

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΜΑΡΙΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚCl ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΧΟΙΡΙΝΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

των

ΚΑΖΑΝΤΖΙΔΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ

ΓΙΟΒΑΝΟΠΟΥΛΟΣ ΓΡΗΓΟΡΗΣ

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Σχολή Περιβάλλοντος

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ



Αργοστόλι

Μάιος 2024

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΜΑΡΙΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚCl ΣΤΙΣ
ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΧΟΙΡΙΝΟΥ
ΚΡΕΑΤΟΣ

Η πτυχιακή εργασία εγκρίθηκε από:

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΚΑΝΔΥΛΗΣ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΑΜΑΡΑΣ

ΕΛΕΝΗ ΣΑΚΑΝΤΑΝΗ

«Δηλώνουμε υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία είναι εξ' ολοκλήρου δικό μας έργο και κανένα μέρος της δεν είναι αντιγραμμένο από έντυπες ή ηλεκτρονικές πηγές, μετάφραση από ξενόγλωσσες πηγές και αναπαραγωγή από εργασίες άλλων ερευνητών ή φοιτητών. Όπου έχουμε βασιστεί σε ιδέες ή κείμενα άλλων, έχουμε προσπαθήσει με όλες μας τις δυνάμεις να τα προσδιορίσουμε σαφώς μέσα από την καλή χρήση αναφορών ακολουθώντας την ακαδημαϊκή δεοντολογία και την αποφυγή λογοκλοπής».

ΚΑΖΑΝΤΖΙΔΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ
ΓΙΟΒΑΝΟΠΟΥΛΟΣ ΓΡΗΓΟΡΗΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το κρέας αποτελεί ένα βασικό κομμάτι της ανθρώπινης διατροφής. Προσφέρει στον άνθρωπο πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας, σίδηρο, ψευδάργυρο και βιταμίνες του συμπλέγματος Β. Το χοιρινό κρέας προέρχεται από τον οικόσιτο χοίρο. Είναι το κρέας με τη μεγαλύτερη κατανάλωση στον κόσμο και είναι καλή πηγή βιταμινών. Το μαρινάρισμα είναι μια τεχνική επεξεργασίας κρέατος, που περιλαμβάνει την εμβάπτιση ή ενσωμάτωση, τόσο άψητων, όσο και μαγειρεμένων καρυκευμένων υγρών μαρινάδων, οι οποίες μπορεί να περιέχουν διάφορα πρόσθετα όπως οξέα, ένζυμα, χρησιμοποιώντας βιολογικές, χημικές και φυσικές μεθόδους. Οι μαρινάδες είναι ένα καρυκευμένο ή αρωματισμένο μείγμα συστατικών που χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση του χρώματος, της γεύσης, της υφής, της γευστικότητας και της τρυφερότητας του κρέατος και των προϊόντων κρέατος. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε μια σειρά φυσικοχημικών χαρακτηριστικών σε μαριναρισμένα δείγματα χοιρινού μπουτιού με άλας KCl σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις (0,13, 0,20 και 0,27M) και για τρεις διαφορετικούς χρόνους παραμονής της μαρινάδας με τα δείγματα (24, 48 και 72h). Το μαρινάρισμα ευνοεί την κατακράτηση νερού στα δείγματα των κρεάτων, βελτιώνοντας τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά. Οι χαμηλές τιμές pH οφείλονται στη μετατροπή της γλυκόζης σε οργανικά οξέα με τη βοήθεια γαλακτικών βακτηρίων και η υψηλότερη τιμή ολικής οξύτητας παρατηρήθηκε σε 0,13 M KCl στις 24h. Οι μεγαλύτερες απώλειες νερού κατά το μαρινάρισμα καθώς και η απορρόφηση της μαρινάδας, φαίνεται να πραγματοποιούνται κυρίως κατά το πρώτο 24h. Η μεγαλύτερη αύξηση βάρους και τέφρας παρατηρείται στα διαλύματα 0,27 M KCl.

ABSTRACT

Meat is an essential part of the human diet. It provides in human health proteins of high biological value, iron, zinc and vitamins of the B complex. Pork comes from the domestic pig. It is the most consumed meat in the world and is a good source of vitamins. Marinating, is a meat processing technique that involves soaking or embedding both uncooked and cooked seasoned liquid marinades, which may contain various additives such as acids, enzymes, using biological, chemical and physical methods. Marinades are a seasoned or flavored mixture of ingredients used to improve the color, flavor, texture, palatability and tenderness of meat and meat products. In this work, a series of physicochemical characteristics was studied in marinated samples of pork with KCl salt at three different concentrations (0.13, 0.20 and 0.27M) and three different residence times of the marinade (24, 48 and 72h). Marinating favors the retention of water in the meat samples, improving their organoleptic characteristics. The low pH values are due to the conversion of glucose into organic acids by lactic acid bacteria and the highest value of total acidity is observed at 0.13 M KCl at 24h. The greatest water losses during marinating, as well as the absorption of the marinade, seem to take place mainly during the first 24h. The greatest weight gain and ash content is observed in the 0.27 M KCl concentration solutions.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο	Σελίδα
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Κρέας και Χοιρινό Κρέας.....	11
1.1 Το Κρέας	11
1.2 Χοιρινό Κρέας	12
1.3 Τα Μέρη του Χοιρινού Κρέατος	12
1.4 Θρεπτική και Διατροφική Αξία του Χοιρινού Κρέατος	13
1.5 Η Κατανάλωση του Χοιρινού Κρέατος	15
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Φυσικοχημικές Ιδιότητες Χοιρινού Κρέατος.....	17
2.1 Λειτουργικές Ιδιότητες του Κρέατος	17
2.1.1 Ικανότητα Συγκράτησης Ύδατος	17
2.1.2 Ικανότητα Διόγκωσης.....	18
2.1.3 Υγρασία	19
2.1.4 Τέφρα.....	19
2.1.5 Ενεργός Οξύτητα - pH.....	20
2.1.6 Ολική Οξύτητα.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Μαρινάρισμα Χοιρινού Κρέατος.....	22
3.1 Μαρινάρισμα (Γενικά)	22
3.2 Τύποι Μαριναρίσματος.....	23
3.2.1 Βιολογική Μαρινάδα.....	24
3.2.2 Μαρινάρισμα με Άλατα – Χημική Μαρινάδα	25
3.2.3 Φυσική Μαρινάδα	26
3.2.4 Μαρινάδα Νανοσωματιδίων	26
3.3 Μέθοδοι Μαριναρίσματος.....	27
3.3.1 Έγχυση.....	27
3.3.2 Εμβάπτιση	28
3.3.3 Ανατροπή	28
3.4 Μηχανισμός Μαριναρίσματος.....	28
III. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	31
4.1 Δειγματοληψία και Προετοιμασία Δειγμάτων	31
4.2 Παρασκευή Διαλυμάτων για το Μαρινάρισμα.....	31
4.3 Υλικά και Σκεύη	32
4.4 Μαρινάρισμα Δειγμάτων Κρέατος	32
4.5 Βάρος Μετά το Μαρινάρισμα	33
4.6 Υγρασία.....	33
4.7 Ενεργός Οξύτητα - pH	34

4.8 Ολική Οξύτητα	35
4.9 Απώλεια Νερού Κατά το Μαγείρεμα	36
4.10 Ποσοστό Απορρόφησης Μαρινάδας – Απόδοση Μαγειρέματος	37
4.11 Ποσοστό Πρόσληψης Νερού.....	37
4.12 Προσδιορισμός Ποσοστού Τέφρας.....	38
 IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	39
5.1 Βάρος Μετά το Μαρινάρισμα	39
5.2 Υγρασία.....	41
5.3 Ενεργός Οξύτητα - pH	44
5.4 Ολική Οξύτητα	45
5.5 Απώλεια Νερού Κατά το Μαγείρεμα	47
5.6 Απόδοση Μαγειρέματος.....	50
5.7 Ποσοστό Πρόσληψης Νερού.....	52
5.8 Προσδιορισμός Ποσοστού Τέφρας.....	55
 V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	58
 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	62

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας	Σελίδα
Πίνακας 1.1. Διατροφική αξία διαφορετικών χοιρινών προϊόντων	14
Πίνακας 1.2. Παραγωγή χοίρων παγκοσμίως μέχρι το έτος 2018	15
Πίνακας 3.1. Λίστα όλων των τύπων μαρινάδων σε μαρινάρισμα	24
Πίνακας 5.1. Αποτελέσματα μεταβολής (αύξησης) βάρους των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα για τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl (0,13 M, 0,20 M και 0,27 M) και για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h	39
Πίνακας 5.2. Αποτελέσματα του ποσοστού υγρασίας των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα για τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl (0,13 M, 0,20 M και 0,27 M) και για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h	42
Πίνακας 5.3. Αποτελέσματα των μετρήσεων της ενεργού οξύτητας - pH των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl (0,13 M, 0,20 M και 0,27 M) και για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h	44
Πίνακας 5.4. Αποτελέσματα των μετρήσεων της ολικής οξύτητας των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl (0,13 M, 0,20 M και 0,27 M) και για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h	45
Πίνακας 5.5. Αποτελέσματα της απώλειας νερού μετά το μαγείρεμα, των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl (0,13 M, 0,20 M και 0,27 M) και για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h	48
Πίνακας 5.6. Αποτελέσματα της απορρόφησης μαρινάδας – απόδοσης μαγειρέματος των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl (0,13 M, 0,20 M και 0,27 M) και για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h	50
Πίνακας 5.7. Αποτελέσματα της πρόσληψης νερού των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl (0,13 M, 0,20 M και 0,27 M) και για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h	53
Πίνακας 5.8. Αποτελέσματα της υπολειπόμενης τέφρας των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl (0,13 M, 0,20 M και 0,27 M) και για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h	55

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα	Σελίδα
Διάγραμμα 5.1. Μεταβολή βάρους μετά το μαρινάρισμα στις τρεις συγκεντρώσεις KCl για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.....	40
Διάγραμμα 5.2. Διακύμανση της μεταβολής βάρους μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl στις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.....	41
Διάγραμμα 5.3 Η υγρασία μετά το μαρινάρισμα στις τρεις συγκεντρώσεις KCl για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.....	43
Διάγραμμα 5.4. Διακύμανση της υγρασίας μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl στις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.....	43
Διάγραμμα 5.5 Η ολική οξύτητα μετά το μαρινάρισμα στις τρεις συγκεντρώσεις KCl για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.....	46
Διάγραμμα 5.6. Διακύμανση της ολική οξύτητα μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl και στις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.....	47
Διάγραμμα 5.7 Απώλεια νερού κατά το μαγείρεμα μετά το μαρινάρισμα στις τρεις συγκεντρώσεις KCl για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h	49
Διάγραμμα 5.8. Διακύμανση της απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl και στις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.....	50
Διάγραμμα 5.9. Ποσοστό απορρόφησης μαρινάδας – απόδοση μαγειρέματος μετά το μαρινάρισμα σε συγκέντρωση KCl 0,13 M στις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72h..	51
Διάγραμμα 5.10. Διακύμανση της απορρόφησης μαρινάδας μετά το μαρινάρισμα στις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl και στις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.....	52
Διάγραμμα 5.11. Ποσοστό πρόσληψης νερού μετά το μαρινάρισμα στις τρεις συγκεντρώσεις KCl για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72h	54
Διάγραμμα 5.12. Διακύμανση πρόσληψης νερού μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl και στις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.....	55
Διάγραμμα 5.13. Ποσοστό της τέφρας των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις συγκεντρώσεις KCl για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72h.	56
Διάγραμμα 5.14. Διακύμανση του ποσοστού της τέφρας μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl και στις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.	57

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα	Σελίδα
Εικόνα 1.1. Τα βασικά μέρη του χοιρινού κρέατος	13
Εικόνα 2.1. Η μεταβολή του χρώματος του κρέατος, με τη μεταβολή της τιμής του pH	20
Εικόνα 3.1. Ο ρόλος των πολυφαινολών στα συστατικά της μαρινάδας του κρέατος	23
Εικόνα 3.2. Μηχανισμός μαριναρίσματος του κρέατος	29
Εικόνα 4.1. Η μέτρηση της ενεργού οξύτητας – pH με τη χρήση ηλεκτρονικού pH – μέτρου	35
Εικόνα 4.2. Η μέτρηση της ολικής οξύτητας τιτλομετρικά	36

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΚΡΕΑΣ ΚΑΙ ΧΟΙΡΙΝΟ ΚΡΕΑΣ

1.1 Το Κρέας.

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (2009) με τον όρο «νωπό κρέας» θεωρούνται «τα τμήματα των σφαγίων των θερμόαιμων ζώων και πτηνών που είναι κατάλληλα για τη διατροφή του ανθρώπου, και τα οποία προορίζονται για κατανάλωση και χωρίς επεξεργασία, εκτός του τεμαχισμού και της ψύξης». Έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί για το κρέας και τα προϊόντα του. Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό (ΕΚ) 853/2004, με τον όρο κρέας ορίζονται «τα εδώδιμα μέρη ζώων όπως τα οικόσιτα βοοειδή, οι χοίροι, τα αιγοπρόβατα, τα εκτρεφόμενα πτηνά, τα κουνέλια, οι λαγοί καθώς και τα άγρια και εκτρεφόμενα θηράματα» (Ευρωπαϊκός Κανονισμός 853, 2004). Σε πιο πρόσφατες αναφορές (Μπλούκας, 2007), ως κρέας ορίζεται «η σάρκα των θερμόαιμων ζώων και πτηνών που αποτελείται κυρίως από μυϊκό ιστό και η οποία μετά τη σφαγή του ζώου/πτηνού έχει υποστεί μεταθανάτιες βιοχημικές μεταβολές που την καθιστούν τρυφερή και εύγευστη».

Το κρέας αποτελεί βασικό μέρος της διατροφικής αλυσίδας του ανθρώπου. Από την εποχή που ο άνθρωπος ζούσε σε πρωτόγονες συνθήκες μέχρι σήμερα, η κατανάλωση του κρέατος είναι σημαντικό κομμάτι της διατροφής του (Warriss, 2000). Τέσσερα είδη ζώων εκτρέφονται για το κρέας τους: τα βοοειδή, τα πρόβατα, οι χοίροι και τα πουλερικά. Το κρέας των τριών πρώτων ειδών αποτελεί το “κόκκινο κρεας”, ενώ των πουλερικών το “άσπρο” (Μπλούκας, 2007).

1.2 Το Χοιρινό Κρέας.

Το χοιρινό κρέας προέρχεται από τον οικόσιτο χοίρο και είναι το κρέας με τη μεγαλύτερη κατανάλωση στον κόσμο (FAO 2014). Έχει λιγότερα λιπαρά και είναι συνήθως τρυφερό και μαλακό και καλό είναι να καταναλώνεται, μέτρια ή καλά ψημένο και ποτέ ωμό.

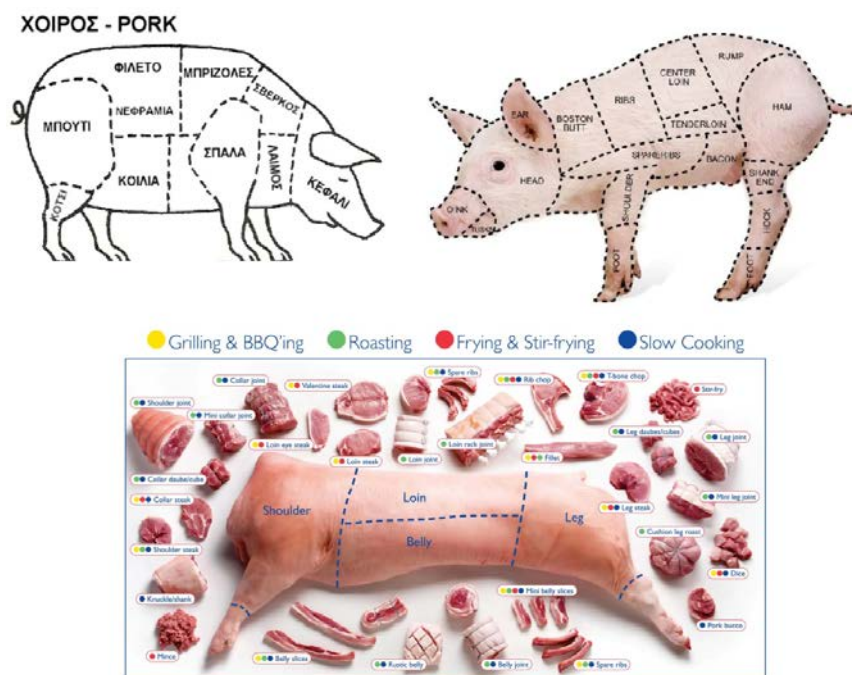
Όλα τα μέρη του χοιρινού είναι κατάλληλα για μαγείρεμα, ενώ από τα αυτιά μέχρι την ουρά κάθε κομμάτι μαγειρεύεται με ιδιαίτερο τρόπο. Το χοιρινό τρώγεται φρέσκο αλλά και διατηρημένο. Παραδείγματα διατηρημένων χοιρινών προϊόντων είναι το ζαμπόν, το καπνιστό χοιρινό, το μπέικον, το λουκάνικο και τα αλλαντικά.

1.3 Τα Μέρη του Χοιρινού Κρέατος.

Όπως ειπώθηκε, όλα τα μέρη του χοιρινού είναι κατάλληλα για μαγείρεμα από τα αυτιά μέχρι την ουρά. Τα βασικά μέρη ενός χοιρινού κρέατος είναι (Εικόνα 1.1):

- **Κεφάλι:** Μέρος του κεφαλιού αποτελούν και τα μάγουλα.
- **Λαιμός ή σβέρκος:** Είναι γενικά μαλακό και νόστιμο κρέας.
- **Σπαλομπριζόλες - Μπριζόλες:** Είναι τα 4–5 πρώτα πλευρά της ράχης ξεκινώντας από το κεφάλι του χοίρου.
- **Φιλέτο ή ψαρονέφρι:** Βρίσκεται περίπου στο μέσον του μήκους του χοίρου.
- **Μπούτι (ζαμπόν):** Πίσω από την κοιλιά και μέχρι την ουρά του ζώου.
- **Στήθος-κοιλιά (πανσέτα):** Είναι η βάση των περισσότερων αλλαντικών.
- **Σπάλα (πλάτη με κόκκαλο):** Βρίσκεται κάτω από την περιοχή του σβέρκου και της ράχης, στο ύψος των μπροστινών άκρων του ζώου.

- **Κιλότο:** Προέρχεται από τον μηρό.
- **Κότσι:** Αυτό είναι το κατώτατο τμήμα του ποδιού.
- **Πόδι:** Το κομμάτι με την υψηλότερη ποσότητα ζελατίνης.



Εικόνα 1.1. Τα βασικά μέρη του χοιρινού κρέατος (<https://yourcookingpartner.wordpress.com>).

1.4 Θρεπτική και Διατροφική Αξία του Χοιρινού Κρέατος.

Το κρέας, εξαιτίας της περιεκτικότητάς του σε αμινοξέα, αφομοιώσιμο σίδηρο, ψευδάργυρο και βιταμίνες του συμπλέγματος B, ιδίως της B12, αποτελεί για τον άνθρωπο πηγή πρωτεΐνης υψηλής βιολογικής αξίας, (Γεωργάκης κ. ά., 2002). Θεωρείται σχεδόν πλήρης τροφή. Το κρέας και τα προϊόντα είναι προτιμητέα από τους καταναλωτές για αισθητικούς λόγους, για τη γευστικότητα και τη θρεπτική τους

αξία. Η φύση του κρέατος ως τρόφιμο είναι τέτοια, που μπορεί γρήγορα να ικανοποιήσει τις γευστικές απαιτήσεις του ανθρώπου (Μπλούκας, 2007).

Πίνακας 1.1. Διατροφική αξία διαφορετικών χοιρινών προϊόντων (Bohrer, 2017).

Προϊόν / 100 g	Φιλέτο Χοιρινό	Χοιρομέρι	Κιμάς Χοιρινός (84% άπαχο – 16% λιπαρό)	Κιμάς Χοιρινός (84% άπαχο – 16% λιπαρό)
Ενεργειακή αξία (kcal)	198	245	218	121
Πρωτεΐνες (kcal)	19,74	17,43	17,99	21,10
Λιπαρά (kcal)	12,58	18,87	16,00	4,00
Κορεσμένα Λιπαρά (g)	4,360	6,540	4,930	1,420
Χοληστερόλη (g)	63	73	68	59
B12 (mcg)	0,53	0,63	0,73	0,64
Na (mg)	50	47	68	67
P (mg)	197	199	161	190
Fe (mg)	0,79	0,85	0,88	0,86
Zn (mg)	1,74	1,93	1,91	1,93

Το χοιρινό κρέας αποτελεί βασική πηγή βιταμινών (Τριχοπούλου, 2004, ΠΑΣΕΓΕΣ, 2012,), 100 g χοιρινού καλύπτουν περίπου το 50% των αναγκών σε θειαμίνη, το 35% σε νιασίνη και 35% σε B6. Περιέχει επίσης σημαντικά ποσοστά σιδήρου και ψευδαργύρου. Ανά 100 g χοιρινού περιέχονται περίπου 0,7 – 1,1 mg απορροφήσιμου σιδήρου και 1,7 – 2,0 mg ψευδαργύρου, όπου ποσοστιαία αποτελούν το 10% και 25%, αντίστοιχα, των ημερήσιων αναγκών (Πίνακας 1.1). Τα προϊόντα

του κρέατος περιέχουν λιγότερα λιπαρά εξαιτίας του ορατού λίπους, το οποίο και αφαιρείται εύκολα.

1.5 Η Χοιροτροφία Παγκοσμίως και στην Ελλάδα.

Το χοιρινό κρέας είναι το δημοφιλέστερο κρέας στον Δυτικό κόσμο, κυρίως στην Κεντρική Ευρώπη και στην Ανατολική Ασία. Μουσουλμάνοι και Εβραίοι δεν το καταναλώνουν, για θρησκευτικούς λόγους. Άλλοι λαοί δεν το προτιμούν γιατί το θεωρούν «βρώμικο», λόγω συνθηκών διαβίωσης. Ως χοιροτροφία θεωρείται η εκτροφή και αναπαραγωγή των χοίρων με προορισμό την παρασκευή τροφίμων και την αξιοποίηση του δέρματός τους (Eriksson et al., 2005).

Πίνακας 1.2. Ετήσια παραγωγή χοιρινού κρέατος μέχρι το έτος 2018 (FAO).

Χώρα	Παραγωγή σε τόνους
Κίνα	54.037.400
Αμερική	11.942.965
Γερμανία	5.369.944
Ισπανία	4.530.474
Βιετνάμ	3.816.414
Βραζιλία	3.787.660
Ρωσία	3.744.170
Γαλλία	2.166.417
Καναδάς	2.142.283
Πολωνία	2.135.800

Τη μεγαλύτερη παραγωγή χοίρων την έχει η Κίνα, ως πολυπληθέστερη χώρα, ακολουθούμενη από τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, με σχεδόν 12 εκατομμύρια τόνους (Πίνακας 1.2). Η Ελλάδα βρίσκεται στην εξηκοστή δεύτερη θέση στην παραγωγή με 77.641 τόνους κρέατος.

Στην Ελλάδα η εκτροφή του χοίρου αναπτύχθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 70', εξαιτίας των κινήτρων που δοθήκαν, βάσει του προγράμματος “Ανάπτυξη της Κτηνοτροφίας”. Η αύξηση της κατανάλωσης του κρέατος επέβαλε τη σταδιακή αύξηση των εισαγωγών κυρίως από κράτη - μέλη της Ε.Ε, που, ωστόσο, είχε αρνητικές επιδράσεις στην ανάπτυξη της ελληνικής χοιροτροφίας.

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΧΟΙΡΙΝΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ

2.1 Λειτουργικές Ιδιότητες του Κρέατος.

Λειτουργικές ιδιότητες είναι οι ιδιότητες που προκύπτουν από τη σύνθεση του μυϊκού ιστού και διαμορφώνουν τη συμπεριφορά του κρέατος κατά την επεξεργασία, την αποθήκευση και την κατανάλωσή του (Ali, et al., 1999).

2.1.1 Ικανότητα Συγκράτησης Ύδατος.

Με τον όρο ικανότητα συγκράτησης ύδατος (ΙΣΥ) είναι η ικανότητα του μυός να συγκρατεί το νερό μετά τη σφαγή, ακόμη και από την εφαρμογή εξωτερικών πιέσεων (Longergan, 2010). Αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος, που επιδρά στην απόδοση και την επεξεργασία του προϊόντος. Το μεγαλύτερο ποσοστό του νερού του μυός (περίπου 88% - 95%) συγκρατείται μεταξύ ακτίνης – μυοσίνης και το 5% - 12% μεταξύ των μυϊκών ινιδίων (Anadon, 2002). Οι δυνάμεις συγκράτησης του νερού είναι ηλεκτροστατικής φύσης. Το νερό ως πολικό μόριο, εμφανίζει διπολική ροπή, οπότε έλκεται από φορτισμένα μόρια όπως είναι οι πρωτεΐνες. Αυτός ο τύπος του νερού χαρακτηρίζεται ως δεσμευμένο νερό, και αποτελεί μέρος της συνολικής του ποσότητάς (Hasan, 2012, Longergan, 2010).

Η ΙΣΥ του κρέατος υπολογίζεται με διάφορες μεθόδους, όπως είναι η συμπίεση (με τη χρήση διηθητικού χαρτιού), η μέθοδος με τη χρήση της βαρύτητας ή της θέρμανσης, όπου το νερό αποβάλλεται μέσα σε σακούλα καθώς και η φυγοκέντρωση (Henckel et al, 2006).

Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν την ικανότητα συγκράτησης του νερού του κρέατος, τόσο πριν όσο και μετά τη σφαγή του ζώου. Κατά τη διάρκεια της

ανάπτυξης ενός ζώου, βασικό ρόλο διαδραματίζουν ο γενότυπος και η διατροφή, εξαιτίας της επίδρασής τους στην διαμόρφωση των μυών. Παράλληλα, η ΙΣΥ επηρεάζεται σημαντικά κατά την περίοδο πριν τη σφαγή, καθώς και από την περίοδο της νηστείας που προηγείται, εξαιτίας του στρες που καταβάλει το ζώο. Μετά τη σφαγή, η περίοδος που ακολουθεί έως την ψύξη, η ωρίμανση του κρέατος, η απώλεια θρεπτικών συστατικών, οι διάφοροι χειρισμοί (κοπή, πίεση, θέρμανση), ο ρυθμός απόψυξης, η θερμοκρασία μαγειρέματος, είναι παράγοντες που επίσης επηρεάζουν την ΙΣΥ (Cheng, and Sun, 2008). Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την συγκράτηση του νερού είναι το pH, η ωσμωτική πίεση και η νεκρική ακαμψία (Anadon, 2002).

Χαμηλή ικανότητα συγκράτησης ύδατος συνεπάγεται απώλειες νερού και θρεπτικών συστατικών, με αποτέλεσμα τη μείωση στη θρεπτική αξία του κρέατος. Αυτό δημιουργεί στεγνό, λιγότερο τρυφερό και χυμώδες κρέας και καθιστά δύσκολη τη μετέπειτα επεξεργασία του. Η κύρια αιτία της χαμηλής ικανότητας συγκράτησης νερού, είναι η διακύμανση της θερμοκρασίας και ιδιαίτερα οι υψηλές θερμοκρασίες, οι οποίες επιταχύνουν την πτώση της τιμής του pH (Spadaro, et al., 1999).

2.1.2 Ικανότητα Διόγκωσης.

Διόγκωση του κρέατος είναι η αύξηση του όγκου και του βάρους του μυϊκού ιστού μετά από πρόσληψη νερού. Η ικανότητα διόγκωσης του κρέατος είναι ανάλογη της ικανότητας του να συγκρατεί νερό (ΙΣΥ). Άρα, οι παράγοντες που επηρεάζουν την ικανότητα συγκράτησης νερού, επηρεάζουν και την διόγκωση του κρέατος (Longergan, 2010). Μέθοδοι προσδιορισμού της ικανότητας διόγκωσης είναι η συμπίεση και η φυγοκέντρωση.

2.1.3 Υγρασία.

Το νερό είναι το μεγαλύτερο σε αναλογία συστατικό που εμπεριέχεται στα νωπά τρόφιμα. Οι προδιαγραφές των προϊόντων καθορίζουν και τα ανώτερα όρια της υγρασίας (Καπετάνιος, 2017). Στους ζωντανούς ιστούς των μυών το νερό κυμαίνεται από 65% - 80% της συνολικής μάζας και χρησιμεύει ως βασικό συστατικό του κυτταρικού και οργανικού μεταβολισμού, ως μέσο μεταφοράς μεταβολιτών, αποβλήτων, ως ρυθμιστής θερμοκρασίας, ως διαλύτης και ως λιπαντικό μέσο. Έτσι το νερό περιλαμβάνει ένα σημαντικό μέρος του σαρκοπλάσματος των μυών και δομικών πρωτεϊνών. Οι μυϊκές ίνες αποτελούν το 75 - 92% του όγκου της μυϊκής μάζας και είναι σημαντικός ο ρόλος τους στην ικανότητα συγκράτησης νερού του ιστού (Keeton, and Eddy, 2004).

Η αρχή της μεθόδου προσδιορισμού του ύδατος είναι η πλήρης απομάκρυνση του ελεύθερου ύδατος από το προϊόν μετά από ξήρανση στους 105 °C και μέχρι παραλαβής σταθερής μάζας. Η απομάκρυνση του νερού από το δείγμα διευκολύνεται όταν αυτό επεξεργάζεται με μία ποσότητα καθαρής άμμου και αιθυλικής αλκοόλης. Η άμμος εξασφαλίζει καλύτερη διασπορά του δείγματος και πιο ομοιόμορφη ανάπτυξη της θερμοκρασίας (Καπετάνιος, 2017).

2.1.4 Τέφρα.

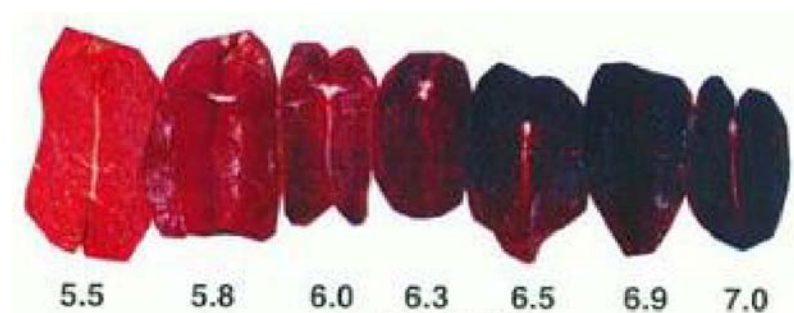
Η τέφρα είναι το σύνολο των ανόργανων συστατικών (τα μακροστοιχεία: K, Na, Ca, Mg, P και τα ιχνοστοιχεία: Fe, Cu, Zn, Pb, F) μαζί με προϊόντα αλληλεπίδρασης, προϊόντα οξείδωσης ορισμένων συστατικών και τα πτητικά προϊόντα του δείγματος που απομακρύνονται με ισχυρή θέρμανση στους 500-600 °C (Καπετάνιος, 2017).

Η αρχή της μεθόδου βασίζεται στην τοποθέτηση καθορισμένης ποσότητας κρέατος προς αποτέφρωση σε υψηλή θερμοκρασία (500-600 °C), αφού

προηγουμένως έχει υποστεί αφυδάτωση και απανθράκωση. Το υπόλειμμα αντιπροσωπεύει την περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά και εκφράζεται σε εκατοστιαία αναλογία επί του αρχικού δείγματος (Καπετάνιος, 2017).

2.1.5 Ενεργός Οξύτητα - pH.

Ένα από τα βασικά κριτήρια για την ποιοτική αξιολόγηση του κρέατος αμέσως μετά τη σφαγή, είναι το pH. Είναι σημαντική παράμετρος στη σταθερότητα και στη συντήρηση του κρέατος. Μεγάλες τιμές pH μειώνουν τη διάρκεια συντήρησής του (Tonget al., 2012). Επηρεάζεται από παράγοντες όπως η εκτροφή, το στρες και οι συνθήκες συντήρησης μετά τη σφαγή. Οι συνήθεις τιμές του pH κυμαίνονται μεταξύ 5,9 – 6,2, ενώ τιμές μικρότερες ή ίσες του 5,8 παραπέμπουν σε ωχρό εξιδρωματικό κρέας (PSE κρέας) και τιμές μεγαλύτερες ή ίσες από 6,3 σε κρέας με όψη σκοτεινή και ξηρή (DFD κρέας) (Milan, et. al., 2010). Σε χαμηλές τιμές pH, μεταξύ 5,3 – 5,4, παρουσιάζονται μεγαλύτερες απώλειες ύδατος, συγκριτικά με κρέας όπου το pH κυμαίνεται από 5,6 – 5,8 (Εικόνα 2.1), (Longergan, 2010).



Εικόνα 2.1. Η μεταβολή του χρώματος του κρέατος, με τη μεταβολή της τιμής του pH (Πιπερίγκου, 2020).

Το pH του ισοηλεκτρικού σημείου του κρέατος είναι 5,2, και στην τιμή αυτή το κρέας έχει την χαμηλότερη ικανότητα συγκράτησης νερού. Σε τιμές pH μεγαλύτερες

από το ισοηλεκτρικό σημείο των πρωτεϊνών των μυϊκών ινιδίων, τα μόρια του νερού είναι στενά συνδεδεμένα μεταξύ τους, προκαλώντας μεγαλύτερη απορρόφηση του φωτός από τον μυ και το χρώμα του κρέατος φαίνεται πιο σκούρο. Χαμηλή τιμή pH σημαίνει χαμηλή συγκράτηση ύδατος. Υψηλή τιμή pH είναι επιθυμητή για καλύτερο χρώμα και συγκράτηση νερού στο κρέας. Αυτό συνδέεται με κακή ποιότητα κρέατος, λόγω του ευνοϊκότερου περιβάλλοντος ανάπτυξης μικροοργανισμών (Husak, et. Al., 2008, Fanatico, et al., 2007, Salakova, et al., 2009). Το pH επηρεάζει τη δομή των μυϊκών ινιδίων και συνεπώς την συγκράτηση του νερού και το χρώμα του κρέατος, αυξάνοντας τη σκέδαση του φωτός (Castellini, et al., 2002, Allen, et al., 1997).

2.1.6 Ολική Οξύτητα.

Το σύνολο των ελεύθερων καρβοξυλομάδων που βρίσκονται στο κρέας, είτε σε μοριακή κατάσταση είτε σε μορφή ανιόντων, αποτελεί την ολική ή ογκομετρούμενη οξύτητα. Εξαρτάται από την περιεκτικότητα του κρέατος σε ελεύθερα οργανικά οξέα. Ο προσδιορισμός της βασίζεται στην εξουδετέρωση των όξινων ομάδων του δείγματος με πρότυπο διάλυμα αλκάλεως (συνήθως 0,1 M NaOH) παρουσία δείκτη. Ο κοινά χρησιμοποιούμενος δείκτης είναι η φαινολοφθαλεΐνη με περιοχή pH αλλαγής χρώματος 8,0 – 9,8. Η ολική ή ογκομετρούμενη οξύτητα μετρά ποσοτικά την παρουσία των οξέων στο κρέας, ενώ η τιμή του pH αποτελεί την ένδειξη της ισχύος αυτών των οξέων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΑΡΙΝΑΡΙΣΜΑ ΧΟΙΡΙΝΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ

3.1 Μαρινάρισμα (Γενικά).

Το μαρινάρισμα είναι μια τεχνική επεξεργασίας κρέατος, που περιλαμβάνει την εμβάπτιση ή ενσωμάτωση, τόσο άψητων, όσο και μαγειρεμένων καρυκευμένων υγρών μαρινάδων, οι οποίες μπορεί να περιέχουν διάφορα πρόσθετα όπως οξέα, ένζυμα και μπαχαρικά (Lopes et al., 2022). Οι μαρινάδες χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση του χρώματος, της γεύσης, της υφής, της γευστικότητας και της τρυφερότητας του κρέατος και των προϊόντων του, συμπεριλαμβανομένων, κοτόπουλου, ψαριού, μοσχαριού, χοιρινού (Gómez et al., 2019, Latoch, 2020, Lopes, et al., 2022).

Τα συστατικά που χρησιμοποιούνται στις μαρινάδες είναι κρίσιμα για την επίτευξη των επιθυμητών οργανοληπτικών ιδιοτήτων, όπως η γεύση και η υφή, που καθορίζουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος (Birk et al., 2010). Βελτιώνουν το φυσικό ρυθμό πρωτεόλυσης στα κρέατα μειώνοντας σημαντικά την τιμή του pH τους μετά τη σφαγή του ζώου, διεγείροντας έτσι τις πρωτεολυτικές και άλλες ενζυμικές δραστηριότητες κατά την ωρίμανση των μυών. Επιταχύνουν τη γήρανση του κρέατος μειώνοντας τον χρόνο που απαιτείται για να μαλακώσει (Gómez et al., 2020).

Μελέτες έχουν αποδείξει τη συσχέτιση των συστατικών μαριναρίσματος με πλήθος ευεργετικών δράσεων, όπως αντιφλεγμονωδών, αντιβακτηριακών, αντιαλλεργικών, αντιθρομβωτικών, ηπατοπροστατευτικών, αντιϊκών, καρδιοπροστατευτικών, αντικαρκινικών και αγγειοδιασταλτικών επιδράσεων (Benhammou et al., 2009), (Εικόνα 3.1).



Εικόνα 3.1. Ο ρόλος των πολυφαινολών στα συστατικά της μαρινάδας του κρέατος (Rahman et al., 2023).

3.2 Τύποι Μαριναρίσματος.

Παραδοσιακά, οι κοινές μαρινάδες που χρησιμοποιούνταν στην αρχαιότητα ήταν το αλάτι, τα βότανα και τα μπαχαρικά (Lopes et al., 2022). Υπάρχουν διάφορες εμπορικά διαθέσιμες κατηγορίες μαρινάδων, οι οποίες ενσωματώνουν διάφορα συστατικά όπως σκόνη τσίλι, σκόρδο και κρεμμύδι για το μαρινάρισμα του κρέατος (Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1. Λίστα διαφόρων τύπων μαρινάδων (Rahman et al., 2023).

Τύπος	Κατηγορία	Συστατικά Μαρινάδας
Βιολογική Μαρινάδα	Βότανο/μπαχαρικό	Τσίλι, κρεμμύδι, κουρκουμάς, τζίντζερ, λεμονόχορτο, αστεροειδής γλυκάνισος, σκόρδο, κόλιανδρος, κανέλα, κύμινο, ρίγανη, μαϊντανός, μουστάρδα, πιπέρι, δεντρολίβανο, χυμός λεμονιού, φύλλα κάρυ, φύλλα βασιλικού, χυμός καρούκ, χυμός κόκκινου παντζαριού.
	Γαλακτοκομικών προϊόντων και προβιοτικά	Τυρόπηγμα, γιαούρτι, κεφίρ, βουτυρόγαλα, γαλακτοκομικό προϊόν που έχει υποστεί ζύμωση, προβιοτικά.
	Μαρινάδα με βάση τους σπόρους/έλαια	Διάφοροι σπόροι, θυμάρι, πορτοκάλι, φυτικά, αιθέρια έλαια εσπεριδοειδών, κολοκυθέλαιο, ηλιέλαιο, καρυδέλαιο, σησαμέλαιο.
Χημική Μαρινάδα	Βιομηχανική	Οργανικά οξέα, σάλτσα σόγιας, χλωριούχο νάτριο (NaCl), διφωσφορικό νάτριο, διττανθρακικό νάτριο (NaHCO ₃), τριφωσφορικό νάτριο, φωσφορικά άλατα, χλωριούχο ασβέστιο (CaCl ₂), υδροξείδιο του αμμωνίου (NH ₄ OH), διάφορα φωσφορικά άλατα, κιτρικό οξύ, οξικό οξύ, μηλόξυδο και κρασί.
	Παραδοσιακή	Αλάτι, νερό, διάφορα όξινα συστατικά (όπως κρασί, ξύδι και χυμός φρούτων).
Φυσική Μαρινάδα	-	Υπέρηχοι, ανατροπή, αέρια χρωματογραφία, εμποτισμός παλμικού κενού, μικροδιάτρηση CO ₂ , επεξεργασία υψηλής πίεσης.
Μαρινάδα νανοσωματιδίων	Φυσικά νανοσωματίδια	Ίνες σόγιας, ίνες βρώμης, λιναρόσπορος, πολτός μήλου, ίνες εσπεριδοειδών, πιπέρι/πάπρικα.
	Χημικά νανοσωματίδια	Οξείδιο ψευδαργύρου, διοξείδιο του τιτανίου, υπεροξείδιο ψευδαργύρου.

3.2.1 Βιολογική Μαρινάδα.

Οι βιολογικές μαρινάδες αναφέρονται σε συστατικά που προέρχονται από ζωντανούς οργανισμούς ή τα προϊόντα τους που χρησιμοποιούνται στο μαρινάρισμα. Ταξινομούνται σε βότανα/μπαχαρικά, γαλακτοκομικά προϊόντα/προβιοτικά και μαρινάδες με βάση τους σπόρους/το λάδι (Πίνακας 3.1).

Η ζήτηση των καταναλωτών για βιολογικά προϊόντα ως αντιμικροβιακά έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια. Διάφοροι σπόροι και αιθέρια έλαια κερδίζουν

δημοτικότητα στο μαρινάρισμα κρέατος και προϊόντων κρέατος. Αυτές οι ενώσεις μπορούν να βελτιώσουν τη διάρκεια ζωής και την ποιότητα του κρέατος και των προϊόντων του (Thanissery and Smith, 2014). Οι βιολογικές μαρινάδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη βιομηχανία κρέατος επειδή είναι φθηνές και μειώνουν τους κινδύνους για την υγεία (Rahman et al., 2023).

3.2.2 Μαρινάρισμα με Άλατα – Χημική Μαρινάδα.

Η πιο διαδεδομένη τεχνική μαρινάρισματος κρέατος και προϊόντων κρέατος είναι η χρήση χημικών μαρινάδων. Οι ιδιαίτερα χρησιμοποιούμενες χημικές μαρινάδες στη βιομηχανία κρέατος είναι οργανικά οξέα, σάλτσα σόγιας, χλωριούχο νάτριο (NaCl), όξινο ανθρακικό νάτριο (NaHCO_3), τριφωσφορικό νάτριο, φωσφορικά άλατα, χλωριούχο ασβέστιο (CaCl_2), υδροξείδιο του αμμωνίου (NH_4OH) και κρασί. Παραδοσιακά, οι μαρινάδες περιέχουν αλάτι, νερό και διάφορα όξινα συστατικά, όπως κρασί, ξύδι και χυμούς φρούτων. Τα φωσφορικά άλατα και το νάτριο χρησιμοποιούνται γενικά στη βελτίωση της ποιότητας και των χαρακτηριστικών του κρέατος (Kim et al., 2014).

Το χλωριούχο νάτριο, το διττανθρακικό νάτριο, το τριφωσφορικό νάτριο, το χλωριούχο ασβέστιο, το υδροξείδιο του αμμωνίου και διάφορα φωσφορικά άλατα παίζουν σημαντικό ρόλο στη συσσώρευση και μετουσίωση των πρωτεϊνών για τη βελτίωση της ικανότητας συγκράτησης νερού, της ελαστικότητας και της ακαμψίας του κρέατος (Smith and Young, 2007, Naveena et al., 2011, Petracci et al., 2012, Sharedeh et al., 2015).

3.2.3 Φυσική Μαρινάδα.

Οι φυσικές μαρινάδες είναι τύποι μαρινάδων που δεν σχετίζονται άμεσα με τη διαδικασία μαριναρίσματος. Συνδυάζονται με άλλες μαρινάδες (βιολογικές, χημικές) για να επιταχύνουν τη διαδικασία μαριναρίσματος και να βελτιώσουν την ποιότητα και την ασφάλεια του κρέατος (Alvarado et al., 2017, Gómez-Salazar et al., 2018, Yang et al., 2018, Figueroa et al., 2020, Ramírez et al., 2021).

Οι αναδυόμενες τεχνολογίες, που ονομάζονται φυσικές μαρινάδες, περιλαμβάνουν εμποτισμό με παλμικό κενό, μικροδιάτρηση CO₂, επεξεργασία με υπερήχους και επεξεργασία υψηλής πίεσης (Alvarado et al., 2017, Gómez-Salazar et al., 2018).

Οι φυσικές μαρινάδες μειώνουν τον χρόνο επεξεργασίας, ενισχύουν τον ρυθμό διάχυσης, επιταχύνουν τη μεταφορά μάζας, μειώνουν τη μικροβιακή αλλοίωση, μειώνουν την οξείδωση των λιπιδίων, αλλάζουν τη σύνθεση των λιπαρών οξέων και βελτιώνουν την ποιότητα του προϊόντος (τρυφερότητα) λόγω διαστολής ή συμπίεσης (Gómez-Salazar et al., 2018, Yang et al., 2018, Figueroa et al., 2020, Ramírez, et al., 2021).

3.2.4 Μαρινάδα Νανοσωματιδίων.

Η νανοτεχνολογία έχει εξελιχθεί ως μια εναλλακτική λύση, που χρησιμοποιείται στα δίκτυα παραγωγής κρέατος για να εξασφαλίσει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, αυξημένη ιχνηλασιμότητα, ασφάλεια και βελτιωμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Αποτελεί έναν τομέα τεχνολογίας που στοχεύει σε λεπτομερή στοιχεία νανο-μεγέθους ως επί το πλείστον < 100 nm, τα οποία παρουσιάζουν νέες και μοναδικές ιδιότητες. Τα σωματίδια νανο-μεγέθους λειτουργούν πιο αποτελεσματικά στους στόχους τους σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις, λόγω της υψηλής αναλογίας επιφάνειας προς όγκο (Yusop et al., 2012, Lamri et al., 2021).

Το κρέας και τα προϊόντα κρέατος συνδέονται συχνά με προβλήματα για τη υγεία, όπως η παρουσία υψηλής περιεκτικότητας σε κορεσμένα λιπαρά και χοληστερόλη. Σύμφωνα με μελέτες, έγινε χρήση φυτικών στοιχείων όπως ίνες σόγιας, ίνες βρώμης, λιναρόσπορου, πολτό μήλου, ίνες εσπεριδοειδών ως παράγοντες αντικατάστασης λίπους για να αυξήσουν τα θρεπτικά οφέλη του κρέατος και των προϊόντων κρέατος μειώνοντας τα κορεσμένα λίπη και άλατα (Weiss et al., 2010).

3.3 Μέθοδοι Μαριναρίσματος.

Το μαρινάρισμα είναι μια διαδικασία, γνωστή, για την τρυφερότητα των προϊόντων κρέατος και τη βελτίωση της ποιότητάς τους. Έχουν αναπτυχθεί αρκετές καινοτόμες στρατηγικές για την επιτάχυνση της μεταφοράς μαρινάδας μέσω του κρέατος. Παραδοσιακά, το μαρινάρισμα συνεπάγεται το μούλιασμα ή το βύθισμα του κρέατος στη μαρινάδα, ώστε να επιτρέπεται στις γεύσεις να διαπερνούν το κρέας με την πάροδο του χρόνου. Ωστόσο, η διαδικασία απαιτεί πολύ χρόνο για να ολοκληρωθεί. Επιπλέον, αυτή η μέθοδος μειονεκτεί στην επαρκή κατανομή ουσιών. Νεότερες διαδικασίες μαριναρίσματος, όπως η έγχυση, η εμβάπτιση και η ανατροπή χρησιμοποιούνται για να ξεπεραστούν αυτά τα προβλήματα (Gao et al., 2015, Singh et al., 2019).

3.3.1 Έγχυση.

Το μαρινάρισμα με έγχυση είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη προσέγγιση επειδή επιτρέπει την ακριβή χορήγηση του μαριναρίσματος, διασφαλίζοντας τη συνοχή του προϊόντος χωρίς απώλεια χρόνου κατά τη βύθιση. Οι ανιχνευτές ή οι βελόνες τοποθετούνται σε ένα κομμάτι κρέατος και προϊόντων κρέατος και το μαρινάρισμα εγχέεται καθώς οι βελόνες ή οι σύριγγες αφαιρούνται, διασκορπίζοντας το μαρινάρισμα σε όλο το τρόφιμο (Alvarado and McKee, 2007).

3.3.2 Εμβάπτιση.

Η εμβάπτιση είναι μια παραδοσιακή τεχνική που περιλαμβάνει το μούλιασμα του κρέατος σε μαρινάρισμα με σκοπό τα καρυκεύματα να διεισδύσουν στο κρέας με διάχυση. Είναι η πιο οικονομική προσέγγιση μαριναρίσματος και δεν απαιτεί ειδικό εξοπλισμό (Yusop et al., 2010).

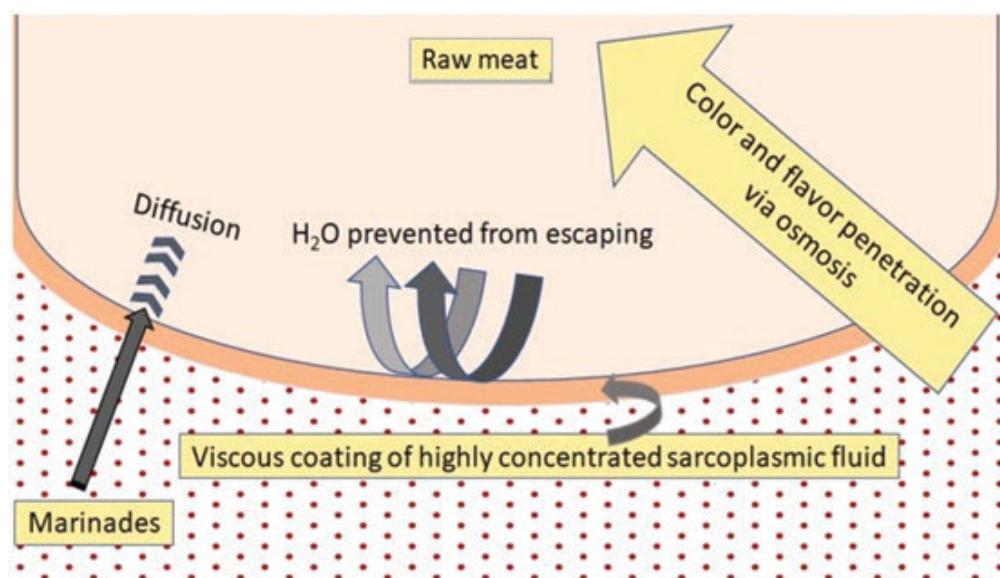
3.3.3 Ανατροπή.

Η ανατροπή είναι μια μηχανική διαδικασία κατά την οποία το κρέας περιστρέφεται, πέφτει και έρχεται σε επαφή με τα τοιχώματα και τις λεπίδες που είναι προσαρμοσμένες στο εσωτερικό ενός βαρελιού. Τα κομμάτια κρέατος μαζεύονται κυρίως με διαφράγματα και τοποθετούνται σε τύμπανα κατά τη διάρκεια αυτής της λειτουργίας. Τα διαφράγματα δημιουργούν βαρύτητα, έντονη τριβή, πίεση και δυνάμεις εξώθησης που μεταδίδονται σε κομμάτια μυών, οδηγώντας σε παραμόρφωση του κρέατος (Agnau et al., 2007). Η αποδυνάμωση και η θραύση των δομών των ιστών οδηγεί σε αύξηση της προσρόφησης άλμης και του διαχωρισμού των πρωτεϊνών, καθώς και σε βελτίωση της απόδοσης μαγειρέματος. Η ανατροπή διασφαλίζει επίσης ότι το χρώμα, π.χ. των αλλαντικών, είναι σταθερό (Singh et al., 2019).

3.4 Μηχανισμός Μαριναρίσματος.

Η χρήση μιας μαρινάδας ως αποτελεσματικού συντηρητικού στο μαρινάρισμα είναι η παλαιότερη και πιο κοινή πρακτική στη βιομηχανία κρέατος. Οι μαρινάδες ενισχύουν τη γεύση, διατηρούν την υγρασία, βελτιώνουν την υφή, αναστέλλουν την ανάπτυξη βακτηρίων και βελτιώνουν την απόδοση των τελικών προϊόντων (Komoltri

and Pakdeechanuan, 2012). Εφαρμόζονται στον τομέα του κρέατος γιατί διαλύονται εύκολα στο νερό αυξάνοντας την ιοντική ισχύ του. Το διάλυμα μαρινάδας απορροφάται εύκολα από το κρέας και τα προϊόντα του, με οσμωτικές διεργασίες, μέχρι να επιτευχθεί ισορροπία (Alvarado and McKee, 2007) (Εικόνα 3.2). Οι κύριες λειτουργίες που επιτυγχάνονται από τα λειτουργικά συστατικά των μαρινάδων είναι οι συνδετικές τους ιδιότητες (βελτιωμένες ιδιότητες πρόσφυσης μεταξύ κρέατος και μερών κρέατος), τροποποίηση υφής (βελτιωμένη τρυφερότητα), λίπος και συγκράτηση νερού.



Εικόνα 3.2. Μηχανισμός μαριναρίσματος του κρέατος (Rahman et al., 2023).

Οι μυοϊνιδικές πρωτεΐνες είναι υπεύθυνες για τις υφές και τη συγκράτηση του νερού του κρέατος και των προϊόντων του. Μπορούν να καθορίσουν την αποτελεσματικότητα της μαρινάδας στη βελτίωση των χαρακτηριστικών του κρέατος. Η ακτινίνη (λεπτό νήμα) και η μυοσίνη (παχύ νήμα) εντός των μυοϊνιδιακών πρωτεϊνών συμβάλλουν στη διαμόρφωση των κατάλληλων ιδιοτήτων γέλης στο κρέας και τα προϊόντα κρέατος. Στη μυοσίνη, η ζελατίνη οδηγεί στην ανάπτυξη μιας τρισδιάστατης δικτυακής δομής ακτινομυοσίνης που συγκρατεί το νερό. Το

δεσμευμένο νερό σε αυτόν τον χώρο ονομάζεται ελεύθερο νερό και συγκρατείται από στερεοχημικές αλληλεπιδράσεις. Το μαρινάρισμα που σχετίζεται με το μούλιασμα του διαλύματος μαρινάδας στο κρέας βελτιώνει τη γεύση και το άρωμα. Το αλάτι αντλεί το υγρό από το κρέας μέσω της όσμωσης. Το διάλυμα της μαρινάδας απορροφάται από το κρέας ενώ διασπάται η μυϊκή δομή. Παράλληλα, «τραβάει» υδατοδιαλυτές γεύσεις όπως το σκόρδο και το κρεμμύδι κάτω από την επιφάνεια του κρέατος (Alvarado and McKee, 2007, Sun and Holley, 2011, Yusop et al, 2011, Petracci et al., 2014, Gómez et al., 2020).

III. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4.1 Δειγματοληψία και προετοιμασία δειγμάτων.

Η αγορά των δειγμάτων χοιρινού μπουτιού έγινε από κατάστημα της περιοχής του Αργοστολίου. Τα δείγματα κρέατος ήταν απαλλαγμένα από το λίπος και από τον συνδετικό ιστό και ζύγιζαν περίπου 600 g. Δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην υποστούν ζημιές ή αλλοιώσεις κατά τη διάρκεια της μεταφοράς και της συσκευασίας. Χωρίστηκαν σε τρία ίσα μέρη και τεμαχίστηκαν σε κομμάτια 2 – 3 εκατοστών.

Μετά τον τεμαχισμό τα κομμάτια χωρίστηκαν σε 4 μέρη, ζυγίστηκαν με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων και τοποθετήθηκαν σε κωδικοποιημένα σακουλάκια τροφίμων.

Το 1ο σακουλάκι, περιέχει το νωπό δείγμα, όπου οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν την ίδια ημέρα. Το 2ο, 3ο και 4ο σακουλάκι περιέχουν τα δείγματα που θα μαριναριστούν για 24, 48 και 72 h, αντίστοιχα και κατόπιν θα πραγματοποιηθούν οι αναλύσεις.

4.2 Παρασκευή Διαλυμάτων για το Μαρινάρισμα.

Για τη μελέτη της επίδρασης του μαριναρίσματος στο χοιρινό μπούτι με άλας KCl παρασκευάστηκαν υδατικά διαλύματα KCl σε 3 διαφορετικές συγκεντρώσεις 0,13 M (1%), 0,20 M (1,5%) και 0,27 M (2%).

4.3 Υλικά και Σκεύη.

Σκεύη

- Κωνικές φιάλες 250 mL.
- Κάψα πορσελάνης.
- Λεπτή γυάλινη ράβδος.
- Ποτήρια ζέσεως.
- Ογκομετρικές φιάλες.
- Σιφώνι πλήρώσεως 25 mL.
- Προχοΐδα.
- Falcon των 50ml.

Διαλύματα

- Δείκτης φαινολοφθαλεΐνης 1%.
- Πρότυπο διάλυμα NaOH 0,1N.

Όργανα

- Κλίβανος αποτέφρωσης.
- Θερμοθάλαμος.
- Ξηραντήρας κενού.
- Αναλυτικός ζυγός με ακρίβεια 0,001g.
- Ηλεκτρονικό φορητό pH - μετρο.
- Υδατόλουτρο.
- Φυγόκεντρος.

4.4 Μαρινάρισμα Δειγμάτων Κρέατος.

Το μαρινάρισμα πραγματοποιήθηκε σε γυάλινα βάζα με βιδωτό καπάκι του 1 L. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 9 τέτοια βάζα (3 συγκεντρώσεις άλατος x 3 χρόνοι μαριναρίσματος). Η αναλογία δείγματος κρέατος προς διάλυμα μαριναρίσματος ήταν 1:4 (meat : marination solution = 1 : 4).

Τα βάζα σφραγίστηκαν και τοποθετήθηκαν στο ψυγείο στους 5 °C για 24, 48 και 72 ώρες. Μετά το πέρας των 24, 48 και 72 ωρών, η μαρινάδα απομακρύνθηκε, τα δείγματα στεγνώθηκαν και ταμποναρίστηκαν με χαρτί κουζίνας.

4.5 Μάζα Μετά το Μαρινάρισμα.

Το κρέας απομακρύνθηκε από την μαρινάδα, στεγνώθηκε με χαρτί κουζίνας, ώστε να αφαιρεθεί η υγρασία από την επιφάνεια και ζυγίστηκε με ακρίβεια 0,001 g. Στον υπολογισμό της τιμής αύξησης της μάζας, από την αρχική μάζα του νωπού δείγματος (πριν μπει στη μαρινάδα), αφαιρέθηκε η μάζα του στεγνού μαριναρισμένου δείγματος (Song et al. 2020). Το ποσοστό της αύξησης της μάζας υπολογίστηκε από τη σχέση:

$$\text{Αύξηση Μάζας (\%)} = \frac{(\text{Τελική Μάζα}) - (\text{Αρχική Μάζα})}{\text{Αρχική Μάζα}} \times 100 \quad (4.1)$$

4.6 Υγρασία.

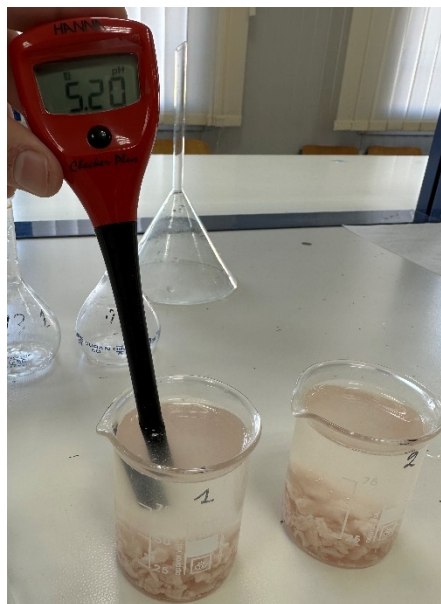
Σύμφωνα με την αρχή της μεθόδου, πραγματοποιήθηκε ανάμιξη του δείγματος κρέατος με άμμο και ξήρανση μέχρι σταθερής μάζας στους 103 °C. Η άμμος, πριν τη χρήση, είχε ξηρανθεί στους 150 – 160 °C και αποθηκεύτηκε σε αεροστεγώς κλεισμένο δοχείο. Για την προετοιμασία της κάψας και της άμμου, μεταφέρθηκε στην κάψα ποσότητα άμμου ίση περίπου με 3 – 4 φορές το βάρος του δείγματος. Η άμμος ξηράνθηκε στο φούρνο, μαζί με την κάψα και τη γυάλινη ράβδο στους 103 °C για 30 min. Μετά τη θέρμανσή τους, αφήνονται στον ξηραντήρα να κρυώσουν μέχρι να έρθουν σε θερμοκρασία δωματίου. Η ζύγιση πραγματοποιήθηκε με ακρίβεια 0,001g (m_0).

Κατά την πειραματική διαδικασία, 5–8 g ομογενοποιημένου δείγματος μεταφέρθηκαν στην κάψα (που περιέχει την άμμο) και ζυγίστηκαν με ακρίβεια 0,001g (m_1). Το δείγμα και η άμμος αναμίχθηκαν καλά μέσα στην κάψα. Η κάψα τοποθετήθηκε στο φούρνο για 2 h στους 103 °C. Αφαιρέθηκε από το φούρνο και τοποθετήθηκε σε ξηραντήρα, ώστε να κρυώσει σταδιακά μέχρι θερμοκρασία δωματίου, οπότε και ζυγίστηκε το περιεχόμενό της με ακρίβεια 0,001g (m_2). Η διαδικασία επαναλαμβάνεται, μέχρι η διαφορά μεταξύ δύο διαδοχικών ζυγίσεων να είναι μικρότερη του 0,1% της μάζας του δείγματος. Ο χρόνος ξήρανσης κάθε επανάληψης θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 1 ώρα (Aktaş, et al., 2003). Το ποσοστό της υγρασίας υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$W (\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_0 - m_1} \times 100 \quad (4.2)$$

4.7 Ενεργός Οξύτητα – pH.

Η μέτρηση του pH πραγματοποιήθηκε με εργαστηριακό φορητό pH-μετρο (Εικόνα 4.1), σε υδατικό διάλυμα κρέατος 10% w/v.



Εικόνα 4.1. Η μέτρηση της ενεργού οξύτητας – pH με τη χρήση ηλεκτρονικού pH – μέτρου (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

4.8 Ολική Οξύτητα.

Ποσότητα κρέατος (περίπου 10 g) ομογενοποιείται με 200 mL απεσταγμένο νερό σε ποτήρι ζέσεως και το μείγμα μεταφέρθηκε προσεκτικά σε ογκομετρική φιάλη των 250 mL. Στη συνέχεια ο όγκος της φιάλης συμπληρώνεται με απεσταγμένο νερό ως τη χαραγή. Το μείγμα της φιάλης διηθείται και μεταφέρονται 25 mL από το διήθημα σε κωνική φιάλη των 250 mL (με σιφόνιο πλήρωσεως). Προσθέτονται 75 mL απεσταγμένο νερό και 3 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεϊνης 1%. Το διάλυμα ογκομετρήθηκε με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,1N. Το τέλος της τιτλοδότησης διαπιστώθηκε με τη μόνιμη αλλαγή του χρώματος του δείκτη από διαυγές σε ιώδες (μωβ) (Εικόνα 4.2) (Manalo and Gabriel, 2020). Ο υπολογισμός της ολικής οξύτητας δίνεται από τη σχέση:

$$\text{Οξύτητα (\%)} = \frac{\text{mL NaOH 0.1N που καταναλώνονται}}{\text{Βάρος δείγματος σε gr}} \times 90 \quad (4.3)$$



Εικόνα 4.2. Η μέτρηση της ολικής οξύτητας τιτλομετρικά (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

4.9 Απώλεια Νερού Κατά το Μαγείρεμα.

Τα δείγματα του κρέατος (80 ± 2 g) τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες και μαγειρεύτηκαν σε υδατόλουτρο στους 75°C για 20 min. Μετά την απομάκρυνση από το υδατόλουτρο τα δείγματα ψύχθηκαν με νερό βρύσης για 15 min και αφέθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου. Τα δείγματα ζυγίστηκαν ξανά για τον υπολογισμό του ποσοστού απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα σύμφωνα με τον τύπο (Aktaş, et al., 2003):

$$\text{Απώλεια Νερού Κατά το Μαγείρεμα (\%)} = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} \times 100 \quad (4.4)$$

Όπου,

m_1 = η μάζα του δείγματος πριν τη θερμική επεξεργασία (μαγείρεμα).

m_2 = η μάζα του δείγματος μετά τη θερμική επεξεργασία (μαγείρεμα).

4.10 Ποσοστό Απορρόφησης Μαρινάδας – Απόδοση Μαγειρέματος.

$$\text{Απορρόφηση Μαρινάδας (\%)} = \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} \times 100 \quad (4.5)$$

Όπου,

m_1 = η μάζα του δείγματος πριν το μαγείρεμα.

m_2 = η μάζα του δείγματος πριν το μαρινάρισμα.

$$\text{Απόδοση Μαγειρέματος (\%)} = \frac{m_1}{m_2} \times 10 \quad (4.6)$$

Όπου,

m_1 = η μάζα μαγειρεμένου μαριναρισμένου δείγματος.

m_2 = η μάζα μαριναρισμένου δείγματος πριν το μαγείρεμα.

4.11 Ποσοστό Πρόσληψης Νερού.

Σε πλαστικό falcon των 50 mL τοποθετήθηκαν 5 g δείγματος και 20 mL απεσταγμένου νερού. Το μίγμα αναμιγνύεται με τη βοήθεια vortex για 1 min και τοποθετείται στο ψυγείο στους 4 °C για 15 min. Φυγοκεντρήθηκε στις 3000 rpm για 15 min (4 °C). Το υπερκείμενο υγρό, που αποτελεί το μη απορροφημένο στρώμα νερού, απορρίπτεται προσεκτικά. Το ποσοστό πρόσληψης νερού υπολογίζεται από τη σχέση (Song et al. 2020):

$$\text{Water uptake (\%)} = \frac{\text{Διογκωμένο μάζα Δείγματος} - \text{Αρχική μάζα Δείγματος}}{\text{Αρχική μάζα Δείγματος}} \times 100 \quad (4.7)$$

4.12 Προσδιορισμός Ποσοστού Τέφρας.

Σε κάψα πορσελάνης τοποθετήθηκαν 10 g δείγματος. Η κάψα τοποθετείται σε θερμοθάλαμο ώστε να απομακρυνθεί το μεγαλύτερο ποσοστό της υγρασίας. Κατόπιν η κάψα τοποθετείται στον κλίβανο αποτέφρωσης στους 550 °C για 4 ώρες, μέχρι το χρώμα της τέφρας να πάρει ένα ανοιχτό γκρι χρώμα. Τέλος, η κάψα τοποθετείται στον ξηραντήρα μέχρι να έρθει σε θερμοκρασία δωματίου και ζυγίζεται (AOAC, 2003).

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

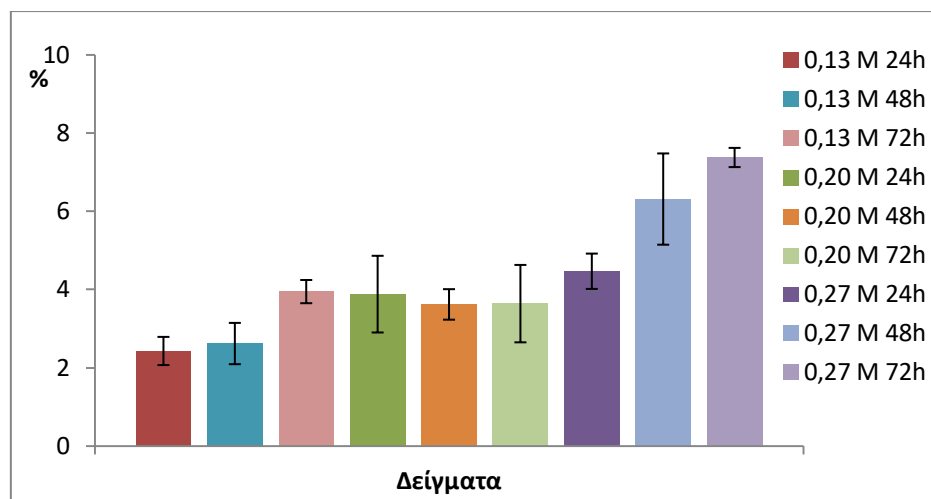
5.1 Βάρος Μετά το Μαρινάρισμα.

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν σε τέσσερις διαφορετικές χρονικές περιόδους, για μεγαλύτερη επαναληψιμότητα των αποτελεσμάτων, στις 27/3/2023, 25/4/2023, 8/5/2023 και 15/5/2023. Στα αποτελέσματα παρουσιάζονται με τα ονόματα Δ1, Δ2, Δ3 και Δ4 αντίστοιχα.

Στον Πίνακα 5.1 παρουσιάζονται συνολικά τα αποτελέσματα της αύξησης του βάρους του δείγματος μετά το μαρινάρισμα με τις τρεις συγκεντρώσεις του KCl στις χρονικές περιόδους των 24, 48 και 72 h. Από τον Πίνακα 5.1 και σε συνδυασμό με το Διάγραμμα 5.1 φαίνεται ότι στη συγκέντρωση 0,13 M KCl, η μεγαλύτερη αύξηση βάρους παρατηρείται όταν το δείγμα μένει 72 h μαριναρισμένο.

Πίνακας 5.1. Αποτελέσματα μεταβολής (αύξησης) βάρους των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα για τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl (0,13 M, 0,20 M και 0,27 M) και για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

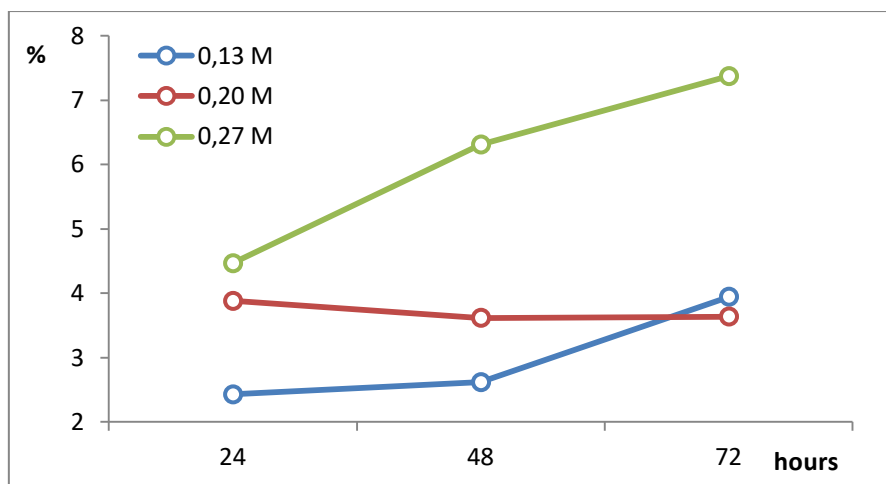
Συγκέντρωση (M)	0,13			0,20			0,27		
Ώρες (h)	24	48	72	24	48	72	24	48	72
Δ1 (%)	1,60	2,03	4,51	6,09	3,33	1,62	3,35	9,67	8,08
Δ2 (%)	-	1,44	3,87	1,73	3,10	2,27	4,44	4,30	6,94
Δ3 (%)	2,89	3,37	4,26	4,86	4,78	5,20	5,56	5,42	7,25
Δ4 (%)	2,80	3,64	3,15	2,85	3,27	5,47	4,52	5,86	7,23
Μέσος όρος (%)	2,43	2,62	3,95	3,88	3,62	3,64	4,47	6,31	7,38



Διάγραμμα 5.1. Μεταβολή βάρους των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις συγκεντρώσεις KCl για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

Στη συγκέντρωση 0,20 M KCl δεν παρατηρείται διαφοροποίηση του βάρους των δειγμάτων από τις 24 μέχρι τις 72 h. Αντίθετα, σε συγκέντρωση 0,27 M, η αύξηση του βάρους των δειγμάτων μεγαλώνει με αύξηση του χρόνου παραμονής του μαριναρισμένου δείγματος. Η μεγαλύτερη αύξηση βάρους παρατηρείται σε συγκέντρωση 0,27 M KCl.

Στο Διάγραμμα 5.2 παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις της αύξησης βάρους των δειγμάτων κατά το μαρινάρισμα για τις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl και στις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι η αύξηση τους βάρους σε συγκέντρωση KCl 0,27 M είναι μεγαλύτερη αναλογικά με τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις και για τις τρεις χρονικές περιόδους. Τη χαμηλότερη μεταβολή στο βάρος του δείγματος παρατηρείται στη μικρότερη συγκέντρωση KCl 0,13 M. Τέλος, στις 72 h η αύξηση του βάρους του μαριναρισμένου δείγματος στις συγκεντρώσεις 0,20 και 0,13 M είναι περίπου ίσες.



Διάγραμμα 5.2. Διακύμανση μεταβολής βάρους των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl στις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

5.2 Υγρασία.

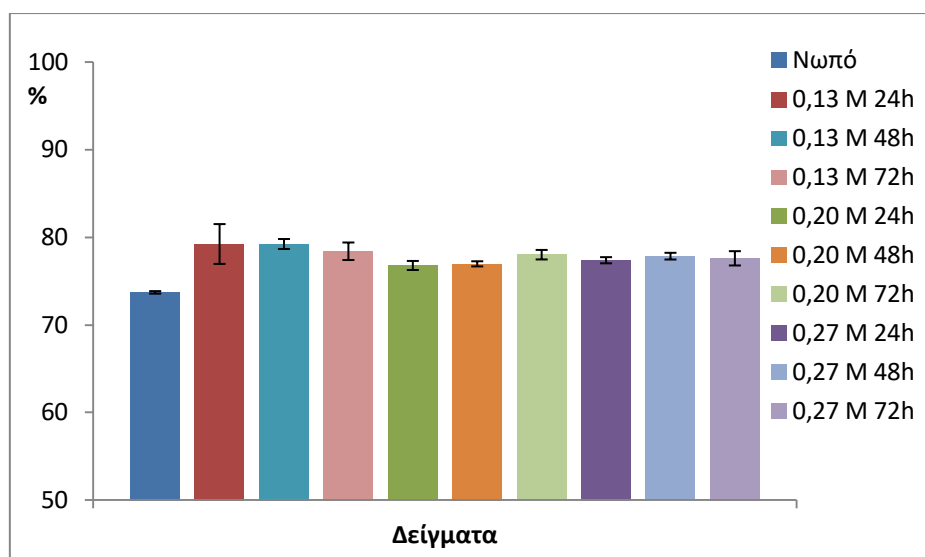
Η υγρασία που προσδιορίστηκε στα δείγματα του χοιρινού παρουσιάζεται παρακάτω στον Πίνακα 5.2 τόσο για το νωπό δείγμα, όσο και για τα μαριναρισμένα δείγματα χοιρινού στις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl.

Από τον πίνακα φαίνεται ότι το ποσοστό υγρασίας στα μαριναρισμένα δείγματα, είναι περίπου η ίδια για όλες τις συγκεντρώσεις KCl και κυμαίνεται μεταξύ 76,70 – 79,00 %. Τα ποσοστά υγρασίας παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές με μαρινάρισμα σε μοσχαρίσιο κρέας με NaCl (Aktaş, 2003). Το αντίστοιχο ποσοστό υγρασίας στο νωπό κρέας ήταν μικρότερο με τιμή 73,71 %. Επομένως, το μαρινάρισμα ευνοεί την κατακράτηση περισσότερου νερού στα δείγματα των κρεάτων, που οφείλεται στην επιδιалύτωση των κατιόντων του K^+ (Medynski et al. 2000).

Πίνακας 5.2. Αποτελέσματα του ποσοστού υγρασίας των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα για τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl (0,13 M, 0,20 M και 0,27 M) και για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

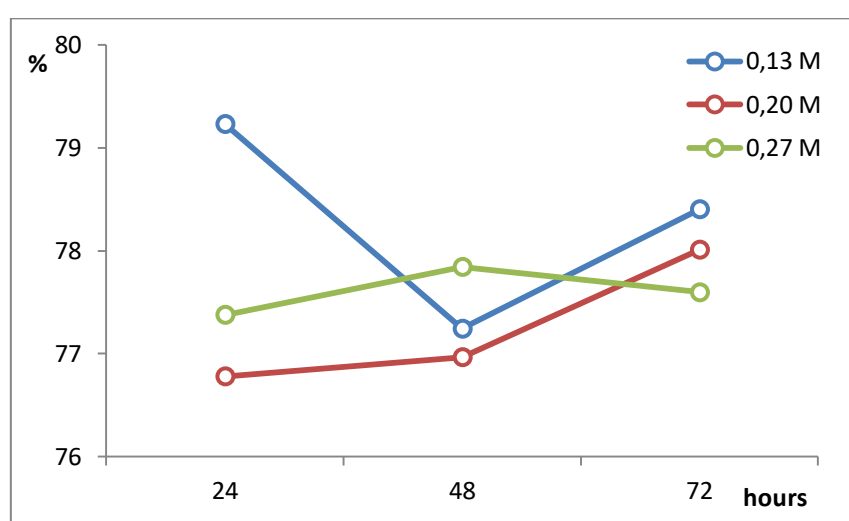
Συγκέντρωση (M)	0,13			0,20			0,27			Νωπό
Ωρες (h)	24	48	72	24	48	72	24	48	72	-
Δ1 (%)	77,47	77,60	75,96	76,82	76,17	77,37	77,67	78,58	75,82	74,06
Δ2 (%)	86,01	77,01	79,09	75,70	76,91	77,41	76,41	76,77	77,04	73,54
Δ3 (%)	76,32	78,55	77,88	76,44	77,47	77,65	78,05	78,00	77,83	73,83
Δ4 (%)	77,13	75,83	80,70	78,17	77,33	79,63	77,40	78,04	79,71	73,42
Μέσος όρος (%)	79,23	77,24	78,40	76,78	76,97	78,01	77,38	77,84	77,60	73,71

Για συγκέντρωση KCl 0,13 M η υγρασία παραμένει σχεδόν σταθερή, ανεξάρτητα από το χρόνο παραμονής του κρέατος με τη μαρινάδα (Διάγραμμα 5.3). Κάτι ανάλογο παρατηρείται και για συγκέντρωση KCl 0,20 M. Ελαφριά αύξηση της υγρασίας παρατηρείται στις 72 h παραμονής του δείγματος με τη μαρινάδα (78,01 %). Σε συγκέντρωση KCl 0,27 M, η υγρασία των δειγμάτων έχει επίσης παραπλήσιες τιμές για τις 24, 48 και 72 h, που είναι μεγαλύτερες από την υγρασία στο νωπό κρέας.



Διάγραμμα 5.3. Η υγρασία των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις συγκεντρώσεις KCl για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

Στο Διάγραμμα 5.4 παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις της κατακράτησης υγρασίας των δειγμάτων κατά το μαρινάρισμα για τις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl και στις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h. Η υγρασία εμφανίζει παρόμοιες τιμές σε όλες τις συγκεντρώσεις, σε κάθε χρονική περίοδο παραμονής του δείγματος κρέατος με τη μαρινάδα. Ελαφρώς μεγαλύτερη υγρασία παρατηρείται στα δείγματα του κρέατος που μαρινάρονται με 0,13 M συγκέντρωσης KCl στις πρώτες 24 h.



Διάγραμμα 5.4. Διακύμανση της υγρασίας των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl στις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

5.3 Ενεργός Οξύτητα - pH.

Οι μετρήσεις του pH παρουσιάζονται παρακάτω στο Πίνακα 5.3. Από τις μετρήσεις φαίνεται ότι οι τιμές του pH δεν παρουσιάζουν διακυμάνσεις. Για όλες τις συγκεντρώσεις KCl καθώς και για όλους τους χρόνους παραμονής στη μαρινάδα το pH παίρνει τιμές 5,3 με 5,4. Παράλληλα, στο νωπό κρέας ο μέσος όρος της τιμής pH ήταν 5,5, χωρίς μεγάλη απόκλιση από τα μαριναρισμένα δείγματα. Οι χαμηλές τιμές του pH τόσο στο νωπό, όσο και στα μαριναρισμένα δείγματα κρέατος, είναι παραπλήσιες με βιβλιογραφικές αναφορές (Song et al. 2020, Manalo and Gabriel, 2020), και οφείλεται στη μετατροπή της γλυκόζης σε οργανικά οξέα μέσω γαλακτικών βακτηρίων (Lactic Acid Bacteria, LAB), μιας ομάδας βακτηρίων αλλοίωσης που υπάρχει στα νεκρά τμήματα κρέατος (Fraqueza et al., 2008, Chouliara et al, 2008, Manalo and Gabriel, 2020).

Πίνακας 5.3. Αποτελέσματα των μετρήσεων της ενεργού οξύτητας - pH των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl (0,13 M, 0,20 M και 0,27 M) και για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

Συγκέντρωση (M)	0,13			0,20			0,27			Νωπό
Ώρες (h)	24	48	72	24	48	72	24	48	72	-
Δ1 (%)	5,3	5,3	5,2	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,9
Δ2 (%)	5,2	5,1	5,3	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,3
Δ3 (%)	5,3	5,4	5,3	5,3	5,5	5,4	5,4	5,4	5,5	5,4
Δ4 (%)	5,6	5,8	5,5	5,5	5,5	5,6	5,4	5,6	5,5	5,4
Μέσος όρος (%)	5,3	5,4	5,3	5,4	5,3	5,4	5,3	5,4	5,4	5,5

5.4 Ολική Οξύτητα.

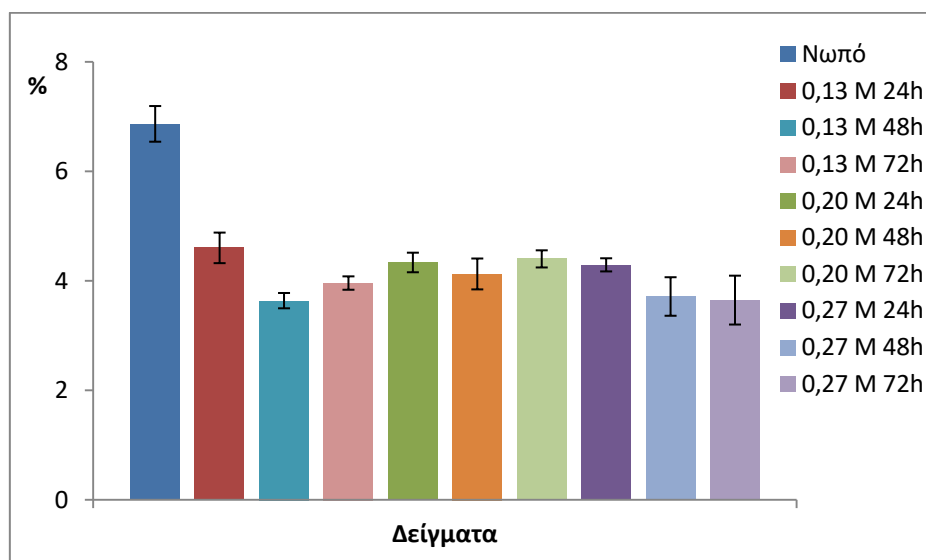
Ο Πίνακας 5.4 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των μετρήσεων της ολικής οξύτητας των μαριναρισμένων δειγμάτων κρέατος για κάθε συγκέντρωση στις 24, 48 και 72 h παραμονής της μαρινάδας με τα δείγματα. Το νωπό κρέας εμφανίζει υψηλότερες τιμές ολικής οξύτητας (6,87 %). Στα μαριναρισμένα δείγματα κρέατος η ολική οξύτητα κυμαίνεται σε τιμές από 3,5 – 4,6 %. Από τον πίνακα φαίνεται ότι υψηλότερες τιμές ολικής οξύτητας, κατά μέσο όρο, εμφανίζουν τα δείγματα που μαρινάρονται με συγκέντρωση KCl 0.20 M.

Πίνακας 5.4. Αποτελέσματα των μετρήσεων της ολικής οξύτητας των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl (0.13 M, 0.20 M και 0.27 M) και για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

Συγκέντρωση (M)	0,13			0,20			0,27			Νωπό
Ωρες (h)	24	48	72	24	48	72	24	48	72	-
Δ1 (%)	3,92	3,33	4,26	3,81	3,46	4,23	4,03	2,72	2,35	5,90
Δ2 (%)	5,15	3,81	4,05	4,42	4,05	4,60	4,15	4,27	3,92	7,18
Δ3 (%)	4,95	3,93	3,71	4,61	4,84	4,72	4,49	4,16	4,39	7,30
Δ4 (%)	4,39	3,48	3,82	4,50	4,16	4,05	4,50	3,71	3,93	7,09
Μέσος όρος (%)	4,60	3,64	3,96	4,33	4,13	4,40	4,29	3,71	3,65	6,87

Για μαρινάρισμα με συγκέντρωση KCl 0,13 M (Διάγραμμα 5.5) μεγαλύτερη περιεκτικότητα οξέων παρατηρείται στο δείγμα των 24h (4,60 %). Σε συγκέντρωση KCl 0,20 M (Διάγραμμα 5.5), τα μαριναρισμένα δείγματα έχουν περίπου σταθερές τιμές ολικής οξύτητας (4.13 – 4.40 %) σε όλους τους χρόνους παραμονής της

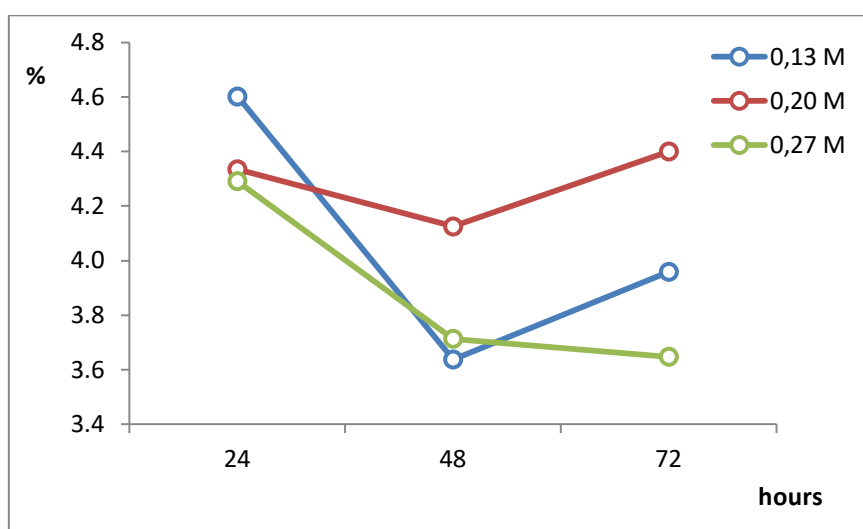
μαρινάδας. Σε μαρινάρισμα των δειγμάτων με συγκέντρωση KCl 0,27 M (Διάγραμμα 5.5), φαίνεται ότι η μεγαλύτερη τιμή ολικής οξύτητας παρατηρείται στις πρώτες 24h μαρινάρισματος (4,29 %). Με την πάροδο των ημερών σταδιακά η ολική οξύτητα ελαττώνεται (3,71 και 3,65 % στις 48 και 72 h, αντίστοιχα). Από το διάγραμμα παρατηρείται η μεγαλύτερη περιεκτικότητα ελεύθερων καρβοξυλικών ομάδων στο νωπό κρέας σε σχέση με το μαριναρισμένο. Στο μαριναρισμένο κρέας η ολική οξύτητα ελαττώνεται ελαφρά με την αύξηση των ημερών μαρινάρισματος (0,13 M και 0,27 M) ή παρουσιάζει σταθερές τιμές οξύτητας (0,20 M). Κάτι ανάλογο παρατηρείται και στη βιβλιογραφία, όπου η οξύτητα ελαττώνεται με τις ημέρες αποθήκευσης του κρέατος (Terefe, 2017, Manalo and Gabriel, 2020). Οι μικρές ή ελάχιστες διακυμάνσεις στις τιμές τόσο του pH, όσο και της ολικής οξύτητας του κρέατος οφείλονται στη μεγάλη ρυθμιστική ικανότητα του μυϊκού ιστού, που προέρχεται από την καρνοσίνη (β-αλανυλ-λ-ιστιδίνη) (Manalo and Gabriel, 2020).



Διάγραμμα 5.5. Η ολική οξύτητα των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις συγκεντρώσεις KCl για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

Στο Διάγραμμα 5.6 παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις της ολικής οξύτητας των

μαριναρισμένων δειγμάτων σε όλες της συγκεντρώσεις KCl. Στη συγκέντρωση 0,20 M KCl εμφανίζονται κατά μέσο όρο παρόμοιες τιμές ολικής οξύτητας και στις τρεις ημέρες παραμονής της μαρινάδας. Δηλαδή, ελάχιστες απώλειες ελεύθερων καρβοξυλικών ομάδων παρατηρούνται. Η υψηλότερη τιμή ολικής οξύτητας παρατηρείται σε μαρινάρισμα με συγκέντρωση 0,13 M KCl κατά το πρώτο 24h. Κατόπιν, απότομη πτώση της τιμής παρατηρείται, που σημαίνει ότι οι καρβοξυλικές ομάδες πιθανόν διασπώνται ή οξειδώνονται προς διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) (Manalo and Gabriel, 2020). Κάτι ανάλογο συμβαίνει και στην περίπτωση της συγκέντρωσης 0,27 M KCl.



Διάγραμμα 5.6. Διακύμανση της ολικής οξύτητας των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl και στις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

5.5 Απώλεια Νερού Κατά το Μαγείρεμα.

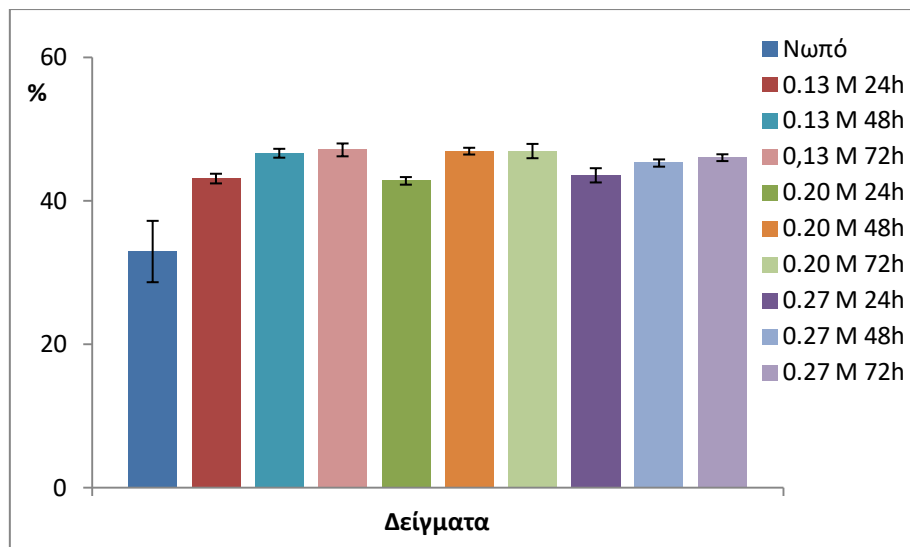
Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5.5) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της απώλειας του νερού κατά το μαγείρεμα στο νωπό και στα μαριναρισμένα δείγματα χοιρινού.

Πίνακας 5.5. Αποτελέσματα της απώλειας νερού μετά το μαγείρεμα, των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl (0,13 M, 0,20 M και 0,27 M) και για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

Συγκέντρωση (M)	0,13			0,20			0,27			Νωπό
Ώρες (h)	24	48	72	24	48	72	24	48	72	-
Δ1 (%)	41,94	45,74	45,58	43,24	47,32	44,42	42,95	43,86	46,44	20,41
Δ2 (%)	44,70	48,10	48,86	43,43	47,90	49,28	45,66	46,25	46,28	39,38
Δ3 (%)	43,68	45,46	45,49	43,19	46,69	47,18	44,46	45,27	44,59	37,16
Δ4 (%)	42,00	47,14	48,38	41,18	45,70	46,78	41,06	45,60	46,66	34,70
Μέσος όρος (%)	43,08	46,61	47,08	42,76	46,90	46,92	43,53	45,25	45,99	32,91

Κατά το μαγείρεμα απομακρύνεται μεγάλη ποσότητα του νερού. Από τα μαριναρισμένα δείγματα απομακρύνεται μεγαλύτερη ποσότητα νερού, ανεξαρτήτως συγκέντρωσης KCl, σε σχέση με το νωπό δείγμα (43,0 – 47,0 % εύρος τιμών απώλειας νερού στο μαριναρισμένο και 33,0 % περίπου απώλεια στο νωπό).

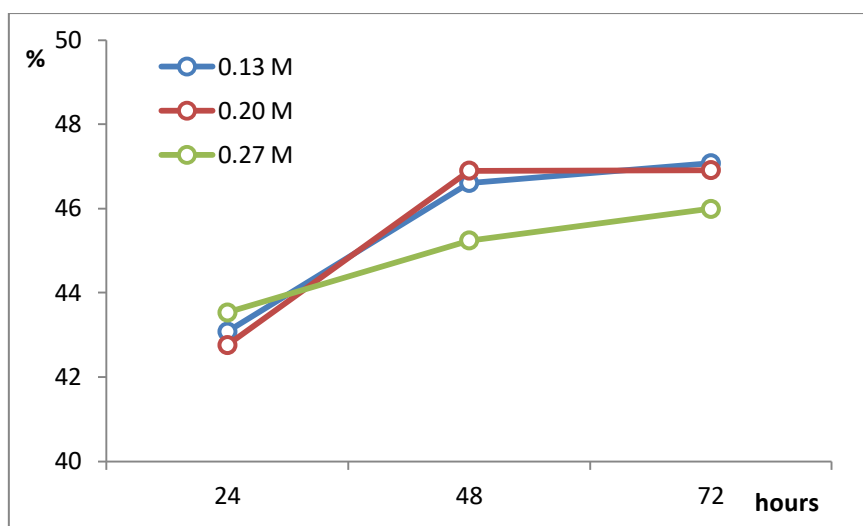
Στο Διάγραμμα 5.7 παρουσιάζεται η απώλεια νερού κατά το μαγείρεμα στα μαριναρισμένα δείγματα κρέατος. Σε συγκέντρωση KCl 0,13 M για 24 h εμφανίζεται μικρότερη απώλεια νερού κατά το μαγείρεμα σε σχέση με το μαρινάρισμα για 48 ή 72 h, όπου μεταξύ τους παρουσιάζουν σταθερές τιμές απώλειας νερού (43,08, 46,61 και 47,08 % απώλεια νερού για τις 24, 48 και 72 h μαρινάρismatos αντίστοιχα).



Διάγραμμα 5.7. Απώλεια νερού κατά το μαγείρεμα μετά το μαρινάρισμα στις τρεις συγκεντρώσεις KCl για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

Για συγκέντρωση μαρινάδας KCl 0,20 M το μαρινάρισμα για 24 h εμφανίζει μικρότερη απώλεια νερού σε σχέση με το μαρινάρισμα για 48 ή 72 h, όπου παρουσιάζουν σταθερές τιμές απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα (42,76, 46,90 και 46,92 % απώλεια νερού για τις 24, 48 και 72 h μαρινarίσματος αντίστοιχα). Στη συγκέντρωση 0,27 M το μαρινάρισμα για 24 h επίσης εμφανίζει μικρότερη απώλεια νερού σε σχέση με το μαρινάρισμα για 48 ή 72 h, όπου παρουσιάζουν σταθερές τιμές απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα (43,53, 45,25 και 45,99 % για τις 24, 48 και 72 h μαρινarίσματος αντίστοιχα).

Στο Διάγραμμα 5.8 παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις της απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα των μαρινarισμένων δειγμάτων σε όλες της συγκεντρώσεις KCl σε συνάρτηση με το χρονικό διάστημα. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι η απώλεια νερού είναι ίδια ανεξάρτητα της συγκέντρωσης του KCl. Παράλληλα, η μικρότερη απώλεια νερού παρατηρείται και στις τρεις συγκεντρώσεις όταν το κρέας μαρινarείται για 24 h. Στα επόμενα χρονικά διαστήματα μαρινarίσματος η απώλεια του νερού παραμένει πρακτικά αμετάβλητη.



Διάγραμμα 5.8. Διακύμανση της απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl και στις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

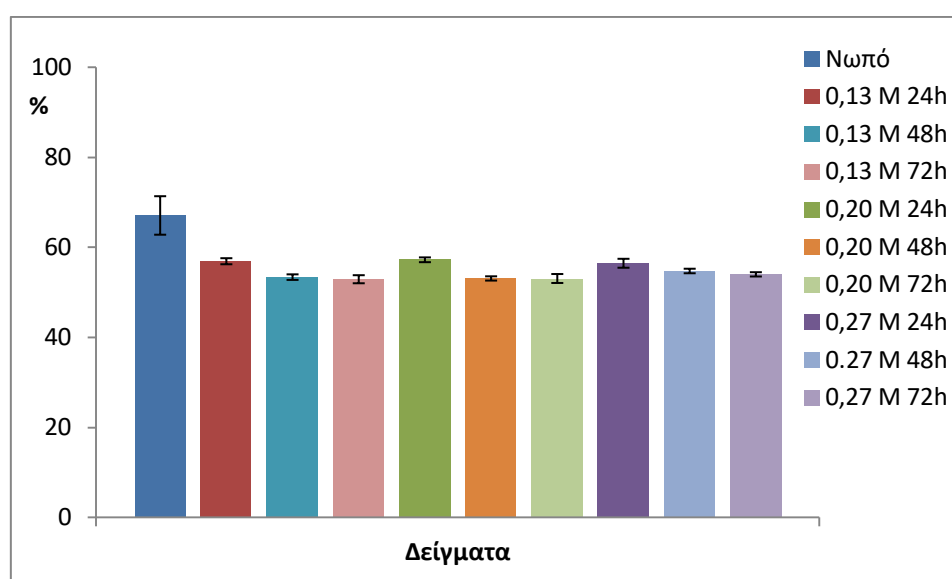
5.6 Απόδοση Μαγειρέματος.

Ο Πίνακας 5.6 παρουσιάζει την απόδοση του μαγειρέματος. Τα δείγματα του νωπού χοιρινού χρησιμοποιούνται για σύγκριση με τα μαριναρισμένα δείγματα. Η απόδοση του μαγειρέματος στο νωπά δείγματα εμφανίζει μεγαλύτερες τιμές (67,08%).

Πίνακας 5.6. Αποτελέσματα της απορρόφησης μαρινάδας – απόδοσης μαγειρέματος των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl (0,13 M, 0,20 M και 0,27 M) και για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

Συγκέντρωση (M)	0,13			0,20			0,27			Νωπό
Ώρες (h)	24	48	72	24	48	72	24	48	72	-
Δ1 (%)	58,05	54,25	54,41	56,75	52,67	55,57	57,04	56,13	53,55	79,58
Δ2 (%)	55,30	51,90	51,14	56,57	52,10	50,72	54,34	53,75	53,72	60,61
Δ3 (%)	56,32	54,54	54,51	56,81	53,31	52,82	55,54	54,72	55,41	62,84
Δ4 (%)	58,00	52,86	51,62	58,82	54,30	53,22	58,94	54,40	53,34	65,30
Μέσος όρος (%)	56,92	53,39	52,92	57,24	53,10	53,08	56,47	54,75	54,01	67,08

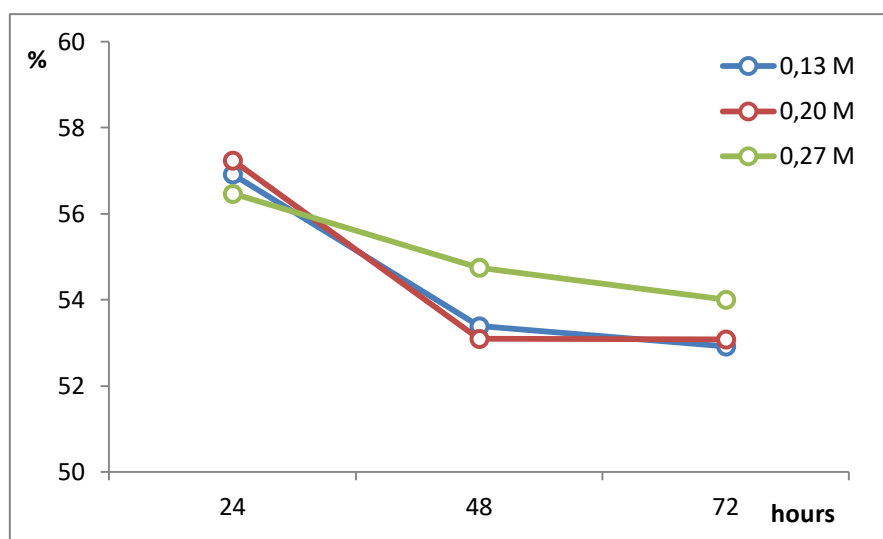
Για συγκέντρωση μαριναρίσματος 0,13 M σε KCl (Διάγραμμα 5.9) η μεγαλύτερη απορρόφηση της μαρινάδας λαμβάνει χώρα στο πρώτο 24ώρο μαριναρίσματος (56,92 %). Στις επόμενες ώρες σταδιακά ελαττώνεται το ποσοστό απορρόφησης της μαρινάδας (53,39 και 52,92 % για 48 και 72 h αντίστοιχα). Κάτι ανάλογο παρατηρείται στη συγκέντρωση KCl 0,20 M (Διάγραμμα 5.9). Η απορρόφηση της μαρινάδας στις 24h είναι 57,24 %. Στις επόμενες ώρες το ποσοστό απορρόφησης της μαρινάδας είναι σταθερό (53,10 και 53,08 % για 48 και 72 h αντίστοιχα). Σε συγκέντρωση KCl 0,27 M (Διάγραμμα 5.9), μεγαλύτερη απόδοση μαγειρέματος παρατηρείται επίσης στο πρώτο 24ώρο (56,47 %). Στις 48 και 72 h παραμονής της μαρινάδας, η απόδοση του μαγειρέματος παίρνει τιμές 54,75 και 54,01 % αντίστοιχα.



Διάγραμμα 5.9 Ποσοστό απορρόφησης μαρινάδας – απόδοση μαγειρέματος μετά το μαρινάρισμα στις τρεις συγκεντρώσεις KCl για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72h.

Η διακύμανση της απορρόφησης της μαρινάδας με το χρόνο, για τις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl φαίνεται στο Διάγραμμα 5.10. Η μεγαλύτερη απόδοσης μαγειρέματος – απορρόφησης μαρινάδας πραγματοποιείται και στις τρεις

συγκεντρώσεις κατά τις πρώτες 24 h. Ελαφρώς μεγαλύτερες αποδόσεις μαγειρέματος παρουσιάζονται στο πιο πυκνό διάλυμα KCl (0,27 M).



Διάγραμμα 5.10. Διακύμανση της απορρόφησης μαρινάδας μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl και στις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

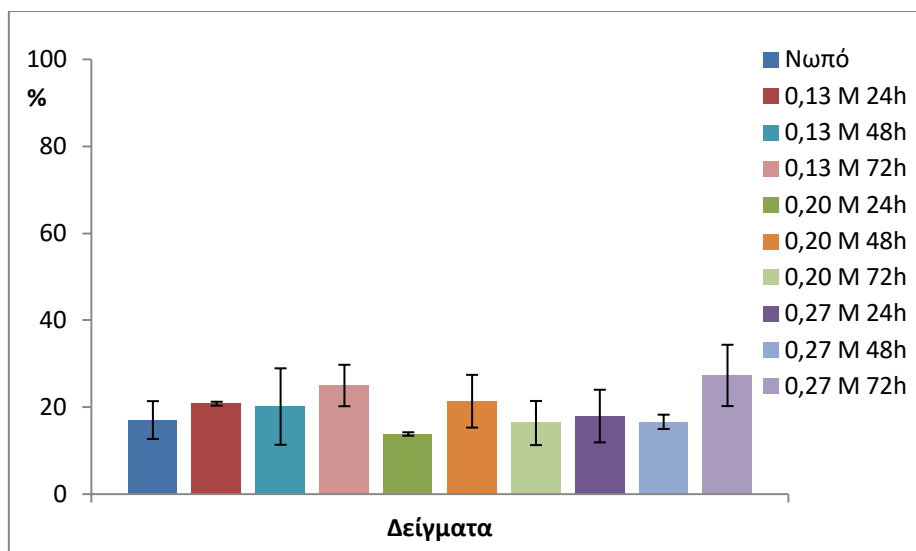
5.7 Ποσοστό Πρόσληψης Νερού.

Το ποσοστό πρόσληψης νερού μετά το μαρινάρισμα παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.7 για τα δείγματα χοιρινού κρέατος. Τα δείγματα του νωπού χοιρινού εμφανίζουν μικρότερο ποσοστό πρόσληψης νερού (17,01 %) σε σύγκριση με τα μαριναρισμένα δείγματα που κυμαίνονται σε ποσοστά 16,00 – 25,00 %.

Πίνακας 5.7. Αποτελέσματα της πρόσληψης νερού των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl (0,13 M, 0,20 M και 0,27 M) και για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

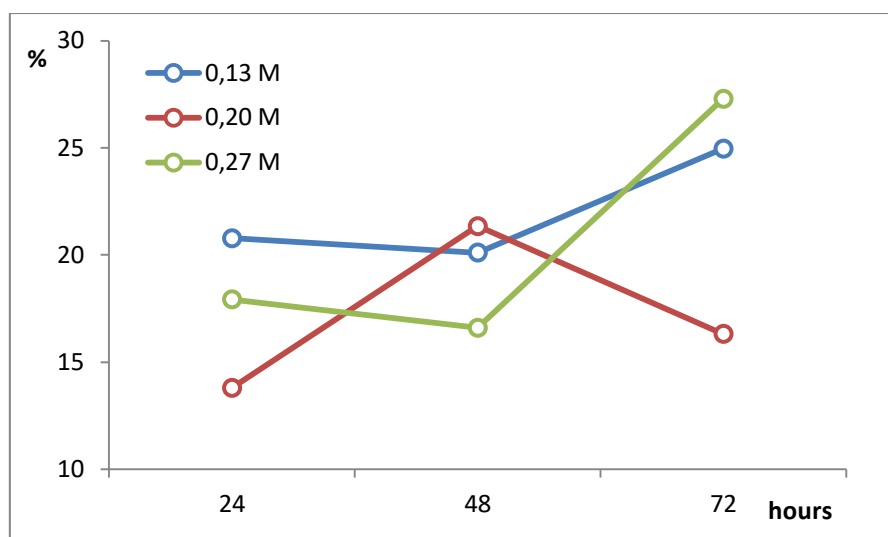
Συγκέντρωση (M)	0,13			0,20			0,27			Νωπό
Ώρες (h)	24	48	72	24	48	72	24	48	72	-
Δ3 (%)	20,15	32,56	31,71	14,36	29,93	23,51	26,50	18,93	37,27	23,16
Δ4 (%)	21,41	7,67	18,22	13,24	12,76	9,14	9,37	14,28	17,31	10,86
Μέσος όρος (%)	20,78	20,11	24,96	13,80	21,34	16,32	17,93	16,60	27,29	17,01

Το Διάγραμμα 5.11 δείχνει το ποσοστό πρόσληψης νερού μετά το μαρινάρισμα. Σε συγκέντρωση άλατος 0,13 M, το μεγαλύτερο ποσοστό νερού προσλαμβάνεται όταν το κρέας διατηρείται μαριναρισμένο για 72 h (24,96 %). Στις 24 και 48h το ποσοστό πρόσληψης του νερού είναι περίπου ίδιο (20,78 και 20,11 %, αντίστοιχα). Για συγκέντρωση KCl 0,20 M, το μεγαλύτερο ποσοστό πρόσληψης νερού παρατηρείται στις 48 h (21,34 %). Αντίθετα, χαμηλότερο ποσοστό εμφανίζεται στις 24 h (13,80 %). Σε συγκέντρωση άλατος 0,27 M (Διάγραμμα 5.11) μεγαλύτερο ποσοστό πρόσληψης νερού παρατηρείται στο μαριναρισμένο κρέας των 72 h (27,29 %). Η τιμή αυτή πρόσληψης νερού μετά το μαρινάρισμα αποτελεί τη μεγαλύτερη τιμή από όλες τις συγκεντρώσεις KCl. Στις 24 και 48h το ποσοστό πρόσληψης του νερού είναι περίπου ίδιο (17,93 και 16,60 %, αντίστοιχα). Η χαμηλή ικανότητα ενυδάτωσης του ιόντος K^+ οφείλεται στο γεγονός ότι τα ιόντα K^+ μπορούν να συνδεθούν με τη μυοσίνη και την ακτομυοσίνη, αλλά όχι με την ακτίνη (Hamm, 1961, Song et al., 2020).



Διάγραμμα 5.11. Ποσοστό πρόσληψης νερού των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις συγκεντρώσεις KCl για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72h.

Το Διάγραμμα 5.12 δείχνει τη διακύμανση της πρόσληψης νερού των μαριναρισμένων δειγμάτων με το χρόνο, για τις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι στις συγκεντρώσεις 0,13 και 0,27 M το ποσοστό πρόσληψης σταδιακά αυξάνεται και παίρνει τις μεγαλύτερες τιμές στις 72h. Αντίθετα για συγκέντρωση KCl 0,20 M μεγαλύτερο ποσοστό πρόσληψης νερού εμφανίζεται στις 48 h μαρινάρισματος. Γενικότερα, το μαρινάρισμα με συγκέντρωση άλατος 0,13 M εμφανίζει μεγαλύτερες τιμές πρόσληψης νερού σε όλες τις χρονικές περιόδους παραμονής των δειγμάτων με τη μαρινάδα.



Διάγραμμα 5.12. Διακύμανση ποσοστού πρόσληψης νερού μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl και στις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

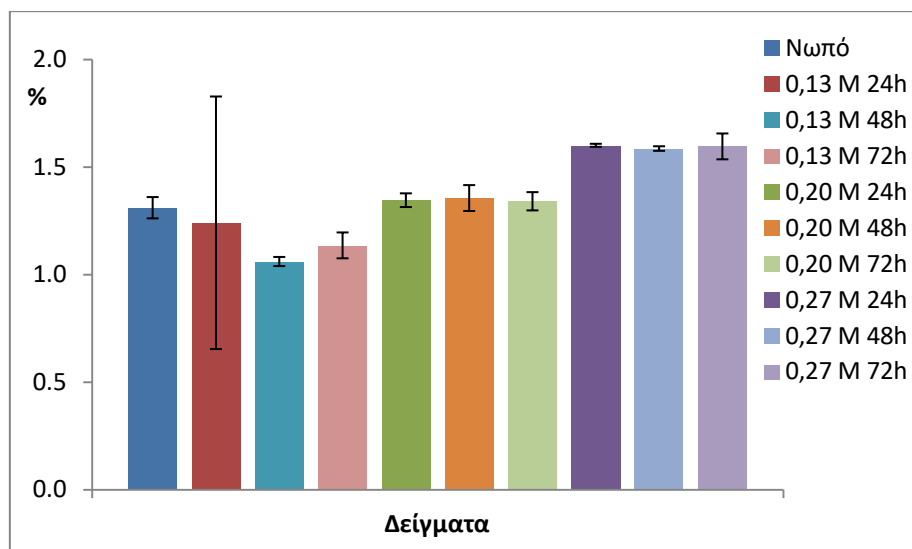
5.8 Προσδιορισμός Ποσοστού Τέφρας.

Παρακάτω, στον Πίνακα 5.8, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ποσοστού της τέφρας των δειγμάτων νωπού και μαριναρισμένου κρέατος. Τις μεγαλύτερες τιμές ποσοστού τέφρας εμφανίζουν τα δείγματα που μαρινάζονται με 0,27 M KCl. Το ποσοστό τέφρας στα νωπά δείγματα κυμαίνεται κατά μέσο όρο στο 1,31 %.

Πίνακας 5.8. Αποτελέσματα του ποσοστού τέφρας των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl (0,13 M, 0,20 M και 0,27 M) και για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

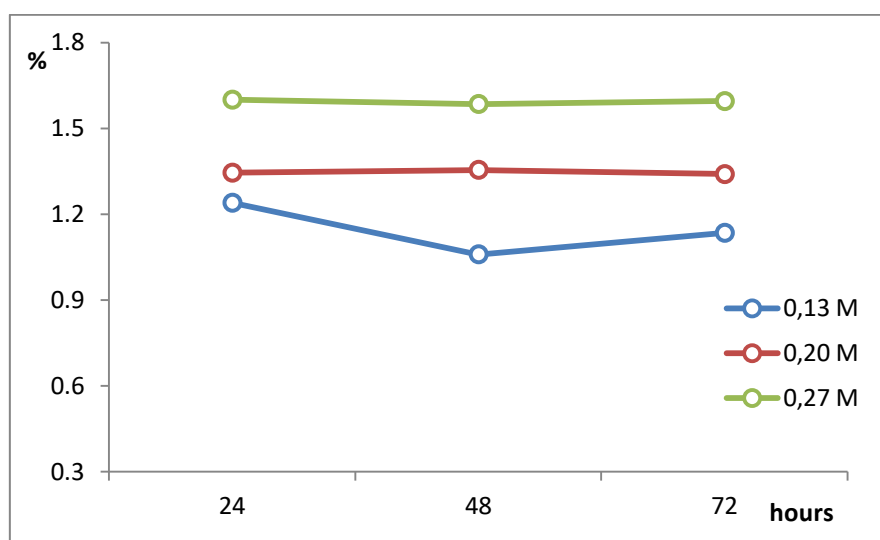
Συγκέντρωση (M)	0,13			0,20			0,27			Νωπό
Ώρες (h)	24	48	72	24	48	72	24	48	72	-
Δ3 (%)	-	1,09	1,22	1,39	1,44	1,28	1,59	1,60	1,51	1,24
Δ4 (%)	1,24	1,03	1,05	1,30	1,27	1,40	1,61	1,57	1,68	1,38
Μέσος όρος (%)	1,24	1,06	1,14	1,35	1,36	1,34	1,60	1,59	1,60	1,31

Στο Διάγραμμα 5.13 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ποσοστού τέφρας. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι το ποσοστό του νωπού δείγματος εμφανίζει μεγαλύτερες τιμές από τα μαριναρισμένα. Στα μαριναρισμένα δείγματα χοιρινού, για KCl 0,13 M, η τέφρα αυξάνεται καθώς αυξάνεται ο χρόνος παραμονής της μαρινάδας (1,06 και 1,14 % στις 48 και 72 h αντίστοιχα). Σε συγκεντρώσεις 0,20 M, η τέφρα του νωπού δείγματος εμφανίζει πρακτικά ίδιες τιμές σε σχέση με τα μαριναρισμένα δείγματα, τα οποία δεν παρουσιάζουν σημαντικές αυξομειώσεις σε σχέση με το χρόνο παραμονής της μαρινάδας (1,35, 1,36 και 1,34 % στις 24, 48 και 72 h αντίστοιχα). Για συγκέντρωση άλατος 0,27 M, η τέφρα του νωπού δείγματος εμφανίζει μικρότερες τιμές σε σχέση με τα μαριναρισμένα δείγματα, τα οποία επίσης δεν παρουσιάζουν σημαντικές μεταβολές σε σχέση με το χρόνο παραμονής της μαρινάδας (1,60, 1,59 και 1,60 % στις 24, 48 και 72 h αντίστοιχα).



Διάγραμμα 5.13. Ποσοστό της τέφρας των δειγμάτων μετά το μαρινάρισμα στις τρεις συγκεντρώσεις KCl για τις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72h.

Στο Διάγραμμα 5.14 παρουσιάζεται η διακύμανση της τέφρας των μαριναρισμένων δειγμάτων με το χρόνο, για τις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl. Από το διάγραμμα φαίνεται ότι οι τιμές του ποσοστού της τέφρας διατηρούνται σταθερές με το χρόνο παραμονής της μαρινάδας. Οι μεγαλύτερες τιμές εμφανίζονται σε συγκεντρώσεις KCl 0,27 M και οι μικρότερες σε συγκεντρώσεις 0,13 M.



Διάγραμμα 5.14. Διακύμανση του ποσοστού της τέφρας μετά το μαρινάρισμα στις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl και στις χρονικές περιόδους 24, 48 και 72 h.

V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στην παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε μια σειρά φυσικοχημικών μετρήσεων σε δείγματα χοιρινών κρεάτων μετά από μαρινάρισμα. Τα δείγματα που αναλύθηκαν ελήφθησαν σε τέσσερις διαφορετικές χρονικές περιόδους. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι:

1. Η μεγαλύτερη αύξηση βάρους παρατηρείται σε μαρινάρισμα με συγκέντρωση KCl 0,27 M και για τις τρεις χρονικές περιόδους παραμονής της μαρινάδας. Η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρείται στις 72 h μαριναρίσματος.
2. Το ποσοστό υγρασίας στα μαριναρισμένα δείγματα, είναι περίπου ίδιο για όλες τις συγκεντρώσεις KCl, (76,7 – 79,0 %). Στο νωπό κρέας είναι μικρότερο (73,7 %). Το μαρινάρισμα ευνοεί την κατακράτηση νερού στα δείγματα των κρεάτων, που οφείλεται στην επιδιалύτωση των κατιόντων του K^+ του KCl.
3. Σε όλες τις συγκεντρώσεις KCl, 0,13, 0,20 και 0,27 M, η υγρασία παραμένει σχεδόν σταθερή ως προς το χρόνο παραμονής του κρέατος με τη μαρινάδα.
4. Σε όλες τις συγκεντρώσεις KCl καθώς και για όλους τους χρόνους παραμονής της μαρινάδας το pH κυμαίνεται σε τιμές 5,3 με 5,4. Στο νωπό κρέας το pH ήταν 5,5. Οι χαμηλές τιμές του pH τόσο στο νωπό, όσο και στα μαριναρισμένα δείγματα κρέατος, οφείλεται στη μετατροπή της γλυκόζης σε οργανικά οξέα μέσω των γαλακτικών βακτηρίων.
5. Το νωπό κρέας εμφανίζει υψηλότερες τιμές ολικής οξύτητας (6.87 %). Στα μαριναρισμένα δείγματα κρέατος η ολική οξύτητα κυμαίνεται σε τιμές από 3.5 –

4.6 %. Στο μαρινarisμένο κρέας η ολική οξύτητα ελαττώνεται ελαφρά με την αύξηση των ημερών μαρινarίσματος (0.13 M και 0.27 M) ή παρουσιάζει σταθερές τιμές οξύτητας (0.20 M). Οι μικρές ή ελάχιστες διακυμάνσεις στις τιμές τόσο του pH , όσο και της ολικής οξύτητας του κρέατος οφείλονται στη μεγάλη ρυθμιστική ικανότητα του μυϊκού ιστού, που προέρχεται από την καρνοσίνη (β-αλανυλ-λ-ιστιδίνη).

6. Μεγαλύτερη ποσότητα νερού κατά το μαγείρεμα απομακρύνεται από τα μαρινarisμένα δείγματα σε σύγκριση με το νωπό (43,0 – 47,0 % στα μαρινarisμένα και 33,0 % στο νωπό). Η μικρότερη απώλεια νερού κατά το μαγείρεμα παρατηρείται σε μαρινarίσμα για 24 h σε όλες τις συγκεντρώσεις. Η απώλεια νερού είναι ίδια ανεξάρτητα της συγκέντρωσης KCl.
7. Η μεγαλύτερη απόδοση μαγειρέματος πραγματοποιείται και στις τρεις συγκεντρώσεις κατά τις πρώτες 24 h. Η συγκέντρωση του KCl δεν επηρεάζει την απόδοση του μαγειρέματος.
8. Το νωπό χοιρινό εμφανίζει μικρότερο ποσοστό πρόσληψης νερού (17 %) σε σύγκριση με τα μαρινarisμένα δείγματα που κυμαίνονται σε ποσοστά 17 – 25 %. Η χαμηλή ικανότητα ενυδάτωσης του ιόντος K^+ οφείλεται στο γεγονός ότι τα ιόντα K^+ μπορούν να συνδεθούν με τη μυοσίνη και την ακτομυοσίνη, αλλά όχι με την ακτίνη.
9. Οι μεγαλύτερες τιμές του ποσοστού της τέφρας εμφανίζονται στα δείγματα που μαρινarούνται με 0,27 M KCl. Οι τιμές διατηρούνται σταθερές με το χρόνο παραμονής της μαρινάδας.

Η μελέτη έδειξε ότι το ποσοστό υγρασίας δεν εξαρτάται από τη συγκέντρωση του άλατος καθώς και από το χρόνο παραμονής του δείγματος στο μαρινάρισμα. Η υγρασία παρουσιάζει παρόμοιες τιμές σε άλλη μελέτη σε κρέας μαριναρισμένο με NaCl (Aktaş et al., 2003). Παρόμοια συμπεριφορά έχει και το pH των δειγμάτων. Οι τιμές του pH καθώς και η μικρή μεταβολή του τόσο στο νωπό όσο και στα μαριναρισμένα δείγματα παρουσιάζουν ίδια συμπεριφορά με αποτελέσματα της βιβλιογραφίας (Song et al. 2020, Manalo and Gabriel, 2020). Η ολική οξύτητα επηρεάζεται ελάχιστα από τις ημέρες παραμονής των δειγμάτων στη μαρινάδα και συγκεκριμένα παρατηρείται ελάττωσή της ανεξάρτητα της συγκέντρωσης KCl. Αυτό οφείλεται στη μεγάλη ρυθμιστική ικανότητα του μυϊκού ιστού. Ο χρόνος μαριναρίσματος έχει επίδραση στην απώλεια νερού, που είναι μικρότερη στις 24h σε όλες τις συγκεντρώσεις KCl, καθώς και στην απόδοση μαγειρέματος, που επίσης γίνεται μέγιστη στις 24 h, ανεξαρτήτως συγκέντρωσης άλατος. Η συγκέντρωση του KCl εμφανίζει επίδραση στις τιμές του ποσοστού της τέφρας, που αυξάνει με την αύξηση της συγκέντρωσης του άλατος. Γενικά μικρές επιδράσεις εμφανίζονται στις φυσικοχημικές ιδιότητες των δειγμάτων του χοιρινού μπουτιού, από τις τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις KCl για τους τρεις διαφορετικούς χρόνους μαριναρίσματος.

Ως περαιτέρω έρευνα μπορεί να γίνει μελέτη σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις KCl (όπως σε περιεκτικότητες 2% w/w Song et al. 2020 ή μελέτες σε περιεκτικότητες αντίστοιχες του NaCl 0,34 M ή 0,68 M, Aktaş et al., 2003), ώστε η μεγάλη ρυθμιστική ικανότητα του χοιρινού να επηρεαστεί, και να μελετηθούν οι μεταβολές του pH και της ολικής οξύτητας. Παράλληλα θα μπορούσαν να γίνουν αναμίξεις

αλάτων (π.χ. KCl – NaCl) σε διαφορετικές συγκεντρώσεις. Από την ανάμιξη πολλά από τα πλεονεκτήματα του NaCl ως μαρινάδα θα ωφελούσαν την παράλληλη χρήση του KCl, όπως για παράδειγμα στο ποσοστό πρόσληψης του νερού λόγω της χαμηλής ικανότητα ενυδάτωσης των ιόντων K^+ . Από την ανάμιξη των δύο αλάτων μπορεί να βρεθεί η βέλτιστη αναλογία για τη χρήση τους ως μαρινάδα. Παράλληλα, περαιτέρω μελέτη μπορεί να γίνει στην εκχύλιση των πρωτεϊνών του κρέατος, ώστε να γίνουν μετρήσεις και μελέτες ως προς τη δημιουργία γαλακτωμάτων ήτα χαρακτηριστικά της υφής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Aktaş, N., İrfan Aksu, M., Kaya, M. 2003. The Influence of Marination with Different Salt Concentrations on the Tenderness, Water Holding Capacity and Bound Water Content of Beef. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 27, 1207-1211.
- Ali, A. S. A., Harrison, A. P., Jensen, J. F. 1999. Effect of some ante-mortem stressors on peri-mortem and post-mortem biochemical changes and tenderness in broiler breast muscle: A review. *World's Poultry Science Journal*, 55, 403 – 414.
- Allen, C. D., Russell, S. M., Fletcher, D. L. 1997. The relationship of broiler breast meat color and pH to shelf-life and odor development. *Poultry Science*, 76(7), 1042 – 1046.
- Alvarado, P. E., Barrios, R. M. M., Xóchihua, J. A. M., Hernández, J. F. C. 2017. Fast and reliable DNA extraction protocol for identification of species in raw and processed meat products sold on the commercial market. *Open Agriculture*, 2(1), 469 – 472.
- Alvarado, C. Z., McKee, S. 2007. Marination to improve functional properties and safety of poultry meat. *Journal of Applied Poultry Research*, 16(1), 113–120.
- Anadon, H. L. S., 2002. Biological, Nutritional, and Processing Factors Affecting Breast Meat Quality of Broilers. Dissertation submitted to the faculty of Virginia. Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy In Animal and Poultry Sciences. Blacksburg.
- Arnau, J., Serra, X., Comaposada, J., Gou, P., Garriga, M. 2007. Technologies to shorten the drying period of dry-cured meat products. *Meat Science*, 77(1), 81 – 89.
- Benhammou, N., Bekkara, F. A., Kadifkova Panovska, T., 2009. Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplex halimus*. *Comptes Rendus Chimie*, 12(12), 1259 – 1266.
- Birk, T., Grønlund, A. C., Christensen, B. B., et al., 2010. Effect of organic acids and marination ingredients on the survival of *Campylobacter jejuni* on meat. *Journal of Food Protection*, 73(2), 258 – 265.

- Bohrer, B. M., 2017. Review: Nutrient density and nutritional value of meat products and non-meat foods high in protein. *Trends in Food Science & Technology* 65, 103 – 112.
- Castellini, C., Mugnai, C., Bosco, A. D., 2002. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60, 219 – 225.
- Cheng Q., Sun D.W., 2008. Factors affecting the water holding capacity of red meat products: a review of recent research advances. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(2), 137-159.
- Chouliara, E., Badeka, A., Savvaidis, I. N. & Kontominas, M.G. 2008. Combined effect of irradiation and modified atmosphere packaging on shelf life extension of chicken breast meat: Microbiological, chemical, and sensory changes. *European Food Research and Technology*, 226, 877–888.
- Eriksson, I. S., Elmquist, H., Stern, S., & Nybrant, T., 2005. Environmental systems analysis of pig production-the impact of feed choice. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 10(2), 143-154.
- Fanatico, A. C., Pillai, P. B., Emmert, J. L. and Owens, C. M., 2007. Meat Quality of Slow- and Fast-Growing Chicken Genotypes Fed Low Nutrient or Standard Diets and Raised Indoors or with Outdoor Access. *Poultry Science*, 86, 2245 – 2255.
- Food and Agriculture Organization (FAO), 2014 Sources of Meat.
- Figuerola, C., Ramírez, C., Núñez, H., Jaques, A., Simpson, R., 2020. Application of vacuum impregnation and CO₂-laser microperforations in the potential acceleration of the pork marinating process. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 66, 102500.
- Fraqueza, M. J., Ferreira, M. C., Barreto, A. S., 2008. Spoilage of light (PSE-like) and dark turkey meat under aerobic or modified atmosphere package: Microbial indicators and their relationship with total volatile basic nitrogen. *British Poultry Science*, 49(1), 12–20.
- Gao, T., Li, J., Zhang, L., Jiang, Y., Ma, R., Song, L., ... & Zhou, G., 2015. Effect of different tumbling marination treatments on the quality characteristics of prepared pork chops. *Asian–Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(2), 260 – 267.
- Gómez, I., Ibañez, F. C., Beriain, M. J., 2019. Physicochemical and sensory properties of sous vide meat and meat analog products marinated and cooked at different temperature-time combinations. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 1693 – 1708.

- Gómez, I., Janardhanan, R., Ibanez, F. C., Ibañez, F. C., Beriain, M. J., 2020. The effects of processing and preservation technologies on meat quality: sensory and nutritional aspects. *Foods*, 9(10), 1416.
- Gómez-Salazar, J. A., Ochoa-Montes, D. A., Cerón-García, A., Ozuna, C., Sosa-Morales, M. E., 2018. Effect of acid marination assisted by power ultrasound on the quality of rabbit meat. *Journal of Food Quality*, 2018, 1 – 6.
- Hamm, R. 1961. Biochemistry of meat hydration. *Advances in Food and Nutrition Research*, 10, 355–463.
- Hasan, S., 2012. The Effect of Poultry Preslaughter Fasting and Condition on the Quality of Meat and Luncheon Processed in Syria. *Bioscience Methods* 3(7), 43-47.
- Henckel, P., Young, J. F., Bertram, H. C., Karlsson, A. H., 2006. Determination of water holding capacity in chicken meat. *World's Poultry Journal*.
- Husak, R. L., Sebranek, J. G., Bregendahl, K., 2008. A survey of commercially available broilers marketed as organic, free-range, and conventional broilers for cooked meat yields, meat composition, and relative value. *Poultry Science*, 87(11), 2367 – 2376.
- Keeton, J. T., Eddy, S., 2004. Chemical and physical characteristics of meat. Texas A & M University, College Station.
- Kim, H. W., Hwang, K. E., Song, D. H., Kim, Y. J., Lim, Y. B., Choi, J. H., ... Kim, C. J., 2014. Effects of soy sauce on physicochemical and textural properties of tumbled chicken breast. *Poultry Science*, 93(3), 680 – 686.
- Komoltri, P., Pakdeechanuan, P., 2012. Effects of marinating ingredients on physicochemical, microstructural and sensory properties of golek chicken. *International Food Research Journal*, 19(4), 1449 – 1455.
- Lamri, M., Bhattacharya, T., Boukid, F., Chentir, I., Dib, A. L., Das, D., ... Gagaoua, M., 2021. Nanotechnology as a processing and packaging tool to improve meat quality and safety. *Foods*, 10(11), 2633.
- Latoch, A., 2020. Effect of meat marinating in kefir, yoghurt and buttermilk on the texture and color of pork steaks cooked sousvide. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(2), 129 – 136.
- Longergan, H. E., 2010. Water-Holding Capacity of Fresh Meat. American Meat Science Association Fact Sheet.

- Lopes, S. M., da Silva, D. C., Tondo, E. C., 2022. Bactericidal effect of marinades on meats against different pathogens: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(27), 7650 – 7658.
- Manalo, M. R., Gabriel, A. 2020. Changes in the physicochemical and microbiological properties of pork and chicken meats at ambient storage condition. *Meat Technology* 61, 1, 44–53.
- Medynski, A., Pospiech, E., Kniat, R., 2000. Effect of various concentrations of lactic acid and sodium chloride on selected physico-chemical meat traits. *Meat Science*, 55, 285-290.
- Milan, R., Klaus, D., 2010. The meaning of pH-value for the meat quality of broilers - influence of breed lines. *Journal Tehnologija Mesa*, 51(2), 115-119.
- Naveena, B. M., Kiran, M., Reddy, K. S., et al., 2011. Effect of ammonium hydroxide on ultrastructure and tenderness of buffalo meat. *Meat Science*, 88(4), 727 – 732.
- Petracci, M., Laghi, L., Rocculi, P., Rimini, S., Panarese, V., Cremonini, M. A., Cavani, C., 2012. The use of sodium bicarbonate for marination of broiler breast meat. *Poultry Science*, 91(2), 526–534.
- Petracci, M., Laghi, L., Rimini, S., Rocculi, P., Capozzi, F., Cavani, C., 2014. Chicken breast meat marinated with increasing levels of sodium bicarbonate. *The Journal of Poultry Science*, 51(2), 206 – 212.
- Rahman, S. Md. E., Islam, S., Pan, J., Kong D., Xi, Q., Du, Q., Yang, Y., Wang J., Oh, D.-H., Han R., 2023. Marination ingredients on meat quality and safety – a review. *Food Quality and Safety*, 7, 1–17.
- Ramírez, N., Vega-Castro, O., Simpson, R., Ramirez, C., Nuñez, H., 2021. Effect of pulsed vacuum and laser microperforations on the potential acceleration of chicken meat marination. *Journal of Food Process Engineering*, 44(3), e13627.
- Salakova, A., Strakova, E., Valkova, V., Buchtova, H., Steinhauserova, I., 2009. Quality Indicators of Chicken Broiler Raw and Cooked Meat Depending on Their Sex. *Acta Veterinaria Brno*, 78, 497 – 504.
- Sharedeh, D., Gatellier, P., Astruc, T., Daudin, J. D., 2015. Effects of pH and NaCl levels in a beef marinade on physicochemical states of lipids and proteins and on tissue microstructure. *Meat Science*, 110, 24 – 31.

- Singh, P., Yadav, S., Pathera, A., Sharma, D., 2019. Effect of vacuum tumbling and red beetroot juice incorporation on the quality characteristics of marinated chicken breast and leg meat. *Nutrition and Food Science*, 50(S1), A143 – A156.
- Smith, D. P., Young, L. L., 2007. Marination pressure and phosphate effects on broiler breast fillet yield, tenderness, and color. *Poultry Science*, 86(12), 2666 – 2670.
- Song, D. H., Ham, Y. K., Ha, J. H., Kim, Y. R., Chin, K. B., Kim, H. W., 2020. Impacts of pre-rigor salting with KCl on technological properties of ground chicken breast. *Poultry Science*, 99(1), 597 – 603.
- Song, D. H., Ham, Y. K., Noh, S. W., Chin, K. B., Kim, H. W., 2020. Evaluation of NaCl and KCl Salting Effects on Technological Properties of Pre- and Post-Rigor Chicken Breasts at Various Ionic Strengths. *Foods*, 9, 72.
- Spadaro, M. V., Moreira, R., Keeton, J., Allen, D. H., 1999. Method and system for estimating the tenderness of a meat product. Faculty publications from the department of engineering mechanics. University of Nebraska Lincoln.
- Sun, X. D., Holley, R. A., 2011. Factors influencing gel formation by myofibrillar proteins in muscle foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(1), 33 – 51.
- Terefe, Z. K., 2017. Effect of ginger (*Zingiber officinale*) powder addition on pH, titratable acidity and total viable bacterial counts of minced meat under refrigerated storage. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 7(2), 38–42.
- Thanissery, R., Smith, D. P., 2014. Marinade with thyme and orange oils reduces *Salmonella enteritidis* and *Campylobacter coli* on inoculated broiler breast fillets and whole wings. *Poultry Science*, 93(5), 1258 – 1262.
- Tong, H. B., Lu, J., Zou, J. M., Wang, Q., Shi, S. R., 2012. Effects of stocking density on growth performance, carcass yield, and immune status of a local chicken breed. *Poultry Science*, 91(3), 667-673.
- Warris, P. D., 2000. *Meat Science - An Introductory Text*. CABI Publishing, U.K.
- Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V., et al. (2010). Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science*, 86(1), 196–213.
- Yang, Y., Sun, Y., Pan, D., Wang, Y., Cao, J., 2018. Effects of high pressure treatment on lipolysis-oxidation and volatiles of marinated pork meat in soy sauce. *Meat Science*, 145, 186 – 194.

- Yusop, S. M., O'Sullivan, M. G., Kerry, J. F., Kerry, J. P., 2010. Effect of marinating time and low pH on marinade performance and sensory acceptability of poultry meat. *Meat Science*, 85(4), 657 – 663.
- Yusop, S. M., O'Sullivan, M. G., Kerry, J. P., 2011. Marinating and enhancement of the nutritional content of processed meat products. In: Kerry, J. P., Kerry, J. F. (Eds.). *Processed Meats*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 421 – 449.
- Yusop, S. M., O'Sullivan, M. G., Preuß, M., Weber, H., Kerry, J. F., Kerry, J. P., 2012. Assessment of nanoparticle paprika oleoresin on marinating performance and sensory acceptance of poultry meat. *LWT-Food Science and Technology*, 46(1), 349 – 355.

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Γεωργάκης, Σ. Α., Βαρελτζής, Κ. Π. και Αμβροσιάδης, Ι. Α., 2002. *Τεχνολογία Τροφίμων Ζωικής Προέλευσης: εκτός του γάλακτος και των προϊόντων του*. Θεσσαλονίκη, Σύγχρονη Παιδεία.
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2004. “Ευρωπαϊκός 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, L 139 της 30ής Απριλίου. Διαθέσιμο online: <http://www.pkm.gov.gr/inst/pkm/gallery/>.
- Ιστοσελίδα: <https://yourcookingpartner.wordpress.com>
- Καπετάνιος, Ι., 2017. *Τεχνολογίες παρασκευής κρεατοσκευασμάτων και ποιοτικός έλεγχος αυτών*. Πτυχιακή εργασία. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων. 2017.
- Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, Γενικό Χημείο του Κράτους, Έκδοση 2009.
- Μπλούκας, Ι. Γ., 2007. *Τεχνολογία κρέατος*. Αθήνα, Αθ. Σταμούλης.
- ΠΑΣΕΓΕΣ, 2012. *Αυτάρκεια Αγροτικών Διατροφικών Προϊόντων*.
- Πιπερίγκου, Ζ., 2020. *Βιοχημεία Τροφίμων*. Ενότητα IV – Πρωτεΐνες. Σημειώσεις μαθήματος. Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Τριχοπούλου, Α., 2004. *Πίνακες Σύνθεσης Τροφίμων και Ελληνικών Πιάτων*. Εκδόσεις Παρισιάνου.