουμά στο pH και τη μικροβιολογική ποιότητα κεφτεδών. Στους κεφτέδες προστέθηκαν 2% και 4% κουρκουμάς και τα δείγματα αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία ψυγείου. Οι τιμές του pH, η Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα, τα κολοβακτηρίδια, τα βακτήρια γαλακτικού οξέος, και ο *Staphylococcus aureus* παρακολουθήθηκαν καθημερινά για πέντε ημέρες. Το αποτέλεσμα της ανάλυσης έδειξε, ότι ο αριθμός των ολικών αερόβιων βακτηρίων των ομάδων που περιείχαν

κουρκουμά ήταν χαμηλότερος σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η τιμή pH και ο αριθμός των ολικών κολοβακτηριδίων του δείγματος με κουρκουμά 4% ήταν χαμηλότερος από τον μάρτυρα.

Οι Goswami et al. (2014), παρασκεύασαν τρία δείγματα κιμά κοτόπουλου και τα αποθήκευσαν στους 4 ± 1 °C . Το πρώτο με 4% τζίντζερ , 4% σκόρδο και πάστα κουρκουμά σε συγκέντρωση 1000 ppm (δείγμα GGT), το δεύτερο με νιτρώδη 200 ppm (δείγμα N) και το τρίτο το δείγμα μάρτυρα. Από την παρούσα μελέτη συμπεράναν ότι το σκόρδο με το τζίντζερ και την πάστα κουρκουμά είχαν καλύτερες αντιοξειδωτικές ιδιότητες από τα νιτρώδη για τον κιμά κοτόπουλου. Είχαν επίσης πολύ καλή αντιμικροβιακή δράση έναντι της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας, αλλά ήταν λιγότερο αποτελεσματικά από τα νιτρώδη. Ωστόσο είχαν αντιμικροβιακή δράση ίση με τα νιτρώδη έναντι της *Escherichia Coli* . Το δείγμα GGT είχε επίσης καλύτερη αντιμικροβιακή δράση κατά του *Clostridium sporogenes* με τα νιτρώδη να είναι ελαφρώς πιο αποτελεσματικά. Ωστόσο, η αντιμικροβιακή δράση έναντι του *Clostridium perfringens* ήταν ίδια και για το δείγμα με τα νιτρώδη και για το δείγμα GGT.

Οι Kandem et al. (2007), μελέτησαν την παράταση της διάρκειας ζωής και την διατήρηση της ποιότητας, των διαφόρων εμπορικών συστατικών, συμπεριλαμβανομένων των νιτρωδών/νιτρικών και των μπαχαρικών, των φρέσκων ιταλικών παραδοσιακών λουκάνικων Τοσκάνης. Συγκεκριμένα, διερευνήθηκε ο ρόλος των μπαχαρικών, στην πιθανή μείωση ή αντικατάσταση νιτρικών και νιτρωδών αλάτων. Τα δεδομένα απέδειξαν τον σημαντικό ρόλο των μπαχαρικών στη μείωση της ανάπτυξης της σκόπιμα εμβολιασμένης *Listeria monocytogenes*. Τα μπαχαρικά μπορούν συμβάλλουν στη μείωση της περιεκτικότητας σε νιτρικά και νιτρώδη φρέσκο λουκάνικο. Επιπλέον, τα αποτελέσματα της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας έδειξαν ότι η δραστηριότητα των μπαχαρικών μπορεί να είναι μεγαλύτερη από αυτόν των νιτρωδών.

Οι García-Díez et al. (2016), μελέτησαν τα ξηρά πορτογαλικά λουκάνικα chouriço de vinho τα οποία παρασκευάζονται με χοντροκομμένο χοιρινό κρέας και λίπος και καρυκεύονται με μεγάλη ποικιλία βοτάνων και μπαχαρικών. Το κρέας μαρινάρεται σε κρασί με άλλα καρυκεύματα 24–48 ώρες πριν το γέμισμα. Ο στόχος αυτής της μελέτης ήταν να αξιολογήσει την αντιμικροβιακή δράση των αιθέριων ελαίων βοτάνων και μπαχαρικών που χρησιμοποιούνται παραδοσιακά στο καρύκευμα ξηρών λουκάνικων chouriço κατά των *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* και *Staphylococcus aureus*. Μετά από 15 ημέρες ξήρανσης, η *Salmonella spp.* και οι αριθμοί *L. monocytogenes* μειώθηκαν κατά περίπου 2 log cfu/g σε όλα τα δείγματα. Στις 3 ημέρες, η *Salmonella spp.* ήταν ήδη μη ανιχνεύσιμη σε chouriço φτιαγμένο με 0,05% αιθέρια έλαια σκόρδου

και ρίγανης. Η *Salmonella spp.* Και η *L. monocytogenes* δεν ανιχνεύθηκαν μετά από 8 και 15 ημέρες ξήρανσης αντίστοιχα. Ο *S. aureus* ανιχνεύθηκε ακόμα μετά από 21 ημέρες ξήρανσης, αν και οι μετρήσεις του δεν ήταν αρκετά υψηλές ώστε να υπάρχει παρουσία εντεροτοξινών. Συμπερασματικά, η χρήση των αιθέριων ελαίων στην παρασκευή λουκάνικου ξηρής ωρίμανσης οδήγησε σε μια ενδιαφέρουσα στρατηγική για τη βελτίωση της ασφάλειάς των λουκάνικων έναντι των *Salmonella spp.*, *L. monocytogenes* και *S. aureus*, αλλά με οργανοληπτικούς περιορισμούς, που δεν επιτρέπουν τη χρήση τους σε υψηλές συγκεντρώσεις, που είναι πιο αποτελεσματικές για την αναστολή των παθογόνων.

Οι Lourenço et al., αξιολόγησαν την αποτελεσματικότητα του κουρκουμά (*Curcuma longa*), στη μείωση του αριθμού των *Staphylococcus aureus* και *Escherichia coli* στο κρέας κοτόπουλου. Σαράντα δείγματα κρέατος στήθους χωρίστηκαν σε δύο ομάδες (Α και Β). Στην ομάδα Α, εμβολιάστηκαν με *E. coli* και τα δείγματα της ομάδας Β εμβολιάστηκαν με *S. Aureus*. Στη συνέχεια κάθε ομάδα χωρίστηκε σε τρία δείγματα. Το πρώτο δείγμα αναλύθηκε αμέσως μετά τον εμβολιασμό. Το δεύτερο δείγμα (μάρτυρας) αποθηκεύτηκε στους 4 °C για 48 ώρες και στο τρίτο δείγμα προστέθηκε 1% (w/w) κουρκουμάς και αποθηκεύτηκε υπό τις ίδιες συνθήκες με το δεύτερο δείγμα. Τα μικρόβια *E. coli* και *S. aureus* απαριθμήθηκαν σε όλα τα δείγματα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρξε σημαντική μείωση στον αριθμό των βακτηρίων με την προσθήκη 1% κουρκουμά στο κρέας από στήθος κοτόπουλου.

8.2. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

8.2.1. pH

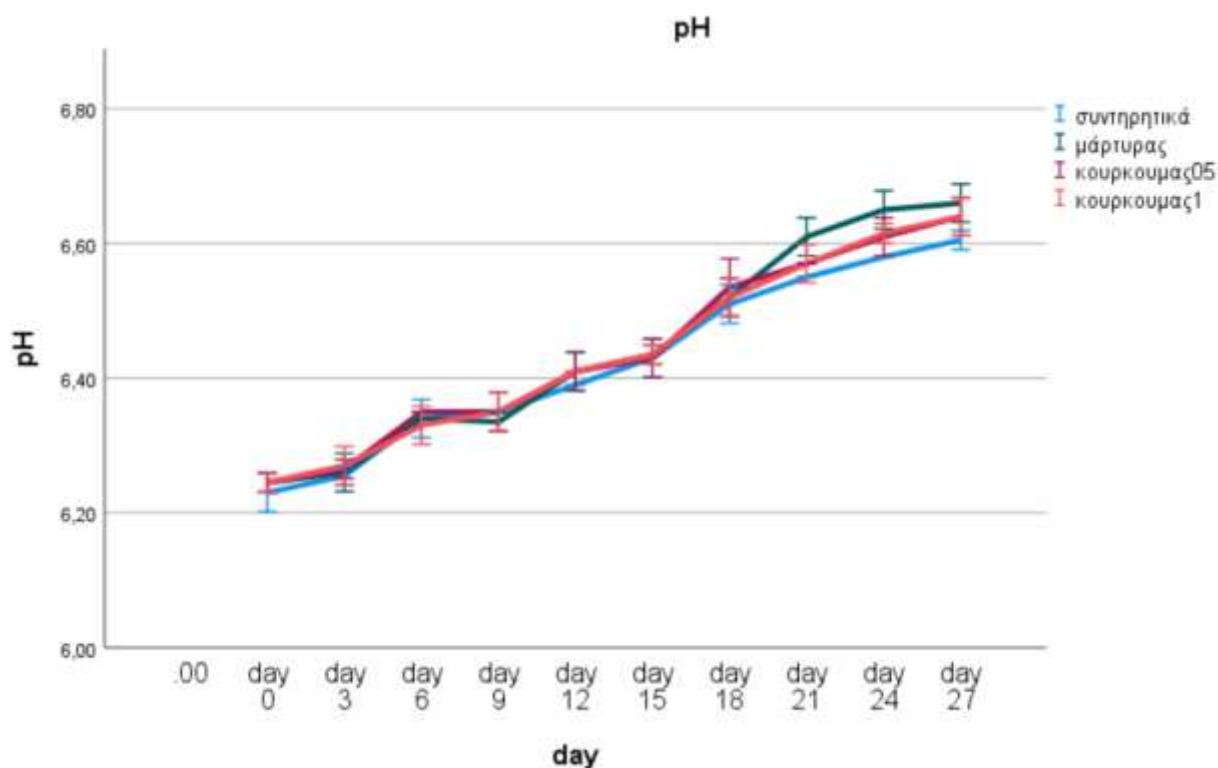
Στον πίνακα 6 και το διάγραμμα 5 παρατίθενται οι τιμές pH των δειγμάτων λουκάνικου με διαφορετικές επεξεργασίες συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Πίνακας 9. Τιμές pH των δειγμάτων λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Ημέρα	ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΑ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	0,5% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ	1% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ
0	6,23 ± 0,01 ^{a, A}	6,25 ± 0,01 ^{a, A}	6,25 ± 0,01 ^{a, A}	6,25 ± 0,01 ^{a, A}
3	6,26 ± 0,01 ^{a, B}	6,26 ± 0,01 ^{a, A}	6,27 ± 0,01 ^{a, A}	6,27 ± 0,01 ^{a, A}
6	6,34 ± 0,01 ^{a, C}	6,34 ± 0,00 ^{a, B}	6,35 ± 0,00 ^{a, B}	6,33 ± 0,01 ^{a, B}
9	6,35 ± 0,00 ^{a, C}	6,34 ± 0,01 ^{a, B}	6,35 ± 0,01 ^{a, B}	6,35 ± 0,01 ^{a, B}
12	6,39 ± 0,00 ^{a, D}	6,41 ± 0,01 ^{a, C}	6,41 ± 0,01 ^{a, C}	6,41 ± 0,00 ^{a, C}
15	6,43 ± 0,01 ^{a, E}	6,44 ± 0,01 ^{a, D}	6,43 ± 0,01 ^{a, C}	6,44 ± 0,01 ^{a, C}
18	6,51 ± 0,01 ^{a, F}	6,52 ± 0,01 ^{a, E}	6,54 ± 0,01 ^{a, D}	6,52 ± 0,01 ^{a, E}
21	6,55 ± 0,00 ^{a, G}	6,61 ± 0,01 ^{b, F}	6,57 ± 0,00 ^{a, E}	6,57 ± 0,01 ^{a, F}
24	6,58 ± 0,00 ^{a, H}	6,65 ± 0,01 ^{c, G}	6,61 ± 0,01 ^{b, F}	6,62 ± 0,01 ^{b, G}
27	6,62 ± 0,01 ^{a, I}	6,67 ± 0,01 ^{b, G}	6,64 ± 0,01 ^{b, G}	6,64 ± 0,01 ^{b, G}

^{a,b,c} ... Τιμές με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια σειρά είναι στατιστικά σημαντικές ($p < 0,05$) (διαφορετική επεξεργασία στον ίδιο χρόνο).

^{A,B,C} Τιμές με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια στήλη είναι στατιστικά σημαντικές ($p < 0,05$) (ίδια επεξεργασία συναρτήσει του χρόνου).



Διάγραμμα 5. Τιμές pH για τα δείγματα λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Την πρώτη ημέρα ανάλυσης το pH όλων των δειγμάτων κυμαινόταν μεταξύ 6,2 και 6,3. Υπήρξε σταδιακή αύξηση του pH σε όλα τα δείγματα κατά τη διάρκεια της συντήρησης.

Στην πρώτη στατιστική επεξεργασία συγκρίθηκαν οι τιμές των δειγμάτων για κάθε ημέρα ξεχωριστά. Μέχρι και την 18^η ημέρα αποθήκευσης δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στις τιμές pH μεταξύ δειγμάτων. Την 24^η ημέρα τα δείγματα με κουρκουμά δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Την 27^η ημέρα το δείγμα με τα συντηρητικά παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές με τα υπόλοιπα δείγματα.

Η δεύτερη στατιστική επεξεργασία που περιλαμβάνει την σύγκριση των τιμών του ίδιου δείγματος έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για όλες τις ημέρες της συντήρησης για το δείγμα με τα συντηρητικά εκτός από τις ημέρες 6, 9. Για τον μάρτυρα υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για όλες τις ημέρες με εξαίρεση τις ημέρες 6, 9 και 24, 27. Για το δείγμα με 0,5% κουρκουμά υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για όλες τις ημέρες με εξαίρεση τις ημέρες 6,9 και 12,15. Τέλος, και για το δείγμα με 1% κουρκουμά δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, για τις ημέρες 6,9 τις ημέρες 12, 15 και 24,27.

8.2.2. Υγρασία

Στον πίνακα 7 παρατίθενται η % υγρασία όλων των δειγμάτων την πρώτη ημέρα της συντήρησης και την τελευταία ημέρα (27η) του πειράματος.

Πίνακας 7. % υγρασία των δειγμάτων διαφορετικών επεξεργασιών την πρώτη ημέρα και την 27^η ημέρα συντήρησης.

Επεξεργασία	% υγρασία	
	1 ^η ημέρα	27 ^η ημέρα
Συντηρητικά	56,79±2,12	54,08±2,67
Μάρτυρας	57,00±2,01	54,20±2,60
0,5 % κουρκουμάς	51,02±1,74	49,05±1,71
1% κουρκουμάς	49,18±1,53	47,37±1,45

Η μέτρηση της υγρασίας έδειξε 5 μονάδες διαφορά στο δείγμα με 0,5% κουρκουμά σε σύγκριση με τα δείγματα χωρίς κουρκουμά και περίπου 7 μονάδες στο δείγμα με 1% κουρκουμά. Η μείωση υγρασίας με την προσθήκη κουρκουμά είναι πιθανό να συνδέεται άμεσα με την καλύτερη μικροβιακή κατάσταση των δειγμάτων, αφού η αυξημένη υγρασία ευνοεί την ανάπτυξη των μικροβίων. Την τελευταία ημέρα συντήρησης παρατηρήθηκε μείωση υγρασίας για όλα τα δείγματα.

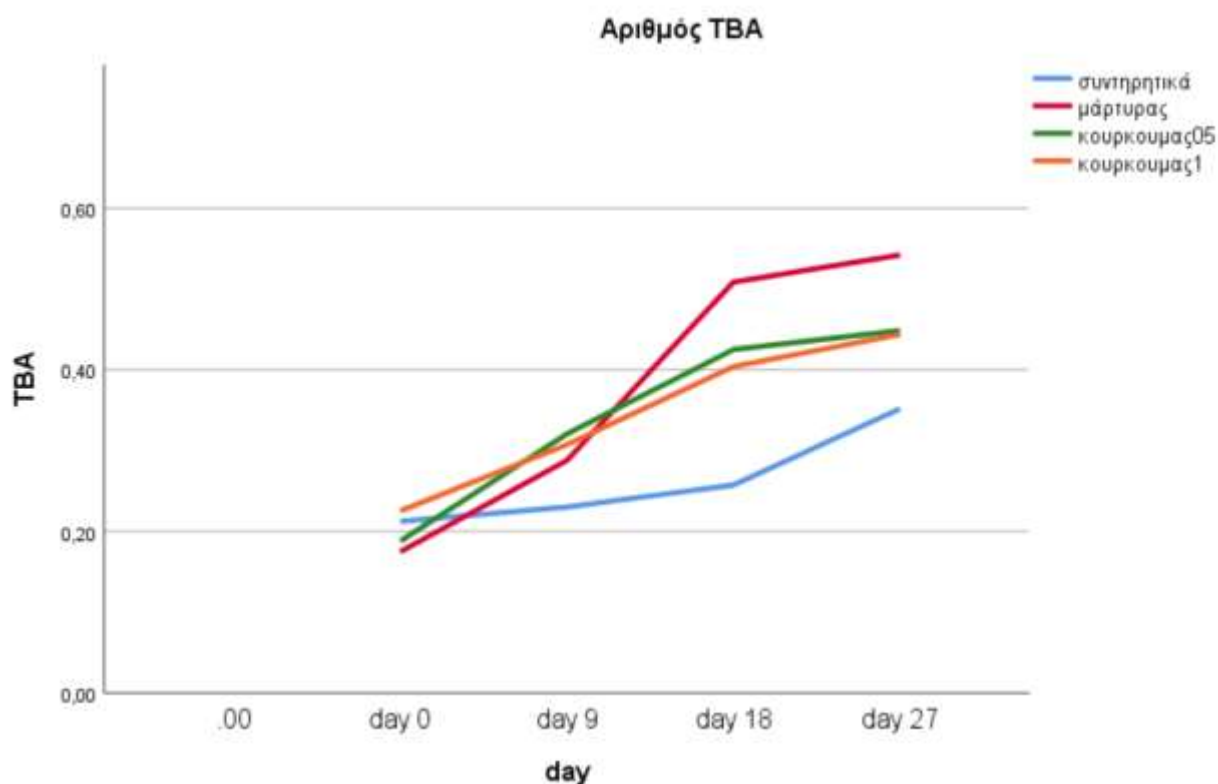
8.2.3. Προσδιορισμός βαθμού οξείδωσης

Η μέθοδος 2-θειοβαρβιτουρικού οξέος (TBA) είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη δοκιμή για την αποτίμηση της οξείδωσης σε κρέας και προϊόντα κρέατος κ.α. (Gomez et al., 2003). Η δοκιμή TBA είναι μια χρωματομετρική μέθοδος και προσδιορίζει την περιεκτικότητα του τροφίμου σε μηλονική διαλδεϋδη (MDA) και άλλες ενώσεις που μπορούν να αντιδράσουν με 2-θειοβαρβιτουρικό οξύ. Η MDA σχηματίζεται μέσω υδροϋπεροξειδίων, τα οποία είναι προϊόντα αντίδρασης των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων με το οξυγόνο. Κατά την αντίδραση, 2 μόρια TBA και ένα μόριο MDA αντιδρούν δίνοντας ροζ χρώμα που ανιχνεύεται φασματοφωτομετρικά στα 532-538nm (Ferrari, 2002). Ο αριθμός TBA εκφράζει την οξείδωση των λιπιδίων σε mg μηλονικής διαλδεϋδης ανά kg κρέατος (Pikul et al., 1989). Για τα αποτελέσματα χρησιμοποιήθηκε ο τύπος: $7.8 \times \text{Abs} = \text{mg}$ μηλονικής διαλδεϋδης/kg δείγματος.

Στον Πίνακα 8 και το διάγραμμα 6 δίνεται ο αριθμός TBA για τα δείγματα λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Πίνακας 8. Βαθμός οξείδωσης λιπαρών (TBA) εκφρασμένος σε mg μηλονικής διαλδεΰδης/kg των δειγμάτων λουκάνικων διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Ημέρα	ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΑ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	0,5% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ	1% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ
0	0,21 ± 0,00 ^{a, A}	0,17 ± 0,00 ^{a, A}	0,19 ± 0,00 ^{a, A}	0,22 ± 0,01 ^{a, A}
9	0,23 ± 0,00 ^{a, A}	0,29 ± 0,01 ^{a,b, B}	0,32 ± 0,00 ^{b, B}	0,31 ± 0,00 ^{b, B}
18	0,26 ± 0,00 ^{a, A}	0,51 ± 0,00 ^{c, C}	0,42 ± 0,00 ^{b, C}	0,40 ± 0,00 ^{b, C}
27	0,35 ± 0,00 ^{a, B}	0,54 ± 0,00 ^{c, C}	0,45 ± 0,00 ^{b, C}	0,44 ± 0,00 ^{b, D}



Διάγραμμα 6. Ο αριθμός TBA για τα δείγματα λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Παρατηρήθηκε αύξηση του αριθμού TBA για όλα τα δείγματα κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Στην πρώτη στατιστική επεξεργασία συγκρίθηκαν οι τιμές των δειγμάτων για κάθε ημέρα ξεχωριστά. Οι τιμές TBA δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές την ημέρα 0. Τις

ημέρες 9,18 και 27 τα δύο δείγματα με κουρκουμά δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους αλλά με το δείγμα μάρτυρα και των συντηρητικών.

Η δεύτερη στατιστική επεξεργασία που περιλαμβάνει τη σύγκριση των τιμών των δειγμάτων της ίδιας επεξεργασίας συναρτήσει του χρόνου συντήρησης έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για όλες τις ημέρες στο δείγμα με 1% κουρκουμά, ενώ στο δείγμα με τα συντηρητικά στατιστικά σημαντική διαφορά υπήρξε την τελευταία ημέρα. Για τα δείγματα του μάρτυρα και 0,5 % κουρκουμά τις ημέρες 18 και 27 δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές.

Οι de Carvalho et al. (2020), χρησιμοποίησαν εκχύλισμα κουρκουμά για την μελέτη της αντιοξειδωτικής δράσης σε αρνίσιο λουκάνικο. Η μελέτη έδειξε βελτίωση της αντιοξειδωτικής δράσης και του αρώματος και μείωση των προϊόντων οξείδωσης. Παρατηρήθηκε επίσης αύξηση της ωχρότητας (κίτρινο χρώμα).

Οι Kilic et al. (2021), μελέτησαν την δράση του κουρκουμά σε μαγειρεμένα κεφτεδάκια κοτόπουλο με προσθήκη του μπαχαρικού σε αναλογία 0,5% και 1%. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στις τιμές pH, όμως η χρήση κουρκουμά προκάλεσε μείωση της τιμής TBARS σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Αυτό το αποτέλεσμα θα μπορούσε να αποδοθεί στον κουρκουμά περιεκτικότητα σε κουρκουμίνη, γνωστή για την αντιοξειδωτική της δράση. Επίσης, δεν υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών TBARS για κεφτεδάκια που παρασκευάστηκαν με 0,5% και 1% κουρκουμά.

Οι Augustyńska-Prejsnar et al. (2022), αξιολόγησαν τις επιδράσεις του κουρκουμά σε επιλεγμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά, στην οξειδωτική σταθερότητα και την ασφάλεια των μπιφτεκιών από κρέας πάπιας. Δοκιμάστηκαν τέσσερις παραλλαγές μπιφτέκι, και συγκεκριμένα I–control, χωρίς πρόσθετο, II–με σκόνη κουρκουμά, III–με εκχύλισμα κουρκουμά και IV–με πάστα κουρκουμά. Κάποιες από τις παραμέτρους που εξετάστηκαν ήταν το pH, το χρώμα στην κλίμακα CIE L*a*b*, ο δείκτης TBARS και ο συνολικός αριθμός μικροοργανισμών. Οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν μετά από 24 ώρες, 6, 12 και 18 ημέρες αποθήκευσης στο ψυγείο (4 ± 2 °C). Η προσθήκη σκόνης και πάστας κουρκουμά περιόρισε σημαντικά τις διαδικασίες οξείδωσης των λιπιδίων σε μπιφτέκια με κρέας πάπιας συσκευασμένα σε κενό αέρος για μια περίοδο 18 ημερών. Αν και οι διαδικασίες οξείδωσης των λιπιδίων επιταχύνθηκαν μετά από 6 ημέρες σε όλα τα δείγματα, τα μπιφτέκια με σκόνη κουρκουμά έδειξαν τις χαμηλότερες τιμές του δείκτη TBARS και μείωσαν τον ρυθμό ανάπτυξης των μικροοργανισμών. Οι προσθήκες πάστας και σκόνης

κουρκουμά είχαν ως αποτέλεσμα μειωμένο pH, αυξημένη κατακράτηση νερού και πιο ανοιχτό χρώμα στα μπιφτέκια. Αυτά τα πρόσθετα κρίθηκαν επίσης αποδεκτά κατά την αισθητηριακή αξιολόγηση. Το πιο επιθυμητό άρωμα και γεύση, ήταν στα μπιφτέκια με προσθήκη πάστας κουρκουμά, ενώ τα μπιφτέκια με σκόνη κουρκουμά βαθμολογήθηκαν υψηλότερα για το επιθυμητό άρωμα και την ένταση της γεύσης τους.

Οι Mancini et al. μελέτησαν την επίδραση της σκόνης *Curcuma longa* και του ασκορβικού οξέος σε ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε μπιφτέκι κουνελιού. Τα μπιφτέκια (δείγμα μάρτυρα χωρίς πρόσθετα, μπιφτέκι με 3,5 g σκόνη κουρκουμά/100 g κρέας, μπιφτέκι με 0,1 g ασκορβικό οξύ/100 g κρέατος) αναλύθηκαν τις ημέρες 0 και 7 για pH, , TBARS, αντιοξειδωτική ικανότητα , μικροβιακή ανάπτυξη, κ.α. Παρατήρησαν, ότι η προσθήκη σκόνης κουρκουμά τροποποίησε το χρώμα του κρέατος και παρήγαγε αντιοξειδωτική ικανότητα παρόμοια με το ασκορβικό οξύ , φτάνοντας στο συμπέρασμα ότι ο κουρκουμάς σε σκόνη μπορεί να θεωρηθεί ένα χρήσιμο φυσικό αντιοξειδωτικό, επεκτείνει τη διάρκεια ζωής στο μπιφτέκι κουνελιού.

Στο πείραμα των Mervat et al. (2016), μελετήθηκε η σκόνη πρόπολης και κουρκουμά σαν συντηρητικά σε διαφορετικές συγκεντρώσεις (1,5% , 2% και 2,5 %) ως φυσικά συντηρητικά κατά την παρασκευή κιμά βοδινού αποθηκευμένου σε θερμοκρασία ψύξης ($7 \pm 1^{\circ}\text{C}$). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πρόπολη και ο κουρκουμάς είχαν σημαντική αποτελεσματικότητα στην μείωση της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας καθώς και ορισμένων χημικών δεικτών όπως το pH και το θειοβαρβιτουρικό οξύ (TBA). Φάνηκε ότι ο αριθμός των βακτηρίων, το pH και οι τιμές TBA μειώνονται όσο αυξάνεται η συγκέντρωση των συντηρητικών αφού η συγκέντρωση του (2,5%) είχε την μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Η αντιοξειδωτική και αντιβακτηριδιακή δράση της πρόπολης ήταν υψηλότερη από αυτή της σκόνης κουρκουμά. Συμπερασματικά, η πρόπολη και ο κουρκουμάς μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο ως αντιοξειδωτικά και ως αντιβακτηριακοί παράγοντες στον κιμά, με την πρόπολη να είναι πιο αποτελεσματική.

8.2.4. Χρώμα

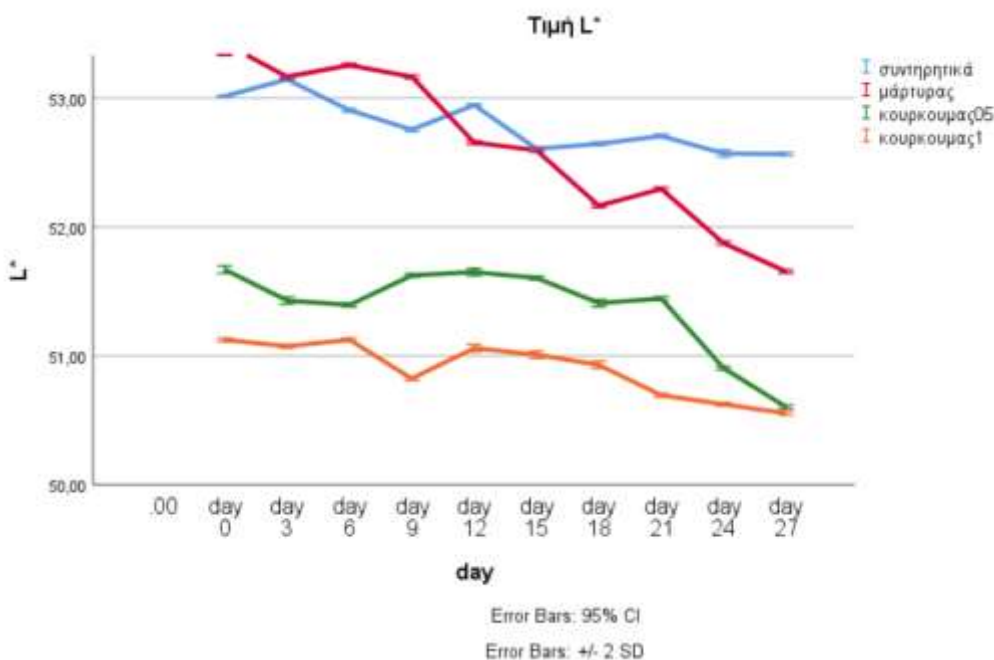
Στον πίνακα 9 και το διάγραμμα 7 παρατίθενται οι τιμές L^* των δειγμάτων λουκάνικου με διαφορετικές επεξεργασίες συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Πίνακας 9. Οι τιμές της παραμέτρου L* των δειγμάτων λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Τιμή L*				
Ημέρα	ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΑ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	0,5% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ	1% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ
0	53,10± 0,01 ^{c, I}	53,43± 0,01 ^{d, G}	51,66 ± 0,01 ^{b, G}	51,12± 0,01 ^{a, G}
3	53,04 ± 0,01 ^{c, H}	53,17 ± 0,01 ^{d, H}	51,44 ± 0,01 ^{b, D,E}	51,07 ± 0,01 ^{a, F}
6	52,90 ± 0,01 ^{c, F}	53,25 ± 0,01 ^{d, G}	51,4 ± 0,01 ^{b, C}	51,12 ± 0,01 ^{a, G}
9	52,75± 0,01 ^{c, E}	53,16 ± 0,01 ^{d, G}	51,62 ± 0,01 ^{b, F}	50,82 ± 0,01 ^{a, C}
12	52,94 ± 0,01 ^{d, G}	52,65 ± 0,01 ^{c, F}	51,66 ± 0,01 ^{b, G}	51,05 ± 0,01 ^{a, F}
15	52,60 ± 0,01 ^{c, B}	52,60 ± 0,01 ^{c, E}	51,6 ± 0,01 ^{b, F}	51,00 ± 0,01 ^{a, E}
18	52,65 ± 0,01 ^{d, C}	52,17 ± 0,01 ^{c, C}	51,4 ± 0,01 ^{b, C,D}	50,94 ± 0,01 ^{a, D}
21	52,70 ± 0,01 ^{d, D}	52,3 ± 0,01 ^{c, D}	51,45 ± 0,01 ^{b, E}	50,7 ± 0,01 ^{a, B}
24	52,58 ± 0,01 ^{d, A}	51,88 ± 0,01 ^{c, B}	50,91 ± 0,01 ^{b, B}	50,63 ± 0,01 ^{a, A}
27	52,56 ± 0,01 ^{d, A}	51,66 ± 0,01 ^{c, A}	50,6 ± 0,01 ^{b, A}	50,56 ± 0,01 ^{a, H}

^{a,b,c} ... Τιμές με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια σειρά είναι στατιστικά σημαντικές ($p < 0,05$) (διαφορετική επεξεργασία στον ίδιο χρόνο).

^{A,B,C} Τιμές με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια στήλη είναι στατιστικά σημαντικές ($p < 0,05$) (ίδια επεξεργασία συναρτήσει του χρόνου).



Διάγραμμα 7. Οι τιμές της παραμέτρου L* για τα δείγματα λουκάνικου διαφορετικής επεξεργασίας συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Η παράμετρος L* αναφέρεται στο ζεύγος μαύρο-άσπρο (0-100) του συστήματος CIELAB και είναι μέτρο της φωτεινότητας. Για όλα τα δείγματα η παράμετρος L* ήταν υψηλότερη την πρώτη ημέρα συντήρησης με τιμές 53,1 , 53,43 , 51,12 , 51,66 για το λουκάνικο με συντηρητικά, τον μάρτυρα, το λουκάνικο με 1% κουρκουμά και 0,5% κουρκουμά αντίστοιχα. Ο μάρτυρας είχε την υψηλότερη τιμή L ενώ το λουκάνικο με 1% κουρκουμά την χαμηλότερη. Η χαμηλή τιμή δικαιολογείται στο δείγμα με 1% κουρκουμά, αφού η προσθήκη του σκουραίνει το δείγμα. Σε όλα τα δείγματα παρατηρήθηκε μικρή μείωση της τιμής L κατά την συντήρηση. Αυτό σημαίνει ότι τα δείγματα έγιναν πιο σκούρα.

Στην πρώτη στατιστική επεξεργασία συγκρίθηκαν οι τιμές των δειγμάτων για κάθε ημέρα ξεχωριστά . Κατά την διάρκεια της συντήρησης τα δείγματα παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους για όλες τις τιμές L*.

Η δεύτερη στατιστική επεξεργασία περιλαμβάνει τη σύγκριση των τιμών των δειγμάτων της ίδιας επεξεργασίας συναρτήσει του χρόνου συντήρησης. Σε όλα τα δείγματα παρατηρείται πτωτική τάση στο διάγραμμα, όμως με αυξομειώσεις στις τιμές.

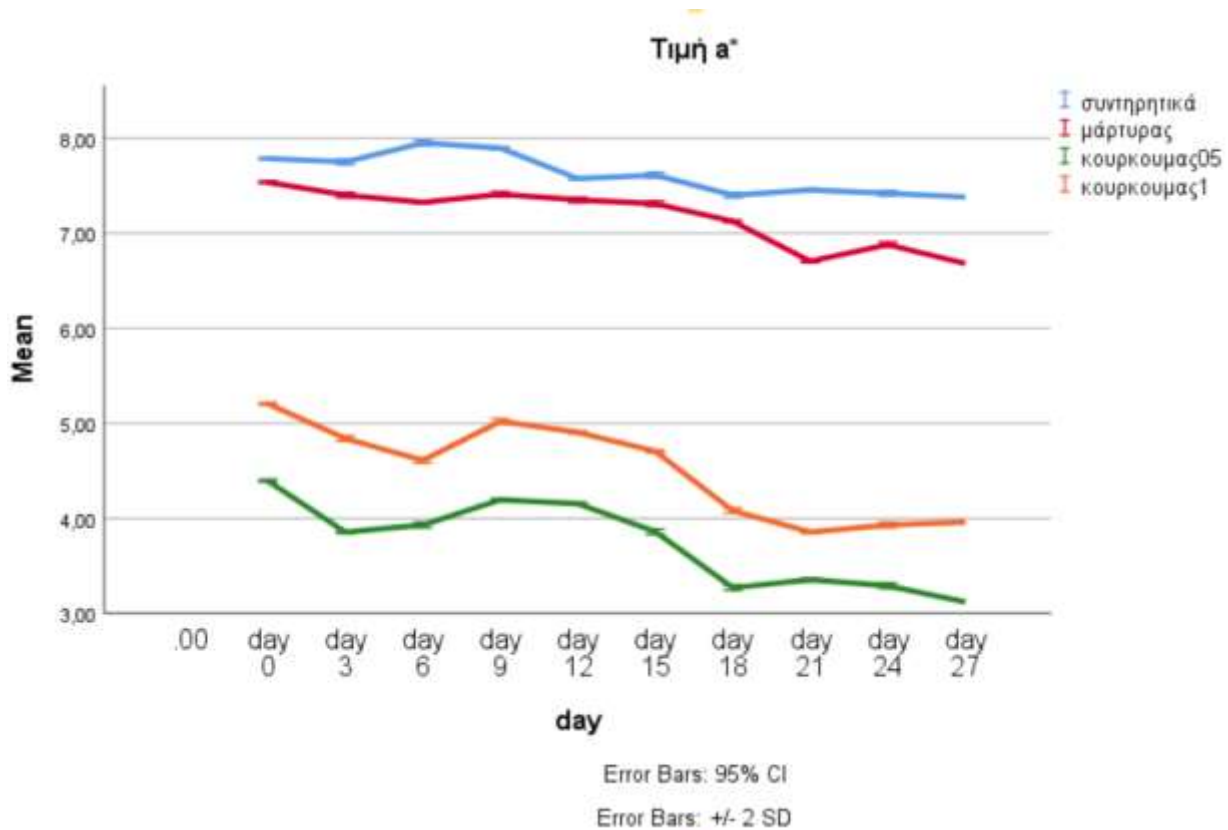
Στον πίνακα 10 και το διάγραμμα 8 παρατίθενται οι τιμές a* των δειγμάτων λουκάνικου με διαφορετικές επεξεργασίες συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Πίνακας 10. Οι τιμές της παραμέτρου a* των δειγμάτων λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Τιμή a*				
Ημέρα	ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΑ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	0,5% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ	1% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ
0	7,78 ± 0,01 ^{d, F}	7,53 ± 0,01 ^{c, G}	4,39 ± 0,01 ^{a, G}	5,20 ± 0,01 ^{b, I}
3	7,74 ± 0,01 ^{d, E}	7,39 ± 0,01 ^{c, F}	3,85 ± 0,01 ^{a, D}	4,83 ± 0,01 ^{b, F}
6	7,94 ± 0,01 ^{d, H}	7,32 ± 0,01 ^{c, E, D}	3,92 ± 0,01 ^{a, E}	4,60 ± 0,01 ^{b, D}
9	7,89 ± 0,01 ^{d, G}	7,40 ± 0,01 ^{c, F}	4,19 ± 0,01 ^{a, F}	5,01 ± 0,01 ^{b, H}
12	7,57 ± 0,01 ^{d, C}	7,34 ± 0,01 ^{c, E}	4,15 ± 0,01 ^{a, F}	4,90 ± 0,01 ^{b, G}
15	7,60 ± 0,01 ^{d, D}	7,30 ± 0,01 ^{c, D}	3,85 ± 0,01 ^{a, D}	4,70 ± 0,01 ^{b, E}
18	7,39 ± 0,01 ^{d, A}	7,12 ± 0,01 ^{c, C}	3,26 ± 0,01 ^{a, B}	4,07 ± 0,01 ^{b, C}
21	7,45 ± 0,01 ^{d, B}	6,70 ± 0,01 ^{c, A}	3,35 ± 0,01 ^{a, C}	3,85 ± 0,01 ^{b, A}
24	7,41 ± 0,01 ^{d, A}	6,87 ± 0,01 ^{c, B}	3,28 ± 0,01 ^{a, B}	3,92 ± 0,01 ^{b, B}
27	7,38 ± 0,01 ^{d, A}	6,68 ± 0,01 ^{c, A}	3,12 ± 0,01 ^{a, A}	3,96 ± 0,01 ^{b, B}

^{a,b,c ...} Τιμές με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια σειρά είναι στατιστικά σημαντικές (p<0,05) (διαφορετική επεξεργασία στον ίδιο χρόνο).

A,B,C Τιμές με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια στήλη είναι στατιστικά σημαντικές ($p < 0,05$) (ίδια επεξεργασία συναρτήσεως του χρόνου).



Διάγραμμα 8. Οι τιμές της παραμέτρου a^* για τα δείγματα λουκάνικου διαφορετικής επεξεργασίας συναρτήσεως του χρόνου συντήρησης.

Η παράμετρος a^* αναφέρεται στο ζεύγος πράσινο-κόκκινο $[(-)a-a]$ και είναι μέτρο της ερυθρότητας. Συσχετίζεται με την οξυγόνωση της μυοσφαιρίνης. Οι υψηλές τιμές αυτής της παραμέτρου σχετίζονται με την παρουσία οξυμυογλοβίνης, ενώ η μείωση των τιμών, οφείλεται στο σχηματισμό της μεταμυογλοβίνης που δίνει σκούρο χρώμα στο κρέας (Esmer et al., 2011).

Η παράμετρος a^* την πρώτη ημέρα συντήρησης είχε τιμές 7,78 , 7,53 , 5,2 , 4,39 για το λουκάνικο με συντηρητικά, τον μάρτυρα, το λουκάνικο με 1% κουρκουμά και 0,5% κουρκουμά αντίστοιχα . Οι χαμηλότερες τιμές a^* παρατηρήθηκαν στα δείγματα με τον κουρκουμά , που σημαίνει ότι τα δείγματα κουρκουμά είχαν λιγότερο έντονο κόκκινο χρώμα. Αυτό είναι λογικό αφού η προσθήκη κουρκουμά κάνει το δείγμα πιο κίτρινο. Κατά την διάρκεια της συντήρησης παρατηρήθηκαν αυξομειώσεις στις τιμές a με πτωτική τάση.

Στην πρώτη στατιστική επεξεργασία συγκρίθηκαν οι τιμές των δειγμάτων για κάθε ημέρα ξεχωριστά . Κατά την διάρκεια της συντήρησης τα δείγματα παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους για όλες τις τιμές a^* .

Η δεύτερη στατιστική επεξεργασία περιλαμβάνει τη σύγκριση των τιμών των δειγμάτων της ίδιας επεξεργασίας συναρτήσει του χρόνου συντήρησης. Σε όλα τα δείγματα παρατηρείται πτωτική τάση στο διάγραμμα, όμως με αυξομειώσεις στις τιμές . Για τα δείγματα του μάρτυρα, 0,5% κουρκουμά και 1% κουρκουμά παρατηρείται πιο έντονη μείωση στις τιμές a^* που σημαίνει ότι τα δείγματα ήταν λιγότερο κόκκινα.

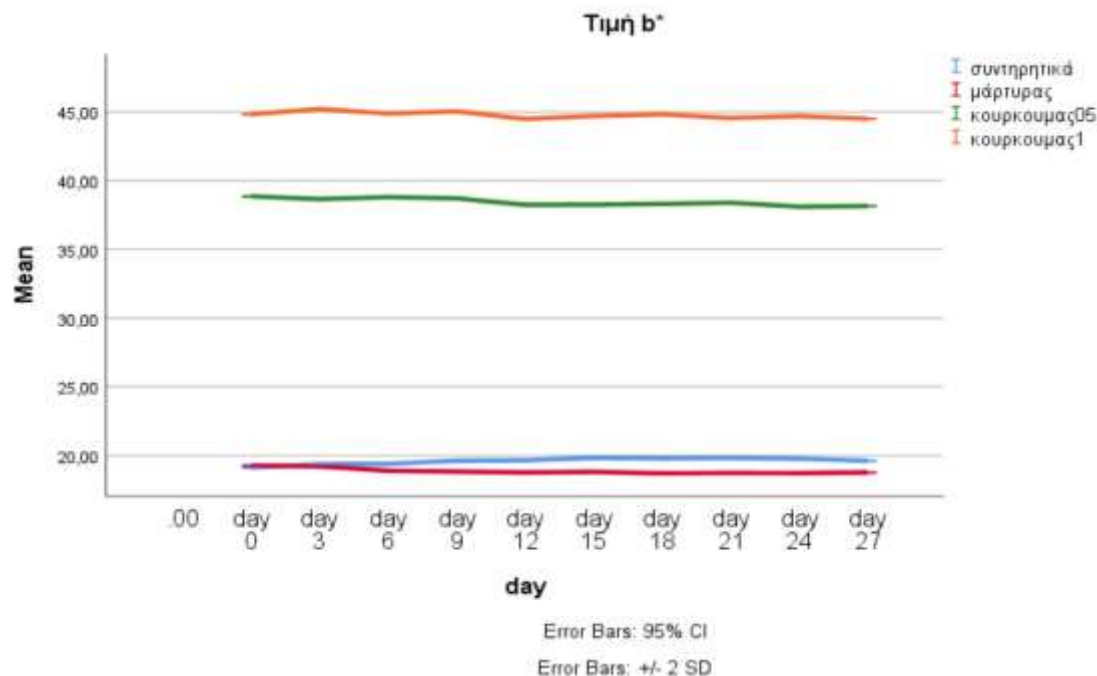
Στον πίνακα 11 και το διάγραμμα 9 παρατίθενται οι τιμές b^* των δειγμάτων λουκάνικου με διαφορετικές επεξεργασίες συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Πίνακας 11. Οι τιμές της παραμέτρου a^* των δειγμάτων λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Τιμή b^*				
Ημέρα	ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΑ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	0,5% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ	1% ΚΟΥΡΚΟΥΜΑΣ
0	19,10 ± 0,01 ^{a, A}	19,26 ± 0,01 ^{a, G}	38,86 ± 0,01 ^{c, A}	44,82 ± 0,007 ^{d, D}
3	19,36 ± 0,01 ^{a, B}	19,2 ± 0,014 ^{a, F}	38,64 ± 0,007 ^{c, B}	45,2 ± 0,014 ^{d, G}
6	19,37 ± 0,01 ^{b, B}	18,88 ± 0,007 ^{a, E}	38,8 ± 0,007 ^{c, C}	44,88 ± 0,014 ^{d, E}
9	19,61 ± 0,01 ^{b, C, D}	18,81 ± 0,014 ^{a, D}	38,7 ± 0,007 ^{c, D}	45,03 ± 0,007 ^{d, F}
12	19,64 ± 0,01 ^{b, D}	18,75 ± 0,007 ^{a, C}	38,23 ± 0,014 ^{c, E}	44,48 ± 0,007 ^{d, A}
15	19,80 ± 0,01 ^{b, E}	18,79 ± 0,014 ^{a, D}	38,25 ± 0,014 ^{c, E}	44,7 ± 0,014 ^{d, C}
18	19,78 ± 0,01 ^{b, E, F}	18,68 ± 0,007 ^{a, A}	38,3 ± 0,007 ^{c, F}	44,82 ± 0,014 ^{d, D}
21	19,80 ± 0,01 ^{b, E}	18,72 ± 0,014 ^{a, B}	38,38 ± 0,007 ^{c, G}	44,55 ± 0,014 ^{d, B}
24	19,75 ± 0,01 ^{b, F}	18,7 ± 0,007 ^{a, A, B}	38,1 ± 0,014 ^{c, H}	44,69 ± 0,007 ^{d, C}
27	19,60 ± 0,01 ^{b, C}	18,75 ± 0,007 ^{a, C}	38,15 ± 0,014 ^{c, I}	44,49 ± 0,014 ^{d, A}

^{a,b,c} ... Τιμές με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια σειρά είναι στατιστικά σημαντικές ($p < 0,05$) (διαφορετική επεξεργασία στον ίδιο χρόνο).

^{A,B,C} Τιμές με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια στήλη είναι στατιστικά σημαντικές ($p < 0,05$) (ίδια επεξεργασία συναρτήσει του χρόνου).



Διάγραμμα 9. Οι τιμές L* των δειγμάτων λουκάνικου διαφορετικών επεξεργασιών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Η παράμετρος b^* αναφέρεται στο ζεύγος μπλε-κίτρινο $[(-)b-b]$ και είναι μέτρο της ωχρότητας. Η μεγαλύτερη διαφορά υπήρξε όπως ήταν αναμενόμενο στις τιμές b^* λόγω του έντονου κίτρινου χρώματος του κουρκουμά.

Η παράμετρος b^* την πρώτη ημέρα της συντήρησης είχε τιμές 19,1 , 19,26 , 44,82 , 38,86 για το λουκάνικο με συντηρητικά, τον μάρτυρα , το λουκάνικο με 1% κουρκουμά και 0,5% κουρκουμά αντίστοιχα. Το δείγμα με 1% κουρκουμά παρουσίασε τις μεγαλύτερες τιμές από όλα τα δείγματα. Αυτό ήταν αναμενόμενο καθώς η προσθήκη του κουρκουμά σε μεγάλη συγκέντρωση δίνει έντονο κίτρινο χρώμα. Κατά την διάρκεια της συντήρησης παρατηρήθηκαν αυξομειώσεις στις τιμές.

Στην πρώτη στατιστική επεξεργασία συγκρίθηκαν οι τιμές των δειγμάτων για κάθε ημέρα ξεχωριστά . Όλες τις ημέρες της συντήρησης τα δείγματα παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους για όλες τις τιμές b^* .

Η δεύτερη στατιστική επεξεργασία περιλαμβάνει τη σύγκριση των τιμών των δειγμάτων της ίδιας επεξεργασίας συναρτήσει του χρόνου συντήρησης. Σε όλα τα δείγματα παρατηρούνται αυξομειώσεις στις τιμές.

8.3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν την επίδραση του κουρκουμά στην επιβράδυνση της μικροβιακής ανάπτυξης. Συγκεκριμένα, η τιμές της OMX στα δείγματα με 1% κουρκουμά φτάνουν τις τιμές του μάρτυρα μετά από 3-6 ημέρες. Στα εντεροβακτήρια η δράση του κουρκουμά πλησιάζει πολύ την δράση των συντηρητικών, ενώ τις τελευταίες ημέρες την ξεπερνάει. Σημαντική φαίνεται η δράση του κουρκουμά επίσης κατά του *Brochothrix Thermosphacta* με τιμές σε κάποιες ημέρες συντήρησης που είναι μικρότερες και από αυτές των συντηρητικών. Η ανάπτυξη των Ψευδομονάδων παρουσιάζει επίσης επιβράδυνση με την προσθήκη 1% κουρκουμά , χωρίς όμως να πλησιάζει σημαντικά στην δράση των συντηρητικών.

Η προσθήκη του κουρκουμά δεν φάνηκε να έχει κάποια συγκεκριμένη επίδραση στις τιμές pH , ενώ σημαντικές φάνηκαν οι διαφορές στις τιμές της υγρασίας , με τα δείγματα κουρκουμά να παρουσιάζουν μειωμένες τιμές. Ο προσδιορισμός βαθμού οξείδωσης έδειξε ότι ο κουρκουμάς βοηθά στην επιβράδυνση της οξείδωσης αφού ο βαθμός TBA ήταν μικρότερος στα δείγματα που τον περιείχαν χωρίς όμως η δράση του να ξεπερνά τα συντηρητικά. Σε όλες τις επεξεργασίες η συγκέντρωση 1% κουρκουμά ήταν πιο αποτελεσματική από την συγκέντρωση 0,5 %. Σημαντική φάνηκε η επίδραση του κουρκουμά στην αλλαγή του χρώματος των δειγμάτων, με τιμές b^* που είχαν μεγάλες διαφορές από το δείγμα του μάρτυρα και των συντηρητικών.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της έρευνας αποδεικνύουν την αντιμικροβιακή και αντιοξειδωτική δράση του κουρκουμά. Ωστόσο δεν είναι ξεκάθαρο αν η αντιμικροβιακή του δράση οφείλεται στις ιδιότητές του ή στην μείωση της υγρασίας. Το συγκεκριμένο ερώτημα θα μπορούσε να αποτελέσει μελλοντική έρευνα.

Στο πείραμα εξετάστηκε η δράση της σκόνης κουρκουμά. Η δράση άλλων μορφών όπως αιθέριου ελαίου κουρκουμά ή εκχύλισματος θα μπορούσε επίσης να εξεταστεί ώστε να εξαχθεί συμπέρασμα για το ποια μορφή του είναι πιο αποτελεσματική. Ειδικά σε περιπτώσεις που η αλλαγή των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, όπως το χρώμα, δεν είναι επιθυμητή, άλλες μορφές κουρκουμά αναμένεται να είναι πιο κατάλληλες καθώς η σκόνη προσδίδει έντονο κίτρινο χρώμα.

Ο συνδυασμός του κουρκουμά με άλλα φυσικά αντιοξειδωτικά θα μπορούσε επίσης να

διερευνηθεί μελλοντικά καθώς επίσης και η δράση του σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους συντήρησης όπως κενό αέρος. Ακόμη, η δράση του ενάντια σε παθογόνα μικρόβια όπως *Salmonella spp.* θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο μελλοντικής έρευνας.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Διεθνής βιβλιογραφία

1. Ambrosiadis J., Soultos N., Abraham A., & Bloukas J.G. (2004). “Physicochemical, microbiological and sensory attributes for the characterization of Greek traditional sausages”. *Meat Science*, 66, 279-287.
2. Augustyńska-Prejsnar A., Topczewska J., Ormian M., Saletnik A., Sokołowicz Z., & Lechowska J. (2022). “The effect of the addition turmeric on selected quality characteristics of duck burgers stored under refrigeration”. *Applied Sciences*, 12(2), 805.
3. Aymerich T., Picouet P.A., & Monfort J.M. (2008). “Decontamination technologies for meat products”. *Meat Science*, 78, 114-129.
4. Barbut S. (2015). “Science of poultry and meat processing”. University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
5. Barbut S., & Findlay C.J. (1989). “Sodium reduction in poultry products: a review”. *CRC Critical Reviews in Poultry Biology* 2, pp. 59.
6. Baum F., Lieckefelt S., Rodel H., & Zunft H.J. (1968). “Erfahrungen bei der Herstellung von Zerve lat wurst mit Glucono-delta-Lactone”. *European Meeting of Meat Research Workers Brno*, B14, S.315.
7. Demihran B. (2020). “The effect of turmeric on microbial quality in meatballs”. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Derg.* 24(1), 9-16.
8. Das A. K., Nanda P. K., Madane P., Biswas S., Das A., Zhang W., & Lorenzo J. M. (2020). “A comprehensive review on antioxidant dietary fibre enriched meat-based functional foods”. *Trends in Food Science & Technology*, 9, 323-336.
9. De Carvalho F. A. L., Munekata P. E. S., Lopes de Oliveira A., Pateiro M., Domínguez R., Trindade M. A., & Lorenz, J. M. (2020). “Turmeric (*Curcuma longa* L.) extract on oxidative stability, physicochemical and sensory properties of fresh lamb sausage with fat replacement by tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) oil”. *Food Research International*, 136, 109487.
10. Del Prado-Audelo M., Caballero-Florán I., Meza-Toledo J.A., Mendoza-Muñoz N., González-Torres M., Florán, B., Cortés H., & Leyva-Gómez, G. (2019). “Formulations of

- Curcumin Nanoparticles for Brain Diseases. *Biomolecules*, 9(2), 56.
11. Esmer O.K., Irkin R., Degirmencioglu N., Degirmencioglu A. (2011). "The effects of modified atmosphere gas composition on microbiological criteria, colour and oxidation values of minced beef meat". *Meat Science*, 88, 221-226.
 12. Falowo A. B., Fayemi P. O., & Muchenje V. (2014). "Natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review". *Food Research International*, 64, 171–181.
 13. Feiner G. (2006). *Meat products handbook. Practical science and technology*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
 14. Ferrari C.K.B., & Torres G.A.F.S. (2002). "Lipid oxidation and quality parameters sausages marketed locally in the town of Sao Paolo (Brazil)". *Czech Journal of Food Sciences*, 20, 144-150.
 15. García-Díez J., Alheiro J., Pinto A. L., Soares L., Falco V., Fraqueza M. J., & Patarata, L. (2016). "Behaviour of food-borne pathogens on dry cured sausage manufactured with herbs and spices essential oils and their sensorial acceptability". *Food Control*, 59, 262–270.
 16. Geisen R., Luecke F.-K., & Kroeckel L. (1992). "Starter and protective cultures for meat and meat products". *Fleischwirtschaft*, 72, 898-984.
 17. Georgantelis D., Blekas G., Katikou P., Ambrosiadis I., & Fletouris D. J. (2007). "Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers". *Meat Science*, 75(2), 256–264.
 18. Gomes H.A., Silva E.N., Nascimento M.R.L., & Fukuma H.T. (2003). "Evaluation of 2-thiobarbituric acid method for the measuring of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat". *Food Chemistry*, 80, 433-437.
 19. Goswami M., Prabhakaran P. P., & Tanwar V.K. (2014). "Antioxidant and antimicrobial effects of condiments paste used as nitrite replacer in chicken mince". *Veterinary World*, 7, 432-438.
 20. Hadidi M., Orellana-Palacios J. C., Aghababaei F., Gonzalez-Serrano D. J., Moreno A., & Lorenzo J. M. (2022). "Plant by-product antioxidants: Control of protein-lipid oxidation in meat and meat products". *LWT*, 169, 114003.
 21. Jay J.M., Loessner M.J., & Golden D.A. (2005). "Taxonomy role and significance of

- microorganisms in foods”. In *Modern Food Microbiology*, 7th Edition, Springer Science and Business Media, Inc., New York, pp: 13-31
22. Jay J.M., Loessner M.J., & Golden D.A. (2005). *Modern Food Microbiology*, 7th Edition, Springer Science and Business Media, Inc., New York, pp: 63-90, 101-125.
 23. Júnior M. M., de Oliveira T. P., Gonçalves O. H., Leimann F. V., Marques L.L., Fuchs R.H.B., Cardoso F.A.R., & Droval A. A. (2019). “Substitution of synthetic antioxidant by curcumin microcrystals in mortadella formulations”. *Food Chemistry*, 300, 125231.
 24. Kamdem S. S., Patrignani F., & Elisabetta Guerzoni, E.M. (2007). “Shelf-life and safety characteristics of Italian Toscana traditional fresh sausage (Salsiccia) combining two commercial ready-to-use additives and spices”. *Food Control*, 18(5), 421–429.
 25. Kilic S., Oz E., & Oz F. (2021). “Effect of turmeric on the reduction of heterocyclic aromatic amines and quality of chicken meatballs”. *Food Control*, 128, 108189.
 26. Kirk R.S., & Sawyer R. (1991). *Pearson's composition and analysis of foods*. 9th ed. Longman Scientific & Technical, Essex, UK, pp. 643.
 27. Klettner P., & List D. (1980). “Beitrag zum Einfluss der Kohlenhydrat auf den Verlauf der Rohwurstreifung”. *Fleischwirtschaft*, 60, 1589-1593.
 28. Velázquez L., Quiñones J., Díaz R., Pateiro M., Lorenzo J.M., Sepúlveda N. (2021). “Natural antioxidants from endemic leaves in the elaboration of processed meat products: Current status”. *Antioxidants*, 10(9), 1396.
 29. Lourenço T., Mendonça E., Nalevaiko P., Melo R., Silva P., & Rossi D. (2013). “Antimicrobial effect of turmeric (*Curcuma longa*) on chicken breast meat contamination”. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 15(2), 79–82.
 30. Luecke F. K. (2000). “Utilisation of microbes to process and preserve meats”. *Meat Science*, 56, 105-115.
 31. Mancini S., Preziuso G., Dal Bosco A., Roscini V., Szendrő Z., Fratini F., & Paci G. (2015). “Effect of turmeric powder (*Curcuma longa* L.) and ascorbic acid on physical characteristics and oxidative status of fresh and stored rabbit burgers”. *Meat Science*, 110, 93–100.
 32. Manassis G., Kalogianni A. I., Lazou T., Moschovas M., Bossis I., & Gelasakis A. I. (2020). “Plant-Derived Natural Antioxidants in Meat and Meat Products”. *Antioxidants*, 9(12), 1215.

33. El-Demery M., Elsebaie E.M., Zidan N., & Rowiada Essa R. (2016). "Efficiency of propolis and turmeric powders as natural preservatives in minced beef". *Journal of Food and Dairy Sciences*, 7(1), 45-50
34. Nair M. S., Nair D. V. T., & Johny A. K. (2020). "Use of food preservatives and additives in meat and their detection techniques. In *Meat Quality Analysis*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819233-7.00012-4>
35. Papadima S.N., & Bloukas J.G. (1999). "Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Greek sausages". *Meat Science*, 51, 103-113.
36. Papadima S.N., I. Arvanitoyannis, Bloukas J.G., & Fournitzis G.C. (1999). "Chemometric model of describing Greek traditional sausages". *Meat Science* 51, 271-277.
37. Pikul J., Leszczynski D.E., Kummerow F.A. (1989). "Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat". *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 37, 1309-1313.
38. Nasri H., Sahinfard N., Rafieian M, Rafieian S., Shirzad M. Rafieian-Kopaei M. (2014). "Turmeric: A spice with multifunctional medicinal properties". *Journal of HerbMed Pharmacology*, 3(1), 5-8.
39. Sandikci Altunatmaz, S., Yilmaz Aksu, F., Issa, G., Basaran Kahraman, B., Dulger Altiner, D., & Buyukunal, S. (2016). "Antimicrobial effects of curcumin against *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *S. Typhimurium* and *E. coli* O157:H7 pathogens in minced meat". *Veterinární Medicína*, 61(5), 256–262.
40. Sindelar J.J., & Milkowski A.L. (2011). "Sodium nitrite in processed meat and poultry meats: A review of curing and examining the risk/benefit of its use". *American Meat Science Association White Paper Series*, 3, 1-14.
41. Soultos N., Abrachim A., & Ambrosiadis J. (2003). "Incidence of some foodborne bacterial pathogens in traditional sausages produced in Northern Greece". *Journal of Food Safety and Food Quality*, 54(3), 55-57.
42. Xiong X.L. (2009). "Dairy proteins". In R. Tarte (Ed.), *Ingredients in meat products*. Springer, New York, pp: 131-144.
43. Zhang Y., Ma Q., Critzer F., Davidson P.M., & Zhong Q. (2015). "Effect of alginate coatings with cinnamon bark oil and soybean oil on quality and microbiological safety of cantaloupe". *International Journal of Food Microbiology*, 215, 25–30.

44. Zhang M., Wang L., Liu Y., & Li J. (2022). “Effects of antioxidants, proteins, and their combination on emulsion oxidation”. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(29), 8137-8160.
45. Zinoviadou K.G., Koutsoumanis K.P., & Biliaderis C.G. (2011). “Biopolymer-based films as carriers of antimicrobial agents”. *Procedia Food Science*, 1, 190–196.

Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Αμβροσιάδης Ι. (2011). *Τεχνολογία Παραγωγής Προϊόντων Κρέατος*, Σεμινάριο ΕΦΕΤ «Επίσημος Έλεγχος Αλλαντικών», Θεσ/νίκη 5/2011.
2. Γεωργάκης Σ.Α., Βαρελτζής Κ.Π., Αμβροσιάδης Ι.Α. (2002). *«Τεχνολογία Τροφίμων Ζωικής Προέλευσης»*, 2η Έκδοση, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
3. Κανονισμός (ΕΚ) Αριθ. 853/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 29ης Απριλίου 2004 για τον καθορισμό ειδικών κανόνων υγιεινής για τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L139/55.
4. Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1333/2008 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2008 που αφορά τα πρόσθετα τροφίμων. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L354/16.
5. Καραγιάννης Γ. (2014). *«Λουκάνικα και Αλλαντικά»*, Εκδόσεις Ψυχάλου, Αθήνα.
6. Κυριτσάκης Κ. Α. (2007) *«Ελαιόλαδο»*, 4η Έκδοση, Απόστολος Κυριτσάκης, Θεσσαλονίκη.
7. Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, Άρθρο 89, Προϊόντα με βάση το κρέας. Επεξεργασία – Ορισμοί – Πρώτες Ύλες κλπ., 2009.
8. Λιακοπούλου-Κυριακίδου Μ. (2004). *«Βιοργανική Χημεία»*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
9. Ραμαντάνης Σ.Β. (1999). *«Τεχνολογία κρέατος και κρεατοσκευασμάτων»*. Τμήμα Εκδόσεων Τ.Ε.Ι. Αθήνας.