

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΜΑΡΙΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ
ΜΕ ΑΛΑΣ NaCl ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ
ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
ΣΕ ΧΟΙΡΙΝΟ ΜΠΟΥΤΙ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

των

ΖΑΦΕΙΡΗ ΙΩΑΝΝΑ και ΠΑΠΑΚΩΣΤΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Σχολή Περιβάλλοντος

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ



Αργοστόλι Κεφαλληνίας

Οκτώβριος 2024

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΜΑΡΙΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ
ΜΕ ΑΛΛΑΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ
ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
ΣΕ ΧΟΙΡΙΝΟ ΜΠΟΥΤΙ

Η πτυχιακή εργασία εγκρίθηκε από:

Το όνομα του επιβλέποντος εδώ

Το όνομα του μέλους της επιτροπής εδώ

Το όνομα του μέλους της επιτροπής εδώ

«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.

Επίσης δηλώνω υπεύθυνα ότι κατά τη διάρκεια της συγγραφής της διπλωματικής εργασίας ΔΕΝ χρησιμοποίησα οποιοδήποτε λογισμικό τεχνητής νοημοσύνης (AI). Σε περίπτωση χρήσης έχω αναφέρει τον λόγο χρήσης της, την υπηρεσία τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποίησα και τη θέση στη διπλωματική εργασία όπου εφαρμόστηκε».

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες στην κ. Σακαντάνη Ελένη, για την πολύτιμη καθοδήγηση, την υποστήριξη και την ενθάρρυνση που μας προσέφερε σε όλη τη διάρκεια της πτυχιακής μας εργασίας. Η συμβολή της υπήρξε καθοριστική για την ολοκλήρωση της μελέτης αυτής, και η πολύτιμη γνώση και εμπειρία της αποτέλεσαν αναμφισβήτητα πηγή έμπνευσης. Ευχαριστούμε θερμά για τον χρόνο και την αφοσίωση που αφιέρωσε στην εργασία μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή εργασία εξετάζει τις φυσικοχημικές ιδιότητες του χοιρινού μπουτιού. Οι πειραματικές αναλύσεις έγιναν σε δείγματα κρέατος προερχόμενο από τοπική αγορά και πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Τροφίμων του Ιονίου Πανεπιστημίου. Η σημασία της μελέτης αυτής έγκειται στην κατανόηση του τρόπου που οι φυσικοχημικές ιδιότητες επηρεάζουν την ποιότητα του κρέατος, το οποίο μαρινarıστηκε σε συγκεντρώσεις NaCl 0,34M, 0,68M και 1,02M και αναλύθηκε σε χρόνους 24, 48 και 72 ώρες. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιούνται φυσικοχημικές μέθοδοι ανάλυσης για τη μέτρηση των παραμέτρων του χοιρινού κρέατος και συγκεκριμένα αναλύεται η αύξηση βάρους του κρέατος μετά το μαρινάρισμα, το pH, η ολική οξύτητα, η απώλεια νερού κατά το μαγείρεμα, η περιεκτικότητα σε υγρασία, η ικανότητα πρόσληψης νερού, και η περιεκτικότητα σε τέφρα. Διαπιστώθηκε ότι η συγκέντρωση του NaCl παίζει σημαντικό ρόλο στην αύξηση βάρους του κρέατος και με τις αλλαγές στο pH και την ολική οξύτητα να εξαρτώνται από την περιεκτικότητα σε αλάτι. Επιπλέον, η θερμοκρασία και ο χρόνος μαγειρέματος επηρέασαν σημαντικά την απώλεια νερού, ενώ η περιεκτικότητα σε υγρασία και τέφρα παρουσίασε διακυμάνσεις με την προσθήκη άλατος. Στην έρευνα συμπεραίνεται η συγκέντρωση 0,34M ως η υπερέχουσα συγκέντρωση μαρινάδας η οποία προσφέρει την καλύτερη ισορροπία στις περισσότερες φυσικοχημικές παραμέτρους.

Λέξεις κλειδιά: χοιρινό μπούτι, φυσικοχημικές ιδιότητες, μαρινάρισμα, NaCl

ABSTRACT

The thesis examines the physico-chemical properties of pork, focusing on pork leg. The experimental analyses were performed on meat samples from the local market and were carried out in the Food Laboratory of the Ionian University. The importance of this study lies in understanding how physicochemical properties affect the quality of the meat, which was marinated in NaCl concentrations of 0.34M, 0.68M and 1.02M and analyzed at times of 24, 48 and 72 h. In this paper, physicochemical analytical methods are used to measure the parameters of pork meat, specifically meat weight gain after marinating, pH value, total acidity, water loss during cooking, moisture content, water uptake capacity, and ash content are analyzed. NaCl concentration was found to play a significant role in meat weight gain, with changes in pH and total acidity being dependent on salt content. In addition, temperature and cooking time significantly affected water loss, while moisture and ash content varied with the addition of salt. The study concludes the 0.34M concentration as the superior marinade concentration which offers the best balance in most physico-chemical parameters.

Key words: pork leg, physicochemical properties, marinating, NaCl

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	iv
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	v
ABSTRACT	vi
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	vii

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο - ΚΡΕΑΣ και ΧΟΙΡΙΝΟ ΚΡΕΑΣ.....	1
1.1 Κρέας	1
1.2 Χοιρινό μπούτι.....	2
1.3 Λειτουργικές ιδιότητες χοιρινού κρέατος.....	2
1.4 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά χοιρινού κρέατος.....	3
1.5 Διατροφική αξία χοιρινού κρέατος.....	4
1.6 Υγιεινή χοιρινού κρέατος.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο - ΜΑΡΙΝΑΡΙΣΜΑ ΚΡΕΑΤΩΝ	6
2.1 Ιστορία μαριναρίσματος.....	6
2.2 Είδη μαριναρίσματος	6
2.2.1 Βιολογική μαρινάδα	6
2.2.2 Χημική μαρινάδα	7
2.2.3 Φυσική μαρινάδα	7
2.3 Μαρινάρισμα με NaCl	8
2.4 Εφαρμογές και διαδικασία μαριναρίσματος με NaCl.....	9
2.4.1 Ξηρό αλάτισμα.....	9
2.4.2 Υγρό αλάτισμα.....	9
2.4.3 Ωσμωτικό μαρινάρισμα.....	10
2.5 Το μαρινάρισμα με NaCl στην ασφάλεια τροφίμων	10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο – ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	12
3.1 Οι φυσικοχημικές ιδιότητες του χοιρινού κρέατος.....	12
3.2 Οι πειραματικές διαδικασίες - Ανάλυση Μεθόδων	12
3.2.1 Αύξηση βάρους μετά το μαρινάρισμα	12
3.2.2 Μέτρηση pH	13
3.2.3 Μέτρηση ολικής οξύτητας.....	14
3.2.4 Απώλεια νερού κατά το μαγείρεμα (Cooking loss)	14
3.2.5 Περιεκτικότητα σε υγρασία.....	15
3.2.6 Ικανότητα πρόσληψης νερού.....	16
3.2.7 Προσδιορισμός τέφρας.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο –ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	18
4.1 Προετοιμασία δειγμάτων	18
4.2 Υλικά και εξοπλισμός.....	19
4.3 Υπολογισμός % αύξησης βάρους μετά το μαρινάρισμα	20
4.4 Μέτρηση pH.....	21
4.5 Μέτρηση ολικής οξύτητας	23
4.6 Προσδιορισμός % απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα – Cooking loss.....	25
4.7 Προσδιορισμός % περιεκτικότητας σε υγρασία.....	26
4.8 Προσδιορισμός ποσοστού % πρόσληψης νερού	29
4.9 Προσδιορισμός τέφρας	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο –ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	41
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΚΡΕΑΣ και ΧΟΙΡΙΝΟ ΚΡΕΑΣ

1.1 Κρέας

Σύμφωνα με το άρθρο 88 του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (Υπουργείο Οικονομικών – Γενικό Χημείο του Κράτους, 2024) η ονομασία “κρέας” αποδίδεται στα τμήματα των σφαγίων των θερμόαιμων ζώων, τα οποία διατίθενται στην κατανάλωση σε φρέσκια ή επεξεργασμένη τροφή. Εκτός από το κρέας των μυών κατάλληλα για κατανάλωση είναι τα εντόσθια, το λίπος και τα προϊόντα που προέρχονται από αυτά όπως τα αλλαντικά. Το νωπό κρέας διατίθεται στην κατανάλωση χωρίς καμία επεξεργασία, εκτός από τεμαχισμό και ψύξη.

Με το πέρασμα των χρόνων έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί για το κρέας και των προϊόντων αυτού. Πριν το 1900, ως κρέας ορίζονταν όλα τα βρώσιμα μέρη των θηλαστικών και των πτηνών που μπορούσαν να καταναλωθούν από τον άνθρωπο (Μαυροειδής, 1971). Σε πιο πρόσφατες αναφορές, ως κρέας ορίζεται η σάρκα των θερμόαιμων ζώων και πτηνών που αποτελείται κυρίως από μυϊκό ιστό. Μετά τη σφαγή του ζώου/πτηνού, υφίσταται μεταθανάτιες βιοχημικές μεταβολές που την καθιστούν τρυφερή και εύγευστη. Επιπλέον, με την ευρεία έννοια του όρου, ως κρέας ορίζεται το σύνολο των ζωικών ιστών που είναι κατάλληλοι για ανθρώπινη κατανάλωση (Μπλούκας, 2007).

Τα κρέατα διακρίνονται ανάλογα με την ποσότητά τους σε μυοσφαιρίνη που περιέχουν στους ιστούς τους σε ερυθρά (κόκκινα), όπως το βοδινό, το χοιρινό και το αιγοπρόβειο κρέας, στα λευκά στα οποία ανοίκουν το κρέας των πουλερικών και του κουνελιού και στα μαύρα, στα οποία ανήκουν τα κρέατα των θηραμάτων και γενικά των άγριων ζώων. Η μυοσφαιρίνη είναι η βασική χρωστική ουσία του κρέατος, υπεύθυνη για την εμφάνιση του ερυθρού χρώματός του (Han et al., 2024).

1.2 Χοιρινό μπούτι

Ο όρος "χοιρινό" αναφέρεται στο κρέας που προέρχεται από εξημερωμένους χοίρους. Το χοιρινό κρέας καταναλώνεται πολύ συχνά και παρέχει σημαντικές ποσότητες ενέργειας, μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών συστατικών στη διατροφή, ενώ χαρακτηρίζεται από την ιδιαίτερη γεύση του, την τρυφερότητα και την ευελιξία του στις μαγειρικές εφαρμογές. Λαμβάνεται μέσω της σφαγής και της επεξεργασίας διαφόρων τεμαχίων των ανατομικών δομών του χοίρου, συμπεριλαμβανομένων των μυών, των αποθέσεων λίπους και των συνδετικών ιστών. Μεγάλο μέρος του χοιρινού κρέατος επεξεργάζεται και μετατρέπεται σε κρεατοσκευάσματα όπως ζαμπόν, μπέικον και λουκάνικο (Penkert et al., 2021).

Το χοιρινό μπούτι, είναι ένα κομμάτι κρέατος που προέρχεται από το πίσω πόδι του χοίρου. Καταναλώνεται ευρέως σε όλο τον κόσμο και χρησιμοποιείται σε διάφορα μαγειρικά πιάτα. Προέρχεται από ζώα ηλικίας μικρότερα των 12 μηνών. Το χοιρινό μπούτι αποτελείται κυρίως από μυϊκούς ιστούς, λίπος, συνδετικούς ιστούς και οστά. Οι μύες του, είναι υπεύθυνοι για την κίνηση του χοίρου και, ως εκ τούτου, είναι σχετικά άπαχοι. Η ποσότητα του λίπους και του συνδετικού ιστού μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με παράγοντες όπως η διατροφή του χοίρου, η γενετική και ο τρόπος επεξεργασίας του κρέατος (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2024).

1.3 Λειτουργικές ιδιότητες χοιρινού κρέατος

Λειτουργικές ιδιότητες του κρέατος ονομάζονται όλες οι ιδιότητες που απορρέουν από τη σύνθεση του μυϊκού ιστού και διαμορφώνουν τη συμπεριφορά του κρέατος κατά την επεξεργασία, την αποθήκευση αλλά και την κατανάλωσή του (Γεωργάκης και συν., 2002). Μια από τις σπουδαιότερες λειτουργικές ιδιότητες του χοιρινού κρέατος είναι η Ικανότητα Συγκράτησης Νερού (ΙΣΝ). Σύμφωνα με ερευνητές όπως οι Abdullah et al. (2013), Li et al. (2018), Fennema (1990) και Cheng & Sun (2008) η ΙΣΝ μπορεί να είναι η ικανότητα του κρέατος να συγκρατεί το νερό του κατά την κοπή, θέρμανση, άλεση και συμπίεση, είτε να διατηρεί την υγρασία του κατά τη διάρκεια της μεταθανάτιας αποθήκευσης, ή η ικανότητα ενός καθορισμένου δείγματος να συγκρατεί ενδογενή ή εξωγενή ρευστά υπό καθορισμένες συνθήκες αλλά και η ικανότητα του κρέατος να συγκρατεί τόσο το νερό στο εσωτερικό του όσο

και το προστιθέμενο (Oswell et al., 2021). Η ΙΣΝ του κρέατος επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι: το είδος, η ηλικία, το γένος, η κατάσταση υγείας, ο τρόπος εκτροφής, η περιεκτικότητα των μυών σε λίπος αλλά και οι χειρισμοί πριν και μετά τη σφαγή (π.χ. η θερμοκρασία) (Γεωργάκης και συν., 2002).

Μερικές επιπλέον λειτουργικές ιδιότητες που χαρακτηρίζουν το χοιρινό κρέας είναι η ικανότητα διόγκωσης νερού, που είναι η αύξηση του όγκου του μυϊκού ιστού ύστερα από πρόσληψη νερού, η ικανότητα του κρέατος για τον σχηματισμό γαλακτωμάτων, και η ικανότητα του κρέατος για τον σχηματισμό πηκτής, δηλαδή τη μετουσίωση και συσσωμάτωση των πρωτεϊνών (Γεωργάκης και συν., 2002).

1.4 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά χοιρινού κρέατος

Οι οργανοληπτικές ή αισθητηριακές ιδιότητες του χοιρινού κρέατος περιλαμβάνουν τα χαρακτηριστικά που αντιλαμβάνονται οι καταναλωτές μέσω των αισθήσεών τους, συμπεριλαμβανομένης της εμφάνισης, της υφής, της οσμής και της γεύσης και καθορίζουν το βαθμό αρέσκειας και αποδοχής των τροφίμων από αυτούς. Αυτές οι ιδιότητες παρέχουν στους καταναλωτές πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα, τη φρεσκάδα και τη συνολική ελκυστικότητα του προϊόντος κρέατος. Διαδραματίζουν θεμελιώδη ρόλο στην επίδραση των αντιλήψεων, των προτιμήσεων και των αγοραστικών αποφάσεων των καταναλωτών, διαμορφώνοντας τελικά τη συνολική τους εμπειρία (Lebret & Čandek-Potokar, 2022).

Η ποιότητα του κρέατος και κατά επέκταση του χοιρινού, επηρεάζεται από μια σειρά άλλων παραμέτρων. Ζώα της ίδιας φυλής που εκτρέφονται κάτω από ίδιες συνθήκες και ακολουθούν την ίδια διατροφή μπορεί να παρουσιάσουν βιολογικές διαφορές που οφείλονται σε κούραση, στρες, φόβο και λοιπά, και ως αποτέλεσμα να παρουσιάζουν διαφορές τόσο στα οργανοληπτικά, όσο και στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το σφάγιο παρουσιάζει απροσδιόριστες συχνά αλλαγές που μπορούν να επιδράσουν στην ποιότητα των προϊόντων (Lebret & Čandek-Potokar, 2022).

1.5 Διατροφική αξία χοιρινού κρέατος

Το χοιρινό κρέας έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πολύτιμα και απαραίτητα θρεπτικά συστατικά όπως πρωτεΐνες υψηλής ποιότητας, βιταμίνες, ανόργανα άλατα και λίπη. Είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες, οι οποίες είναι απαραίτητες για την οικοδόμηση και την επιδιόρθωση των ιστών, την υποστήριξη της λειτουργίας του ανοσοποιητικού συστήματος και διάφορες άλλες φυσιολογικές διεργασίες (Martins et al., 2021). Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι ποσότητες σε mg των μικροθρεπτικών σε συνιστώμενη διαιτητική πρόσληψη (RDA) και οι ποσότητες των αντίστοιχων θρεπτικών που παρέχει το χοιρινό κρέας ανά 100 g.

Πίνακας 1. Επιλεγμένα μικροθρεπτικά στο χοιρινό κρέας ανά 100 g σε σχέση με την ταξινόμηση διατροφικών ισχυρισμών (Wyness, 2016).

Μικροθρεπτικά (EU RDA)	Χοιρινό κρέας (ανά 100g)
Βιταμίνη B1 (1,4 mg)	0,98 mg
Βιταμίνη B2 (1,6 mg)	0,24 mg
Βιταμίνη B3 (18 mg)	6,9 mg
Βιταμίνη B6 (2 mg)	0,54 mg
Βιταμίνη B12 (1,0 µg)	1,0 µg
Σίδηρος Fe (14 mg)	0,7 mg
Ψευδάργυρος Zn (15 mg)	2,1 mg
Φώσφορος P (800 mg)	190 mg
Μαγνήσιο Mg (300 mg)	24 mg

Αν και το χοιρινό μπούτι είναι σχετικά άπαχο σε σύγκριση με άλλα κομμάτια χοιρινού κρέατος, εξακολουθεί να περιέχει ένα μικρό ποσοστό λίπους και σε μικρό βαθμό χοληστερόλη. Ωστόσο, η λιπιδική θρεπτική αξία αυτού του κρέατος είναι φτωχή λόγω των χαμηλών επιπέδων των ευεργετικών ωμέγα-3 (n-3) πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (Martins et al., 2021).

Το λίπος στο χοιρινό κρέας μπορεί να είναι αυξημένο ανάλογα με την κοπή ή τη μορφή με την οποία καταναλώνεται το κρέας όπως μη επεξεργασμένο κρέας,

παρασκευάσματα κιμά ή προϊόντα κρέατος. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα ποσοστά % κατά μέσο όρο της σύστασης άπαχου μυϊκού ιστού, και παρατηρείται πως το ποσοστό των πρωτεϊνών είναι σχεδόν διπλάσιο από αυτό των λιπιδίων. Παρόλα αυτά, το ποσοστό των λιπιδίων στο χοιρινό κρέας ανέρχεται στο 11%, το οποίο αποτελεί σημαντικό μέρος της συνολικής του σύστασης.

Πίνακας 2. Σύσταση άπαχου μυϊκού ιστού κατά μέσο όρο (%) (Chernukha et. al., 2023).

	Συστατικά (%)			
Είδος κρέατος	Νερό	Πρωτεΐνες	Λιπίδια	Τέφρα
Χοιρινό	67,11	20,49	11,32	1

1.6 Υγιεινή χοιρινού κρέατος

Η υγιεινή του χοιρινού κρέατος αποτελεί αντικείμενο ενδιαφέροντος λόγω της διατροφικής του σύνθεσης, των πιθανών οφελών για την υγεία και των προβληματισμών που σχετίζονται με την κατανάλωση. Το χοιρινό κρέας αποτελεί πλούσια πηγή βασικών θρεπτικών συστατικών και βιοδραστικών ενώσεων, ωστόσο η υγιεινή του αξία επηρεάζεται από παράγοντες όπως το τεμάχιο, οι μέθοδοι παρασκευής και το γενικότερο διατροφικό πλαίσιο (Vicente & Pereira, 2024).

Το κόκκινο κρέας εξακολουθεί να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διατροφή του ανθρώπου, καθώς αποτελεί καλή πηγή πρωτεϊνών υψηλής ποιότητας, καθώς και ευεργετικών λιπαρών οξέων και μιας ποικιλίας μικροθρεπτικών συστατικών για τη βέλτιστη υγεία (Wyness, 2016). Η μέτρια κατανάλωση χοιρινού κρέατος μπορεί να βοηθήσει στην εξισορρόπηση της πρόσληψης λίπους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°

ΜΑΡΙΝΑΡΙΣΜΑ ΚΡΕΑΤΩΝ

2.1 Ιστορία μαριναρίσματος

Το μαρινάρισμα είναι η διαδικασία επεξεργασίας του ωμού κρέατος με μια ποικιλία συστατικών, όπως αλάτι, λάδι, οργανικά οξέα, φωσφορικά, ζάχαρη, μπαχαρικά και ενώσεις βοτάνων, για να μαλακώσει και να βελτιώσει τη γεύση και την ευχυμία του κρέατος (Dilek et al., 2022).

Οι ρίζες και τα συστατικά του μαριναρίσματος του κρέατος μπορούν να εντοπιστούν ότι βρίσκονται σε χρήση επί δεκαετίες. Παραδοσιακά, σε αρχαίους πολιτισμούς, τα στοιχεία της μαρινάδας που χρησιμοποιούνταν αποτελούνταν από άλας, φρούτα, βότανα και μπαχαρικά για την ενίσχυση της γεύσης και της συντήρησης των κρεάτων. Πλέον, έρευνες δείχνουν πως η επεξεργασία του κρέατος με διάφορα συστατικά μαριναρίσματος, έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση της γεύσης και την τρυφερότητά του. Η διαλεύκανση των αντιδράσεων κατά το μαρινάρισμα παρείχε επιστημονική βάση για τη βελτίωση των τεχνικών μαριναρίσματος και τη βελτιστοποίηση της γεύσης και διάρκειας ζωής (Ehsanur Rahman et al., 2023).

2.2 Είδη μαριναρίσματος

Το μαρινάρισμα είναι μια συνήθης χρησιμοποιούμενη μέθοδος που περιλαμβάνει την έγχυση ή την εμβάπτιση, για να διασκορπιστεί στον μυϊκό ιστό διάλυμα που περιέχει νερό, αλάτι και άλλα συστατικά. Υπάρχουν διάφοροι τύποι μαριναρίσματος ανάλογα με τα προστιθέμενα συστατικά του διαλύματος (Vlahova-Vangelova & Dragoev, 2014).

2.2.1 Βιολογική μαρινάδα

Οι βιολογικές μαρινάδες αναφέρονται σε συστατικά που προέρχονται από ζωντανούς οργανισμούς ή τα προϊόντα τους που χρησιμοποιούνται στο μαρινάρισμα. Οι βιολογικές μαρινάδες μπορούν να ταξινομηθούν σε μαρινάδες με

βότανα/μπαχαρικά, γαλακτοκομικά προϊόντα/προβιοτικά και σε μαρινάδες με βάση τους σπόρους/ελαίου. Είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για την αύξηση της διατροφικής αξίας, της οργανοληπτικής ποιότητας και της ασφάλειας του κρέατος και των προϊόντων του. Ως εκ τούτου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη βιομηχανία κρέατος επειδή είναι φθηνές και μειώνουν τους κινδύνους για την υγεία (Ehsanur Rahman et al., 2023).

2.2.2 Χημική μαρινάδα

Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενες χημικές μαρινάδες στη βιομηχανία κρέατος είναι οργανικά οξέα, χλωριούχο νάτριο (NaCl), διφωσφορικό νάτριο, 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 για τη βελτίωση της ποιότητας και των χαρακτηριστικών του κρέατος. Το όξινο μαρινάρισμα είναι δημοφιλές για εφαρμογή σε σκληρά κρέατα για τη βελτίωση της τρυφερότητάς τους λόγω της μείωσης του pH τους (Ehsanur Rahman et al., 2023). Στη διαδικασία αυτή, ένα υδατικό ή ελαιώδες διάλυμα οξέος ενσωματώνεται στο κρέας, βελτιώνοντας τη γεύση, την απαλότητα, το χρώμα, τη ζουμερότητα στο κρέας και την παράταση της διάρκειας ζωής (Gómez – Salazar et al., 2018).

2.2.3 Φυσική μαρινάδα

Οι φυσικές μαρινάδες συνδυάζονται με άλλες μαρινάδες (βιολογικές, χημικές) για να επιταχύνουν τη διαδικασία μαριναρίσματος και να βελτιώσουν την ποιότητα και την ασφάλεια του κρέατος. Οι φυσικές μαρινάδες, περιλαμβάνουν παλμικό εμποτισμό υπό κενό, μικροδιάτρηση με CO_2 , επεξεργασία με υπερήχους και επεξεργασία υψηλής πίεσης (Ehsanur Rahman et al., 2023).

2.3 Μαρινάρισμα με NaCl

Το κρέας είναι ένα εξαιρετικά ευπαθές τρόφιμο, επομένως το αλάτισμα είναι μια αρχαία προσέγγιση συντήρησης του κρέατος για την αναστολή της ανάπτυξης μικροοργανισμών που προκαλούν αλλοίωση. Το συνηθέστερο συστατικό σε άλμες και μαρινάδες είναι το χλωριούχο νάτριο (NaCl). Είναι ένα από τα παλαιότερα και πιο αποτελεσματικά συντηρητικά τροφίμων που χρησιμοποιούνται (Alvarado & McKee, 2007).

Το NaCl είναι ένα κρίσιμο συστατικό ωρίμανσης μέσω της ικανότητάς του να εκχυλίζει και να διαλυτοποιεί πρωτεΐνες, να συμβάλλει στην ικανότητα συγκράτησης νερού, στη δέσμευση σωματιδίων κρέατος, στη σταθερότητα του γαλακτώματος, καθώς και στην αυξημένη τρυφερότητα του κρέατος. Επιπλέον, το NaCl χρησιμοποιείται στη βελτίωση της γεύσης και της χυμώδους κατάστασης του κρέατος. Ως εκ τούτου, τα αλατισμένα προϊόντα κρέατος είναι πολύ δημοφιλή και καταναλώνονται ευρέως σε όλο τον κόσμο (Guo et al., 2023).

Η διάρκεια και η συγκέντρωση μαριναρίσματος με χλωριούχο νάτριο επηρεάζουν σημαντικά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κρέατος. Η μεγαλύτερη διάρκεια μαριναρίσματος και συγκέντρωσης μαρινάδας μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη διείσδυση αλατιού, με πιθανό αποτέλεσμα να δημιουργούνται υπερβολικά αλμυρά προϊόντα. Μια υψηλή συγκέντρωση NaCl στη μαρινάδα μπορεί να επιταχύνει την ώσμωση, επιτρέποντας στο αλάτι να διεισδύσει στο τρόφιμο πιο γρήγορα και σε μεγαλύτερο βάθος. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μια πιο έντονη και ομοιόμορφα κατανεμημένη γεύση σε όλο το φαγητό, ενώ αντίστοιχα μπορεί να αποσπάσει περισσότερη υγρασία από το τρόφιμο. Συμπερασματικά, θα πρέπει να καθοριστεί η βέλτιστη συγκέντρωση και διάρκεια μαριναρίσματος για την επίτευξη των επιθυμητών οργανοληπτικών αποτελεσμάτων (Dimakopoulou – Papazoglou & Katsanidis, 2019).

2.4 Εφαρμογές και διαδικασία μαριναρίσματος με NaCl

Η ενσωμάτωση χλωριούχου νατρίου στις μεθοδολογίες μαριναρίσματος παρουσιάζει πολύπλευρες εφαρμογές που βοηθούν στην ενίσχυση του αρώματος και τη βελτιστοποίηση της υφής (Goli et al., 2014).

2.4.1 Ξηρό αλάτισμα

Η ξηρή άλμη χαρακτηρίζεται από την άμεση εφαρμογή αλατιού στην επιφάνεια του κρέατος, που πραγματοποιείται με τη τοποθέτηση εναλλασσόμενων στρώσεων αλατιού και αποτελεί μια προσέγγιση μαριναρίσματος με NaCl που βελτιώνει τη γεύση και τροποποιεί την υφή του κρέατος. Το NaCl προσελκύει την υγρασία στην επιφάνεια, δημιουργώντας ένα υπερτονικό περιβάλλον που διευκολύνει την επαναρρόφηση της υγρασίας μαζί με τη διείσδυση του αλατιού. Αυτή η μέθοδος, που συχνά προτιμάται για ψητά, έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη εντονότερων γεύσεων και τον επιθυμητό σχηματισμό κρούστας κατά το μαγείρεμα (Bampi et al., 2016).

2.4.2 Υγρό αλάτισμα

Στις υγρές μαρινάδες το NaCl ενσωματώνεται στο κρέας με την εμβάπτισή του σε γευστικά υδατικά διαλύματα που περιέχουν αλάτι, και σε συγκεκριμένες περιπτώσεις βότανα, μπαχαρικά και άλλους αρωματικούς παράγοντες. Το NaCl βοηθά στη διείσδυση των αρωματικών ενώσεων και ενισχύει τη γεύση του κρέατος μέσω της πρωτεϊνικής αποδιάταξης και των ωσμωτικών του επιδράσεων. Το υγρό αλάτισμα βασίζεται στη βύθιση του προϊόντος σε άλμη και περιλαμβάνει την μεταφορά αλατιού και νερού μεταξύ του προϊόντος και της άλμης είτε προς την ίδια κατεύθυνση είτε αντίστροφα. Εκτός από το αλάτι, άλλα συστατικά, όπως οξέα, μπορούν να προστεθούν στην άλμη με στόχο την παροχή συγκεκριμένων αισθητηριακών χαρακτηριστικών, τη μείωση της μικροβιακής ανάπτυξης και της ενζυμικής δραστηριότητας. Αυτό συμβαίνει με την ταυτόχρονη δράση του αλατιού και των οργανικών οξέων στις μυϊκές πρωτεΐνες, μειώνοντας την ικανότητα συγκράτησης νερού και προάγοντας υψηλότερη αφυδάτωση (Bampi et al., 2016). Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται εκτενώς σε κρέατα διαφόρων τύπων και μεγεθών για τη βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, με διάρκεια μαριναρίσματος που κυμαίνεται από λεπτά έως αρκετές ώρες.

2.4.3 Ωσμωτικό μαρινάρισμα

Το ωσμωτικό μαρινάρισμα, με τη χρήση διαλυμάτων NaCl, αποτελεί μια ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική για τη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του κρέατος. Με την εμβάπτιση του κρέατος σε διαλύματα που περιέχουν NaCl, οι βαθμίδες ωσμωτικής πίεσης προκαλούν μετανάστευση νερού από το εσωτερικό του κρέατος προς την περιβάλλουσα άλμη. Η διαδικασία αυτή οδηγεί σε βελτιωμένη κατακράτηση υγρασίας, με αποτέλεσμα να βελτιώνεται η χυμώδης γεύση και η τρυφερότητα κατά το μαγείρεμα. Το ωσμωτικό μαρινάρισμα εφαρμόζεται συχνά σε διάφορα κρέατα, ιδίως χοιρινό, για τη βελτίωση της υφής (Dimakopoulou – Papazoglou & Katsanidis, 2019).

2.5 Το μαρινάρισμα με NaCl στην ασφάλεια τροφίμων

Η αλληλεπίδραση του χλωριούχου νατρίου με τα συστατικά των τροφίμων εγείρει ερωτήματα σχετικά με την ασφάλεια των τροφίμων, συμπεριλαμβανομένων των επιπτώσεων στον πολλαπλασιασμό των μικροβίων και στον πιθανό σχηματισμό ανεπιθύμητων ενώσεων. Το NaCl διαθέτει αντιμικροβιακές ιδιότητες που μπορούν να αναστείλουν την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών. Οι μαρινάδες κατά τη διάρκεια του μαριναρίσματος συμβάλλουν στη μείωση της μικροβιακής δραστηριότητας στο κρέας και τα προϊόντα κρέατος. Η κύρια αντιμικροβιακή δράση μπορεί να ασκηθεί από τη μείωση του pH, καθώς και από την παραγωγή διαφόρων αντιμικροβιακών ουσιών (Ehsanur Rahman et al., 2023). Επιπλέον, η ικανότητά του να μειώνει τη ενεργότητα του νερού (a_w) στο περιβάλλον, περιορίζει τη διαθεσιμότητα του ελεύθερου νερού που είναι απαραίτητο για την επιβίωση και την αναπαραγωγή των μικροβίων (Inguglia et al., 2017).

Όταν το κρέας εκτίθεται σε υψηλές θερμοκρασίες κατά το μαγείρεμα, μπορεί να συμβούν αντιδράσεις Maillard, οι οποίες είναι υπεύθυνες για το μαύρισμα, τη γεύση και το άρωμα πολλών μαγειρεμένων και επεξεργασμένων τροφίμων. Σύμφωνα με τις αντιδράσεις αυτές, στη διάρκεια όπου τα τρόφιμα υποβάλλονται σε επεξεργασία ή μαγειρεύονται σε υψηλή θερμοκρασία λαμβάνει χώρα μια χημική αντίδραση μεταξύ αμινοξέων και αναγωγικών σακχάρων που δημιουργούν διαφορετικές γεύσεις και καφέ χρώμα. Έτσι χρησιμοποιείται συχνά στη βιομηχανία

τροφίμων για να δώσει στα τρόφιμα διαφορετική γεύση, χρώμα και άρωμα (Tamanna & Mahmood, 2015). Σύμφωνα με τους Tamanna & Mahmood (2015), συχνά αποκαλείται ως μη ενζυμική αντίδραση μαυρίσματος καθώς λαμβάνει χώρα απουσία ενζύμου. Ενώ οι αντιδράσεις Maillard ενισχύουν τις αισθητηριακές ιδιότητες του κρέατος, μπορεί επίσης να έχουν αρνητικές επιπτώσεις σε αυτές. Έχουν την ικανότητα να μειώσουν τη βιοδιαθεσιμότητα ορισμένων αμινοξέων και βιταμινών, ενώ παράλληλα ευνοούν την ανάπτυξη ανεπιθύμητων ενώσεων, όπως το ακρυλαμίδιο στα τηγανητά ή ψημένα τρόφιμα. Η παρουσία χλωριούχου νατρίου στις μαρινάδες μπορεί να επηρεάσει την έκταση και τη φύση αυτών των αντιδράσεων.

Τέλος, η έλλειψη προσεκτικού χειρισμού από τον καταναλωτή, αυξάνει την πιθανότητα συμβάντων διασταυρούμενης μόλυνσης στην κουζίνα του, δηλαδή την μεταφορά κάποιου παθογόνου που υπάρχει στο κρέας στις γύρω επιφάνειες, οι οποίες στη συνέχεια θα λειτουργήσουν ως εστίες για περαιτέρω μόλυνση. Ο προσεκτικός χειρισμός αποτελεί χαρακτηριστικό ασφάλειας των μαριναρισμένων προϊόντων, και δεν λαμβάνεται σχεδόν ποτέ υπόψη. Συνεπώς, τα μαριναρισμένα προϊόντα που απαιτούν ελάχιστη έως μηδενική διαχείριση στην κουζίνα, μειώνουν την πιθανότητα διασταυρούμενης μόλυνσης (Meneses & Teixeira, 2022). Οι κατάλληλες πρακτικές χειρισμού, αποθήκευσης και μαγειρέματος, σε συνδυασμό με την ισορροπημένη σύνθεση των μαρινάδων, είναι ζωτικής σημασίας για την παραγωγή ασφαλών και ελκυστικών μαριναρισμένων τροφίμων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

3.1 Οι φυσικοχημικές ιδιότητες του χοιρινού κρέατος

Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του χοιρινού κρέατος περιλαμβάνουν διάφορες ιδιότητες που μπορούν να μελετηθούν σε εργαστηριακό επίπεδο ή να παρατηρηθούν κατά τη διάρκεια της μαγειρικής και της επεξεργασίας. Οι ιδιότητες αυτές αποτελούνται από παραμέτρους που αφορούν το κρέας χοιρινού μπουτιού, συμπεριλαμβανομένης της τιμής pH, της οξύτητας, της ικανότητας πρόσληψης νερού, της απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα και της μέτρησης της περιεκτικότητας σε υγρασία. Αυτές οι παράμετροι παρουσιάζουν σημαντικό ενδιαφέρον για τη βιομηχανία τροφίμων. Η τιμή pH καθώς και η ικανότητα πρόσληψης νερού, είναι σημαντικοί παράγοντες για την εκτίμηση της ποιότητας του κρέατος. Επιπλέον, η απώλεια μαγειρέματος, ή η ποσότητα βάρους που χάνεται κατά το μαγείρεμα, αποτελεί σημαντικό ποιοτικό δείκτη του χοιρινού (Aktaş et al., 2003, Saengsuk et al., 2021). Τέλος, η μέτρηση της περιεκτικότητας σε υγρασία αποτελεί βασική παράμετρο για την αξιολόγηση της ποιότητας και της ασφάλειας των προϊόντων κρέατος, καθώς μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη μικροοργανισμών και τη διάρκεια ζωής του κρέατος (Ruiz – Ramírez et al., 2005). Συνολικά, η διερεύνηση αυτών των παραμέτρων στο κρέας του χοιρινού μπουτιού μπορεί να παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για την ποιότητα και την ασφάλεια των προϊόντων κρέατος.

3.2 Οι πειραματικές διαδικασίες - Ανάλυση Μεθόδων

3.2.1 Αύξηση βάρους μετά το μαρινάρισμα

Η επίσημη μέθοδος μέτρησης του ποσοστού αύξησης του βάρους του μαριναρισμένου χοιρινού μπουτιού στα πιστοποιημένα εργαστήρια τροφίμων βασίζεται σε γενικές κατευθυντήριες γραμμές και μεθόδους που χρησιμοποιούνται συνήθως στις δοκιμές τροφίμων. Τα βήματα που ακολουθούνται αποτελούνται από την αρχική μέτρηση του βάρους, στην οποία ζυγίζεται το ωμό, μη μαριναρισμένο χοιρινό μπούτι, καταγράφοντας το βάρος του ως “αρχικό βάρος”. Έπειτα, το χοιρινό μπούτι μαρινάρεται σύμφωνα με τις συγκεκριμένες οδηγίες του πειράματος, ζυγίζεται

το μαριναρισμένο χοιρινό μπούτι μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας και υπολογίζεται το ποσοστό αύξησης του βάρους χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$\text{Ποσοστό αύξησης βάρους} = (\text{Βάρος μετά το μαρινάρισμα} - \text{Αρχικό βάρος} / \text{Αρχικό βάρος}) \times 100$$

Στη συνέχεια καταγράφονται όλες οι σχετικές λεπτομέρειες, συμπεριλαμβανομένου του αρχικού βάρους, του βάρους μετά το μαρινάρισμα και του υπολογιζόμενου ποσοστού αύξησης του βάρους. Όλες οι διαδικασίες αυτές διεξάγονται υπό ελεγχόμενες συνθήκες με σκοπό τη διατήρηση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων (AOAC, 2023).

Ενδεικτικά αποτελέσματα της αύξησης βάρους (%), σύμφωνα με τους Aktas et al. (2003), οι οποίοι χρησιμοποίησαν δείγμα ραχιαίου μυ βόειου κρέατος, τα ποσοστά που βρέθηκαν ήταν για το νωπό $2,14 \pm 0,27\%$, για τη συγκέντρωση $0,34\text{M}$ ήταν $11,77 \pm 1,27\%$, για τη συγκέντρωση $0,68\text{M}$ ήταν $14,01 \pm 1,60\%$ και για τη συγκέντρωση $1,02\text{M}$ το ποσοστό αύξησης βάρους (%) βρέθηκε $19,31 \pm 2,59\%$.

3.2.2 Μέτρηση pH

Η μέτρηση του pH στο εργαστήριο μπορεί να πραγματοποιηθεί με εργαστηριακό pH-μετρο με ηλεκτρόδιο, πεχαμετρικό χαρτί ή λωρίδες ένδειξης pH, επιτραπέζιους μετρητές pH, φορητούς μετρητές pH εργαστηρίου, εργαστηριακούς μετρητές pH τύπου πένα, μετρητές pH πολλαπλών παραμέτρων ή μέτρηση pH με φασματοφωτόμετρο, ανάλογα την απαιτούμενη ακρίβεια της μέτρησης. Τυπικά, για το χοιρινό μπούτι, το εύρος του pH αναμένεται να κυμαίνεται περίπου μεταξύ 5,5 και 6,5. Η μέθοδος αυτή ακολουθεί πρότυπο μεθόδων που έχουν αναπτυχθεί από την AOAC (2023).

Ενδεικτικά, σύμφωνα με τους Manalo & Gabriel (2020), οι οποίοι χρησιμοποίησαν δείγμα χοιρινού φιλέτου, από το οποίο 5g δείγματος κρέατος αναμίχθηκαν με 45mL απεσταγμένου νερού χρησιμοποιώντας ένα stomacher για 1 λεπτό. Από τα αποτελέσματα τους προέκυψε πως το εύρος τιμών του pH κυμαίνεται από $5,61 \pm 0,42$ έως $6,22 \pm 0,37$.

3.2.3 Μέτρηση ολικής οξύτητας

Για τον προσδιορισμό της ολικής οξύτητας στο κρέας, συμπεριλαμβανομένου του χοιρινού ποδιού, χρησιμοποιείται συνήθως η επίσημη μέθοδος 942.15 της AOAC. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην ποτενσιομετρική τιτλοδότηση και είναι γνωστή ως "Πρότυπη μέθοδος για τον υπολογισμό της ολικής οξύτητας".

Σύμφωνα με τους Manalo & Gabriel (2020), οι οποίοι χρησιμοποίησαν τη μέθοδο σε δείγμα χοιρινού φιλέτου, στα αποτελέσματα που βρήκαν, το εύρος τιμών κυμαινόταν από $0,70\% \pm 0,17\%$ έως $1,08\% \pm 0,35\%$.

3.2.4 Απώλεια νερού κατά το μαγείρεμα (Cooking loss)

Η μέτρηση της απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα, που συχνά αναφέρεται ως "απώλεια μαγειρέματος", είναι μια σημαντική παράμετρος στην ανάλυση τροφίμων, ιδίως για προϊόντα κρέατος όπως το χοιρινό μπούτι. Μία από τις ευρέως αναγνωρισμένες μεθόδους για τον προσδιορισμό της απώλειας μαγειρέματος στο κρέας είναι η "Επίσημη μέθοδος 971.14 της AOAC".

Για τον υπολογισμό της απώλειας μαγειρέματος ως ποσοστό χρησιμοποιείται ο ακόλουθος τύπος:

$$\text{Απώλεια μαγειρέματος (\%)} = [(\text{αρχικό βάρος} - \text{τελικό βάρος}) / \text{αρχικό βάρος}] \times 100$$

Το ποσοστό απώλειας μαγειρέματος για το χοιρινό μπούτι, όπως προσδιορίζεται με την επίσημη μέθοδο AOAC 971.14, μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με διάφορους παράγοντες, όπως το συγκεκριμένο κομμάτι χοιρινού κρέατος, τις συνθήκες μαγειρέματος και την αρχική ποιότητα του κρέατος. Ορισμένα γενικά εύρη και κοινά αποτελέσματα που μπορεί να προκύψουν υποδεικνύουν πως ένα μαγειρεμένο χοιρινό μπούτι, το οποίο περιλαμβάνει ένα μείγμα άπαχου και ελαφρώς πιο λιπαρού κρέατος, μπορεί να έχει απώλειες μαγειρέματος της τάξης του 20% έως 30%.

Σύμφωνα με τους Aktaş et al. (2003), οι οποίοι χρησιμοποίησαν δείγμα ραχιαίου μυ βόειου κρέατος, μερικά από τα αποτελέσματα τους δείχνουν πως η απώλεια μαγειρέματος για το νωπό ήταν 46,19%, για τη συγκέντρωση 0,34M ήταν 52,07%, για τη συγκέντρωση 0,68M ήταν 49,55% και για τη συγκέντρωση 1,02M ήταν 50,32%.

3.2.5 Περιεκτικότητα σε υγρασία

Οι επίσημες μέθοδοι προσδιορισμού της υγρασίας που χρησιμοποιούνται στα πιστοποιημένα εργαστήρια τροφίμων συνήθως ακολουθούν καθιερωμένα πρότυπα και διαδικασίες για να διασφαλίζεται η ακρίβεια και η συνέπεια στις μετρήσεις της περιεκτικότητας σε υγρασία. Η επίσημη μέθοδος προσδιορισμού της υγρασίας στο χοιρινό μπούτι περιλαμβάνει συνήθως τη χρήση τυποποιημένων αναλυτικών τεχνικών. Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος προσδιορισμού της υγρασίας είναι η βαρυμετρική μέθοδος.

Η περιεκτικότητα σε υγρασία υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$\text{Περιεκτικότητα σε υγρασία (\%)} = [(\text{αρχικό βάρος} - \text{ξηρό βάρος}) / \text{αρχικό βάρος}] \times 100$$

Η περιεκτικότητα σε υγρασία του χοιρινού μπούτι μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με παράγοντες όπως το τεμάχιο του κρέατος, οι μέθοδοι επεξεργασίας και οι συνθήκες αποθήκευσης. Ωστόσο, ορισμένα εύρη περιεκτικότητας σε υγρασία που μπορεί να βρεθούν για χοιρινό μπούτι χωρίς κόκαλα είναι συχνά γύρω στο 75-80% (AOAC, μέθοδος 925.10, 2023, ISO 1442:2023).

Με βάση τους Ferreira et al. (2013), οι οποίοι χρησιμοποίησαν αποξηραμένο αλατισμένο χοιρινό κρέας, τα ποσοστά σε περιεκτικότητα υγρασίας υπολογίστηκαν με την ξήρανση των δειγμάτων σε φούρνο και τα αποτελέσματα αναγράφονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 3. Χημική σύνθεση (μέσες τιμές $\pm$ τυπικές αποκλίσεις) χοιρινού κρέατος που υποβλήθηκε σε διαφορετικά επίπεδα χλωριούχου νατρίου (NaCl) (Ferreira et al., 2013).

Επίπεδα NaCl (%)	Περιεκτικότητα σε υγρασία (%)
0	72,96 $\pm$ 0,48
2,5	70,88 $\pm$ 1,0
5	69,54 $\pm$ 0,96
7,5	67,50 $\pm$ 1,32
10	65,90 $\pm$ 1,11

Υπάρχουν επιπλέον επίσημες μέθοδοι προσδιορισμού της υγρασίας που χρησιμοποιούνται σε πιστοποιημένα εργαστήρια τροφίμων. Η τιτλοδότηση Karl Fischer, προβλέπει την τιτλοδότηση ενός δείγματος με αντιδραστήριο Karl Fischer, το οποίο αντιδρά με το νερό και παράγει μια καμπύλη τιτλοδότησης, από την οποία μπορεί να υπολογιστεί η περιεκτικότητα σε υγρασία. Η επίσημη μέθοδος 972.18 της AOAC αποτελεί σημείο αναφοράς για την τεχνική αυτή. Η μέθοδος ανάλυσης υγρασίας με υπέρυθρη ακτινοβολία, στην οποία αναλυτές υγρασίας υπέρυθρων χρησιμοποιούν την απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας από τα μόρια του νερού για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε υγρασία. Τέλος, χρησιμοποιείται και η μέθοδος ανάλυσης υγρασίας μικροκυμάτων στην οποία περιλαμβάνεται η χρήση μικροκυμάτων για τη θέρμανση και την εξάτμιση της υγρασίας σε ένα δείγμα και έπειτα τον υπολογισμό της υγρασίας.

3.2.6 Ικανότητα πρόσληψης νερού

Σύμφωνα με υπάρχουσες μεθόδους όπως η επίσημη μέθοδος 950.46 του AOAC (2023) και ύστερα από προσαρμογές σε αυτές με σκοπό την χρήση πλαστικών σωλήνων falcon, στροβίλου και φυγόκεντρου, μπορεί να μετρηθεί η περιεκτικότητα % πρόσληψης νερού σε μαριναρισμένο χοιρινό μπούτι. Η διαδικασία ονομάζεται “Μέθοδος βαρυμετρίας με τη χρήση φυγοκέντρου”.

Αναφορικά με την πειραματική διαδικασία που αφορά την ικανότητα πρόσληψης νερού, μελετήθηκαν δείγματα χοιρινού κρέατος από τον Kerth (2013), και αναγράφεται πως περίπου 1,5g δείγματος με την προσθήκη διηθητικού χαρτιού φυγοκεντρήθηκαν σε σωληνάρια φυγοκέντρωσης των 50mL στους 2°C για 15 με 30 λεπτά. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτή την έρευνα τα οποία σχετίζονται με το χοιρινό μπούτι κυμαίνονταν μεταξύ 3,98% έως 8,23%.

3.2.7 Προσδιορισμός τέφρας

Ο σκοπός του πειράματος είναι ο προσδιορισμός της μάζας του υπολείμματος του δείγματος μετά την ξήρανση, απανθράκωση και αποτέφρωση στους 550°C. Η επίσημη μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε τέφρα στο χοιρινό κρέας σε πιστοποιημένα εργαστήρια τροφίμων συνήθως βασίζεται στη χρήση σχετικών αναλυτικών διαδικασιών, όπως η μέθοδος 942.05 του AOAC (2023). Μερικές από τις μεθόδους προσδιορισμού τέφρας περιλαμβάνουν τη χρήση φούρνου αποτέφρωσης, τον υπολογισμό τέφρας με τη χρήση μικροκυμάτων και την υγρή αποτέφρωση η οποία περιλαμβάνει την καύση του δείγματος με τη χρήση ενός οξέος για να διαλύσει το οργανικό υλικό.

Με βάση τους Ferreira et al. (2013), τα αποτελέσματα της περιεκτικότητας % σε τέφρα σε δείγμα αποξηραμένου χοιρινού κρέατος έδειξαν, για το νωπό κρέας χωρίς καμία προσθήκη NaCl, πως η περιεκτικότητα σε τέφρα ήταν περίπου 1,17, ενώ για τα δείγματα στα οποία προστέθηκε NaCl, και συγκεκριμένα 2,5%, 5%, 7,5% και 10% σε άλας, οι τιμές σε ποσοστά % που προέκυψαν ήταν περίπου 3,52, 5,41, 6,23, και 7,80 αντίστοιχα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Το δείγμα κρέατος που χρησιμοποιήθηκε στις αναλύσεις της παρούσας πτυχιακής ήταν Ελληνικό χοιρινό μπούτι απαλλαγμένο από λίπος και συνδετικό ιστό, το οποίο προμηθεύτηκε από την τοπική αγορά του Αργοστολίου. Όλες οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης & Τεχνολογίας Τροφίμων, του Ιονίου Πανεπιστημίου, στο Αργοστόλι. Τα δείγματα που έφτασαν στο εργαστήριο ήταν αντιπροσωπευτικά χωρίς να έχουν υποστεί ζημιές ή αλλοιώσεις κατά τη διάρκεια της μεταφοράς και της συσκευασίας και ζύγιζαν τουλάχιστον 2000g. Πραγματοποιήθηκαν συνολικά τρεις επαναλήψεις. Στην πρώτη επανάληψη παραλήφθηκαν 2000g δείγματος, ενώ στην δεύτερη και τρίτη επανάληψη παραλήφθηκαν 2300g δείγματος κρέατος.

4.1 Προετοιμασία δειγμάτων

Το κρέας κόπηκε σε κομμάτια διαμέτρου 2,5cm περίπου. Μετά την κοπή τα κομμάτια χωρίστηκαν σε 10 μέρη, ζυγίστηκαν με ακρίβεια 0,001g και τοποθετήθηκαν περίπου 200g από τα δείγματα σε διαφορετικά βαζάκια κωδικοποιημένα. Το πρώτο μέρος, περιείχε το νωπό δείγμα με το οποίο πραγματοποιήθηκαν την ίδια μέρα όλες οι αναλύσεις. Τα υπόλοιπα μέρη περιείχαν τα δείγματα που μαριναριστήκαν και μετά από 24, 48 και 72 ώρες πραγματοποιήθηκαν οι αναλύσεις.

Τα υδατικά διαλύματα της μαρινάδας αποτελούνταν από άλας NaCl και χρησιμοποιήθηκαν οι συγκεντρώσεις 0,34M, 0,68M και 1,02M, τα οποία παρασκευάστηκαν στο εργαστήριο πριν από κάθε πείραμα.

Το μαρινάρισμα πραγματοποιήθηκε σε γυάλινα βαζάκια με βιδωτό καπάκι του 1L. Χρειάστηκαν 9 τέτοια βαζάκια (1 για κάθε διαφορετική συγκέντρωση άλατος x 3 χρόνους). Η αναλογία δείγματος κρέατος προς διάλυμα μαριναρίσματος ήταν 1:3. Τα βαζάκια σφραγίστηκαν και τοποθετήθηκαν στο ψυγείο στους 5°C για 24, 48 και 72 ώρες, αντίστοιχα. Μετά το πέρας των 24, 48 και 72 ωρών, τα δείγματα αφαιρέθηκαν από τη μαρινάδα, και πραγματοποιήθηκαν οι αναλύσεις, αφού πρώτα αφαιρέθηκε η περιττή υγρασία από την επιφάνεια των δειγμάτων.

4.2 Υλικά και Εξοπλισμός

Αντιδραστήρια

- NaCl
- NaOH
- Φαινολοφθαλεΐνη 1%

Σκεύη και εργαλεία

- Κάψα αλουμινίου
- Άμμος
- Falcon (50mL)
- Πουάρ 3ων βαλβίδων
- Ηθμός διήθησης
- Βαζάκια
- Ύαλος ωρολογίου
- Γυάλινη ράβδος
- Ποτήρι ζέσεως 100mL και 200mL
- Ογκομετρική φιάλη 100mL και 250mL
- Κωνική φιάλη 250mL
- Χωνί
- Σιφώνι πληρώσεως 25mL
- Σιφώνι μέτρησης 10mL
- Ογκομετρικός κύλινδρος 100mL
- Προχοΐδα με στρόφιγγα
- Κάψα αποτέφρωσης πορσελάνης
- Φορητό pH-μετρο
- Ξηραντήρας

Εξοπλισμός

- Αναλυτικός ζυγός με ακρίβεια 0,001g
- Κιμαδομηχανή
- Υδατόλουτρο
- Vortex
- Ψυχόμενη φυγόκεντρος

- Φούρνος ξήρανσης με δυνατότητα λειτουργίας στους 103°C
- Κλίβανος αποτέφρωσης με δυνατότητα λειτουργίας στους 550°C
- Θερμαντική πλάκα
- Μαγνητικός αναδευτήρας

4.3 Υπολογισμός % αύξησης βάρους μετά το μαρινάρισμα

Το κρέας απομακρύνθηκε από την μαρινάδα και ζυγίστηκε με ακρίβεια 0,001g. Το ποσοστό της αύξησης του βάρους υπολογίστηκε με βάση τον τύπο:

$$\text{Αύξησης βάρους (\%)} = [(\text{Τελικό βάρος} - \text{Αρχικό βάρος}) / \text{Αρχικό βάρος}] \times 100$$



Εικόνα 1. Δείγματα κρέατος με διαφορετικές συγκεντρώσεις μαρινάδας NaCl στο ψυγείο (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

Στον ακόλουθο πίνακα αναγράφονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων της αύξησης βάρους κατά μέσο όρο:

Πίνακας 4. Μέσος όρος αποτελεσμάτων των επαναλήψεων του υπολογισμού αύξησης βάρους των δειγμάτων.

t(h)	Συγκέντρωση (M)	Αύξηση βάρους (%)
24	0,34	6,91 ± 0,72
	0,68	12,51 ± 0,65
	1,02	14,99 ± 2,27
48	0,34	7,45 ± 0,40
	0,68	15,48 ± 1,42
	1,02	19,07 ± 1,52
72	0,34	11,84 ± 4,18
	0,68	21,58 ± 8,24
	1,02	23,28 ± 3,19

4.4 Μέτρηση pH

Για την μέτρηση του pH χρησιμοποιήθηκε εργαστηριακό φορητό pH-μετρο.



Εικόνα 2. Εργαστηριακό φορητό pH-μετρο (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

Από το νωπό και από κάθε μαριναρισμένο δείγμα, παρασκευάστηκαν διαλύματα κρέατος 10% w/v. Ύστερα, με τη χρήση φορητού pH-μέτρου υπολογίστηκε η τιμή του pH για κάθε συγκέντρωση.



Εικόνα 3.(1) Ομογενοποιημένο δείγμα συγκέντρωσης 0,34M σε ογκομετρική φιάλη των 100mL. (2) Τα δείγματα την στιγμή που έχουν αφεθεί σε ηρεμία. (3) Υπολογισμός της ενεργού οξύτητας με μετρητή pH (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

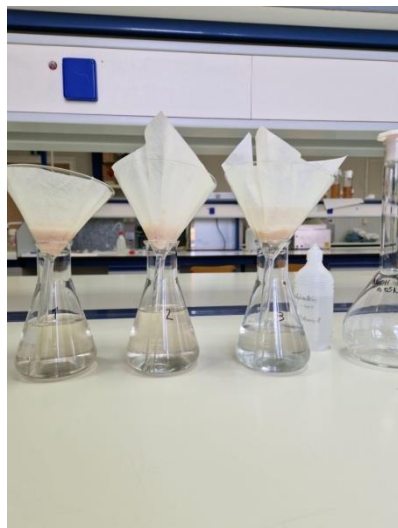
Στον ακόλουθο πίνακα αναγράφονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων του pH κατά μέσο όρο:

Πίνακας 5. Μέσος όρος αποτελεσμάτων των επαναλήψεων του υπολογισμού της ενεργού οξύτητας των δειγμάτων.

t(h)	Συγκέντρωση (M)	pH
0	Νωπό	$5,78 \pm 0,31$
24	0,34	$5,65 \pm 0,31$
	0,68	$5,74 \pm 0,16$
	1,02	$5,57 \pm 0,29$
48	0,34	$5,66 \pm 0,25$
	0,68	$5,70 \pm 0,24$
	1,02	$5,72 \pm 0,19$
72	0,34	$5,67 \pm 0,25$
	0,68	$5,67 \pm 0,29$
	1,02	$5,67 \pm 0,35$

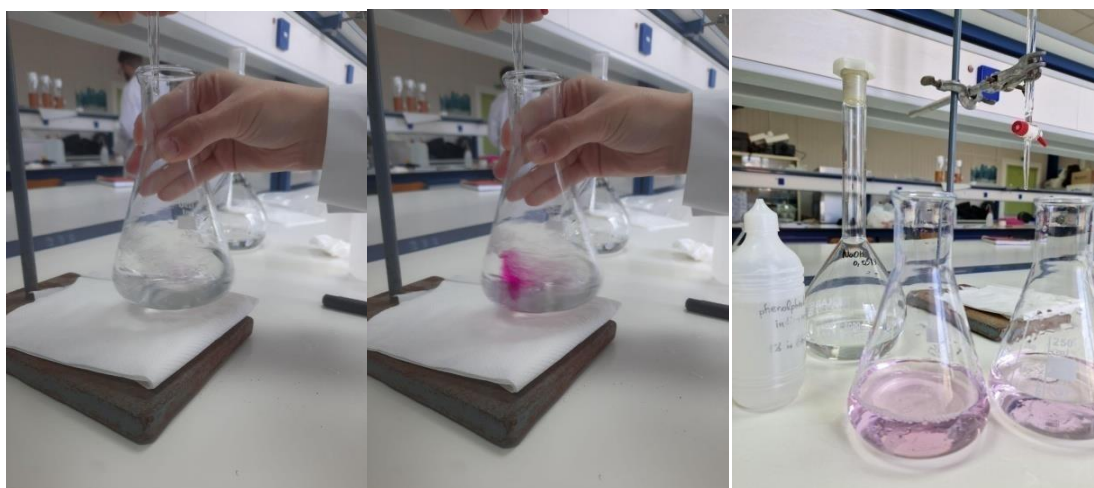
4.5 Μέτρηση ολικής οξύτητας

Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν περίπου 10g ψιλοκομμένου κρέατος από το νωπό και από κάθε μαριναρισμένο δείγμα. Αρχικά, ομογενοποιήθηκε με απεσταγμένο νερό και διηθήθηκε.



Εικόνα 4. Διήθηση ομογενοποιημένου δείγματος κάθε συγκέντρωσης (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

Κατόπιν, 25mL διηθήματος, από το δείγμα κάθε συγκέντρωσης, μεταφέρθηκε σε κωνικές φιάλες, προστέθηκαν 75mL απεσταγμένου νερού και 3 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης 1%. Η ογκομέτρηση πραγματοποιήθηκε με διάλυμα NaOH 0,05N.



Εικόνα 5. (1) Αρχή της ογκομέτρησης. (2) Εμφάνιση χρώματος δείκτη. (3) Ολοκλήρωση ογκομέτρησης με την εμφάνιση σταθερού χρώματος (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

Ο υπολογισμός της ολικής οξύτητας γίνεται με τον τύπο:

$$\text{Οξύτητα (\%)} = (\text{mLNaOH } 0,05\text{N που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση} / \text{Βάρος δείγματος σε g}) \times 4,5$$

Στον ακόλουθο πίνακα αναγράφονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων της ολικής οξύτητας κατά μέσο όρο:

Πίνακας 6. Μέσος όρος αποτελεσμάτων των επαναλήψεων του υπολογισμού της ολικής οξύτητας των δειγμάτων.

t(h)	Συγκέντρωση (M)	Οξύτητα (%)
0	Νωπό	0,66 ± 0,07
24	0,34	0,44 ± 0,04
	0,68	0,37 ± 0,01
	1,02	0,30 ± 0,06
48	0,34	0,36 ± 0,03
	0,68	0,31 ± 0,09
	1,02	0,25 ± 0,03
72	0,34	0,36 ± 0,09
	0,68	0,34 ± 0,01
	1,02	0,27 ± 0,04

4.6 Προσδιορισμός % απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα –Cooking loss

Τοποθετήθηκαν περίπου 80g δείγματος κρέατος από κάθε συγκέντρωση ατομικά σε πλαστικές σακούλες τροφίμων και τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο στους 100°C για 15 min. Μετά την απομάκρυνσή τους από το υδατόλουτρο οι σακούλες αφέθηκαν να ψυχθούν σε θερμοκρασία δωματίου. Στη συνέχεια, τα δείγματα μαγειρεμένου κρέατος ζυγίστηκαν ξανά και υπολογίστηκε το ποσοστό απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{Απώλεια νερού κατά το μαγείρεμα (\%)} = [(B1-B2) / B1] \times 100$$

Όπου: B1 = το βάρος του δείγματος πριν τη θερμική επεξεργασία (βρασμός)

B2 = το βάρος του δείγματος μετά τη θερμική επεξεργασία (βρασμός)



Εικόνα 6. Μαγειρεμένα δείγματα κάθε συγκέντρωσης πριν τη δεύτερη ζύγιση (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

Στον ακόλουθο πίνακα αναγράφονται κατά μέσο όρο, τα αποτελέσματα των μετρήσεων του ποσοστού απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα:

Πίνακας 7. Μέσος όρος αποτελεσμάτων των επαναλήψεων του υπολογισμού του ποσοστού απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα των δειγμάτων.

t(h)	Συγκέντρωση (M)	Απώλεια (%)	Απόδοση μαγειρέματος (%)
0	Νωπό	31,59±7,51	68,41 ± 7,51
24	0,34	38,26±5,04	61,74 ± 5,04
	0,68	36,70±5,53	63,30 ± 5,53
	1,02	33,23±7,80	66,77 ± 7,80
48	0,34	40,53±6,19	59,47 ± 6,19
	0,68	36,28±6,41	63,72 ± 6,41
	1,02	36,80±6,88	63,20 ± 6,88
72	0,34	42,71±5,61	57,29 ± 5,61
	0,68	40,69±6,36	59,31 ± 6,36
	1,02	42,92±7,59	57,08 ± 7,59

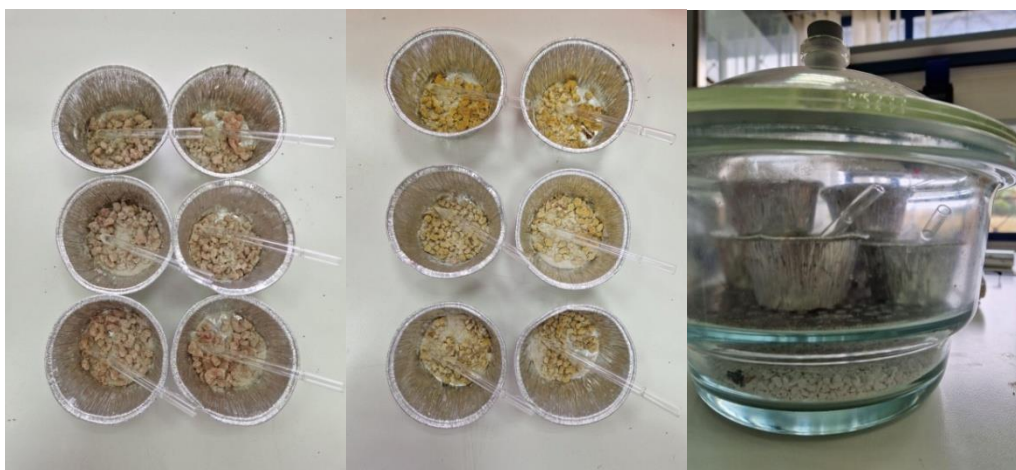
4.7 Προσδιορισμός % περιεκτικότητας σε υγρασία

Προετοιμασία κάψας και άμμου: Η προετοιμασία της κάθε κάψας με άμμο άρχιζε με τη μεταφορά μιας ποσότητας άμμου ίση με 3-4 φορές το βάρος του δείγματος. Η άμμος, η κάψα και μια γυάλινη ράβδος τοποθετήθηκαν στο φούρνο στους 103°C για τουλάχιστον μία ημέρα. Τέλος αφέθηκαν να κρυώσουν σε θερμοκρασία δωματίου μέσα στον ξηραντήρα και στη συνέχεια ζυγίστηκαν με ακρίβεια 0,001g (m_0).



Εικόνα 7. Κάψες χωρίς δείγμα, τοποθετημένες στον ξηραντήρα με σκοπό να έρθουν σε θερμοκρασία δωματίου (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

Πειραματική διαδικασία: Μεταφέρθηκαν από δύο φορές για κάθε συγκέντρωση, περίπου 5g ομογενοποιημένου δείγματος στην κάψα με τα περιεχόμενά της (άμμο και ράβδο) και ζυγίστηκαν με ακρίβεια 0,001g (m_1). Στη συνέχεια οι κάψες τοποθετήθηκαν με τα περιεχόμενά τους στο φούρνο για 24 ώρες στους 103°C. Μετά το πέρας των 24 ωρών αφαιρέθηκαν οι κάψες από το φούρνο και τοποθετήθηκαν με σκοπό να κρυώσουν στον ξηραντήρα. Τέλος, ζυγίστηκαν με ακρίβεια 0,001g (m_2).



Εικόνα 8. (1) Ψιλοκομμένο δείγμα κρέατος που έχει αναμειχθεί με άμμο πριν την ξήρανση. (2) Ψιλοκομμένο δείγμα κρέατος με άμμου μετά την ξήρανση στους 103°C. (3) Κάψες με δείγμα, τοποθετημένες στον ξηραντήρα (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

Για τον υπολογισμό της % περιεκτικότητας σε υγρασία χρησιμοποιήθηκε ο ακόλουθος τύπος: $W(\%) = [(m_1 - m_2) / (m_1 - m_0)] \times 100$

Στον ακόλουθο πίνακα αναγράφονται κατά μέσο όρο, τα αποτελέσματα των μετρήσεων του ποσοστού περιεκτικότητας σε υγρασία.

Πίνακας 8. Μέσος όρος αποτελεσμάτων των επαναλήψεων του υπολογισμού του ποσοστού περιεκτικότητας σε υγρασία των δειγμάτων.

t(h)	Συγκέντρωση (M)	Υγρασία (%)
0	Νωπό	72,73 ± 0,59
24	0,34	77,41 ± 1,32
	0,68	76,78 ± 0,71
	1,02	77,21 ± 1,45
48	0,34	78,19 ± 1,43
	0,68	77,34 ± 1,97
	1,02	76,87 ± 0,82
72	0,34	79,36 ± 1,30
	0,68	78,93 ± 2,13
	1,02	77,15 ± 1,36

4.8 Προσδιορισμός ποσοστού % πρόσληψης νερού

Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν δύο πλαστικά falcon των 50mL για κάθε συγκέντρωση δείγματος στα οποία μεταφέρθηκαν 5g δείγματος και προστέθηκαν 7,5mL NaCl 0,6M. Στη συνέχεια αναμίχθηκε το μείγμα με τη βοήθεια vortex για ακριβώς 1 λεπτό και τοποθετήθηκαν στο ψυγείο στους 4°C για 15 min. Ακολούθησε φυγοκέντρωση σε ψυχόμενη φυγόκεντρο στις 4000rpm για 15 min (4°C).

Το υπερκείμενο απορρίφθηκε και τα δείγματα ζυγίστηκαν ξανά. Το ποσοστό πρόσληψης νερού υπολογίστηκε ως εξής:

$$\text{Πρόσληψη νερού (\%)} = \frac{[(\text{διογκωμένο βάρος δείγματος} - \text{αρχικό βάρος δείγματος}) / \text{αρχικό βάρος δείγματος}] \times 100}{}$$

Στον ακόλουθο πίνακα αναγράφονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων του ποσοστού πρόσληψης νερού κατά μέσο όρο.

Πίνακας 9. Μέσος όρος αποτελεσμάτων των επαναλήψεων του υπολογισμού του ποσοστού πρόσληψης νερού των δειγμάτων.

t(h)	Συγκέντρωση (M)	Πρόσληψη νερού (%)
0	Νωπό	23,75 ± 3,68
24	0,34	7,41 ± 1,92
	0,68	17,78 ± 1,67
	1,02	20,38 ± 1,77
48	0,34	26,71 ± 3,15
	0,68	37,32 ± 5,10
	1,02	25,51 ± 1,44
72	0,34	7,26 ± 2,17
	0,68	25,97 ± 1,85
	1,02	16,66 ± 0,99

4.9 Προσδιορισμός τέφρας

Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκε μια πορσελάνινη κάψα αποτέφρωσης για κάθε συγκέντρωση δείγματος. Δείγματα 1,5-2g μεταφέρθηκαν στις κάψες και ζυγίστηκαν με ακρίβεια 0,1mg. Οι κάψες με το δείγμα τοποθετήθηκαν στο φούρνο στους 103°C για μια ώρα και στη συνέχεια για απανθράκωση στη θερμαντική πλάκα. Ύστερα οι κάψες με το απανθρακωμένο δείγμα μεταφέρθηκαν στον κλίβανο αποτέφρωσης στους 550°C. Μετά από 4 ώρες οι κάψες μεταφέρθηκαν στον ξηραντήρα για να κρυώσουν σε θερμοκρασία δωματίου. Τέλος, ζυγίστηκαν με ακρίβεια 0,1mg και υπολογίστηκε το ποσοστό της τέφρας σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{Τέφρα(\%)} = (\Xi\text{B}/\text{NB}) \times 100$$

Όπου:

NB (Νωπό βάρος): το βάρος του δείγματος πριν την αποτέφρωση

ΞB (Ξηρό Βάρος): το βάρος του δείγματος μετά την αποτέφρωση



Εικόνα 9. Κάψες πορσελάνης με δείγμα κρέατος μετά την απανθράκωση (Πηγή: Προσωπικό αρχείο).

Στον ακόλουθο πίνακα αναγράφονται κατά μέσο όρο, τα αποτελέσματα των μετρήσεων του ποσοστού περιεκτικότητας σε τέφρα.

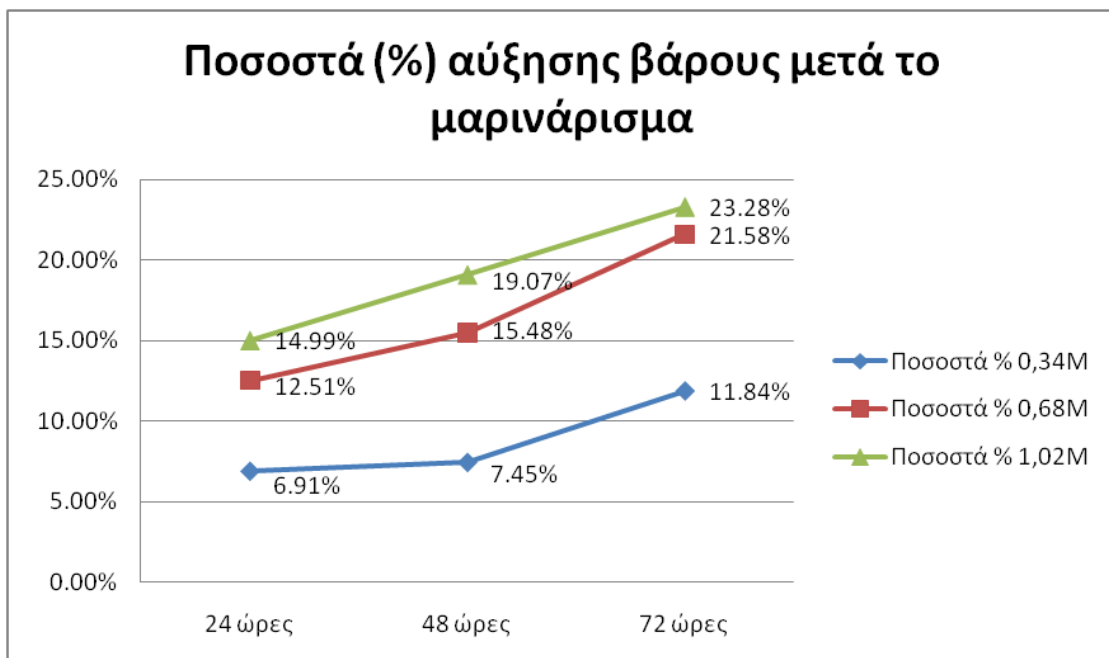
Πίνακας 10. Μέσος όρος αποτελεσμάτων των επαναλήψεων του υπολογισμού του ποσοστού περιεκτικότητας σε τέφρα στα δείγματα.

t(h)	Συγκέντρωση (M)	Τέφρα (%)
0	Νωπό	1,20
24	0,34	1,37
	0,68	2,61
	1,02	3,43
48	0,34	1,30
	0,68	2,20
	1,02	3,79
72	0,34	1,41
	0,68	2,57
	1,02	3,58

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα του πειράματος του υπολογισμού του ποσοστού αύξησης βάρους μετά το μαρινάρισμα απεικονίζονται στο Διάγραμμα 1. Από το διάγραμμα φαίνεται πως όσο αυξάνεται η συγκέντρωση της μαρινάδας στο δείγμα τόσο αυξάνεται και το ποσοστό αύξησης βάρους. Επιπλέον παρατηρείται πως για τις συγκεντρώσεις 0,34M και 0,68M τα ποσοστά αύξησης βάρους αναπτύσσονται εκθετικά, ενώ πλησιάζοντας την συγκέντρωση 1,02M τα ποσοστά αποκτούν μια πιο αναλογική αύξηση. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε αρκετούς παράγοντες όπως την περιεκτικότητα σε λίπος που ίσως να είχε το δείγμα κρέατος, καθώς θα επηρέαζε την ικανότητα απορρόφησης της μαρινάδας από το κρέας. Άλλος ένας λόγος που μπορεί να επηρέασε κάποιο αποτέλεσμα είναι η περίσσεια υγρασία που μπορεί να έμεινε στο δείγμα και που υπολογίστηκε κατά επέκταση στο ζύγισμα.



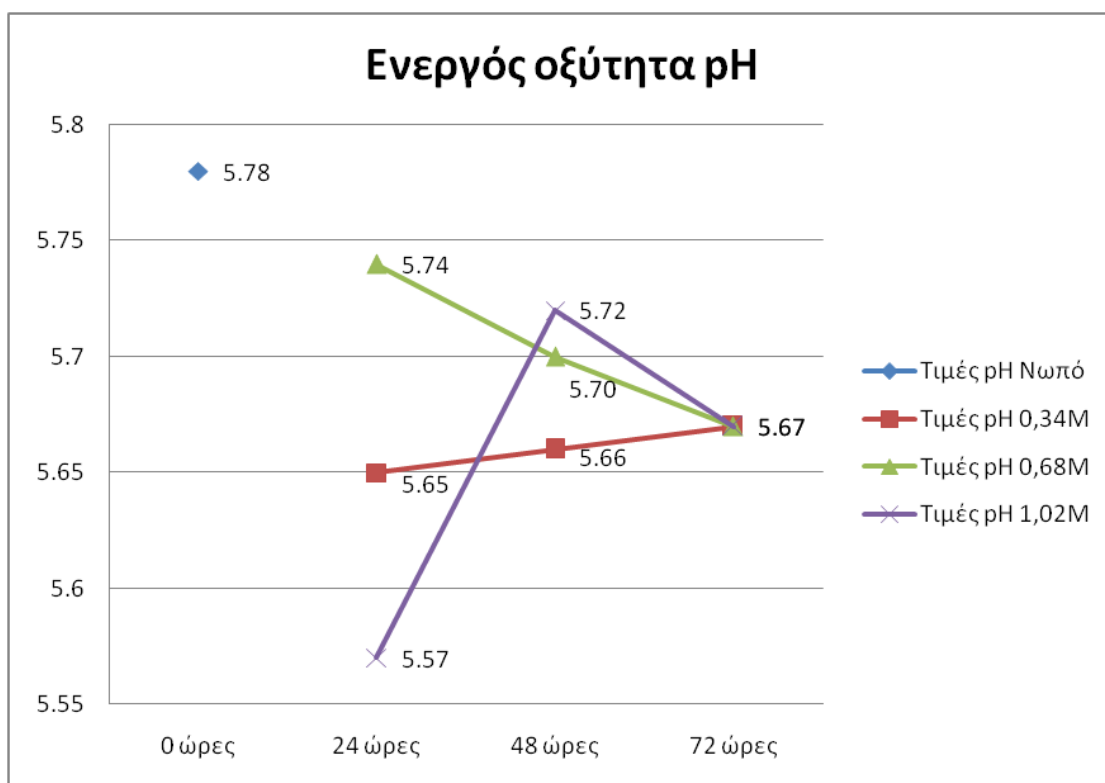
Διάγραμμα 1. Μέσος όρος αποτελεσμάτων των επαναλήψεων του υπολογισμού του ποσοστού περιεκτικότητας σε τέφρα.

Από τα αποτελέσματα αυτά σημειώνεται πως στις 72 ώρες, για τις τρεις συγκεντρώσεις, τα ποσοστά πλησιάζουν κατά πολύ με αυτά των Aktaş et al (2003). Αξίζει να σημειωθεί πως στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε χοιρινό μπούτι

απαλλαγμένο από λίπος, ελληνικής προέλευσης ενώ οι συγκεκριμένοι ερευνητές χρησιμοποίησαν δείγμα μακρύ ραχιαίου μυ μοσχαριού, τουρκικής προέλευσης και πραγματοποίησαν το πείραμά τους για 72 ώρες.

Συμπερασματικά, το καλύτερο ποσοστό αύξησης βάρους μετά το μαρινάρισμα παρατηρείται στην συγκέντρωση 0,34M στις 72 ώρες με ποσοστό $11,84 \pm 4,18\%$, καθώς πλησιάζει αρκετά τα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας του αντίστοιχου πειράματος τα οποία ήταν $11,77 \pm 1,27\%$.

Στο Διάγραμμα 2 καταγράφονται τα αποτελέσματα του υπολογισμού του pH στα δείγματα χοιρινού μπουτιού. Όσον αφορά το παρόν πείραμα, στο Διάγραμμα 2, στις 72 ώρες φαίνεται πως το pH όλων των δειγμάτων καταλήγουν κοντά στην τιμή 5,67. Γενικότερα οι τιμές αυτές φαίνεται να είναι μικρές αλλά παραμένουν στα πλαίσια των επίσημων τιμών όπως αναγράφονται στο AOAC (2023), οι οποίες δίνουν αποτελέσματα για pH από 5,5 έως 6,5.



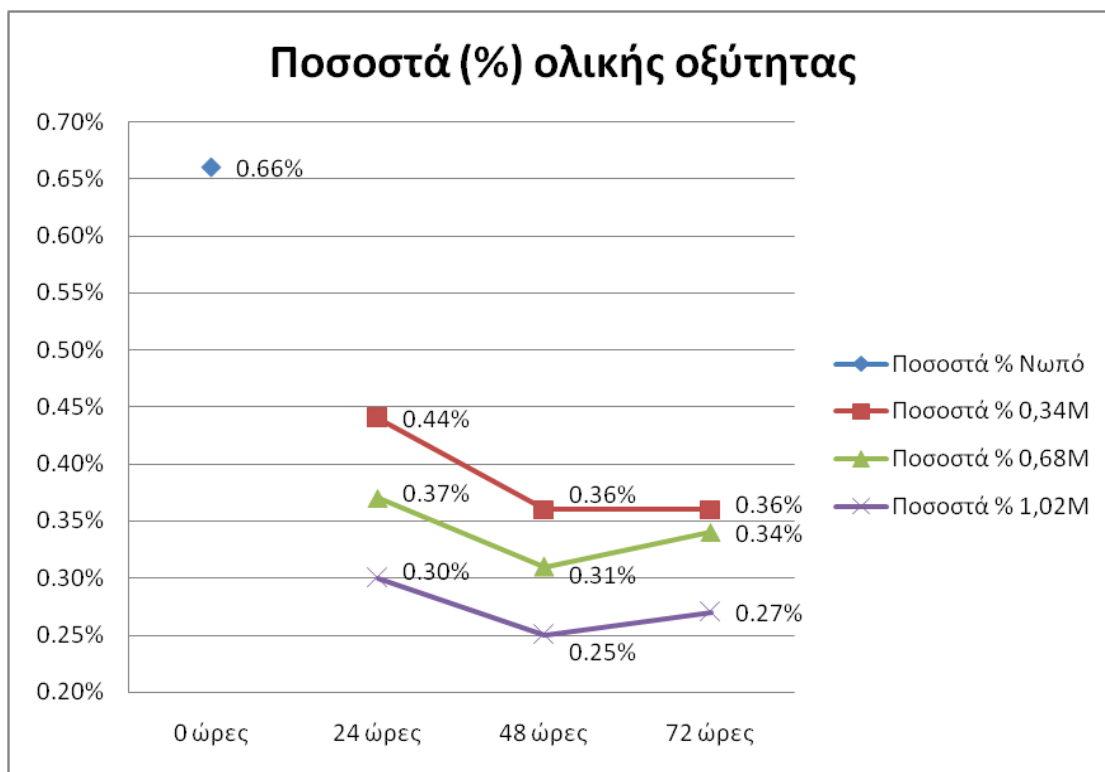
Διάγραμμα 2. Μέσος όρος αποτελεσμάτων των επαναλήψεων του υπολογισμού του ποσοστού περιεκτικότητας σε τέφρα.

Το γεγονός ότι οι τιμές είναι σχετικά μικρότερες μπορεί να αιτιολογηθεί καθώς τα δείγματα έχουν μαριναριστεί με NaCl το οποίο είναι υπεύθυνο για την

μεταβολή της οξύτητας και επομένως της τιμής του pH. Σύμφωνα με αυτό, παρατηρείται πως το pH του νωπού δείγματος είναι μεγαλύτερο των τιμών που βρέθηκαν για τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις. Τέλος, για την συγκέντρωση 1,02M φαίνεται μια απότομη μεταβολή της τιμής του pH, όμως στις 72 ώρες αποκτά παρόμοιο pH με τα υπόλοιπα δείγματα. Ο λόγος αυτής της μεταβολής μπορεί να οφείλεται σε πιθανά σφάλματα κατά την διαδικασία του πειράματος, όπως η λάθος ρύθμιση του pH ή η παρουσία λίπους στο ομογενοποιημένο δείγμα.

Οι τιμές των αποτελεσμάτων της ανάλυσης του χοιρινού κρέατος που προέκυψαν, κυμαίνονται σε pH μεταξύ $5,57 \pm 0,29$ και $5,78 \pm 0,31$ για όλες τις μετρήσεις, ενώ στο πείραμα των Manalo & Gabriel (2020), το pH των δειγμάτων κυμαίνονταν μεταξύ $5,61 \pm 0,42$ έως $6,22 \pm 0,37$, όπου παρατηρείται ότι σχεδόν όλο το εύρος των τιμών συμπίπτει με τα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας. Συμπερασματικά, η καλύτερη τιμή pH που σημειώθηκε για μαριναρισμένο χοιρινό μπούτι παρατηρείται στην συγκέντρωση 0,68 μετά από 24 ώρες με τιμή $5,74 \pm 0,16$, η οποία είναι η πλησιέστερη στο αποτέλεσμα της βιβλιογραφίας.

Για τη μέτρηση της ολικής οξύτητας σε δείγμα χοιρινού μπουτιού, η εκτέλεση του πειράματος έγινε με βάση τη μέθοδο της τιτλοδότησης και τα αποτελέσματα απεικονίζονται στο Διάγραμμα 3. Διαπιστώνεται πως όσο αυξάνεται η συγκέντρωση του NaCl στα μαριναρισμένα δείγματα, τόσο μειώνεται το ποσοστό της ολικής οξύτητας αυτών επίσης. Σε μερικά δείγματα παρατηρείται πως η ολική οξύτητα μειώνεται στις 48 ώρες και αυξάνεται πάλι ελάχιστα στις 72 ώρες.

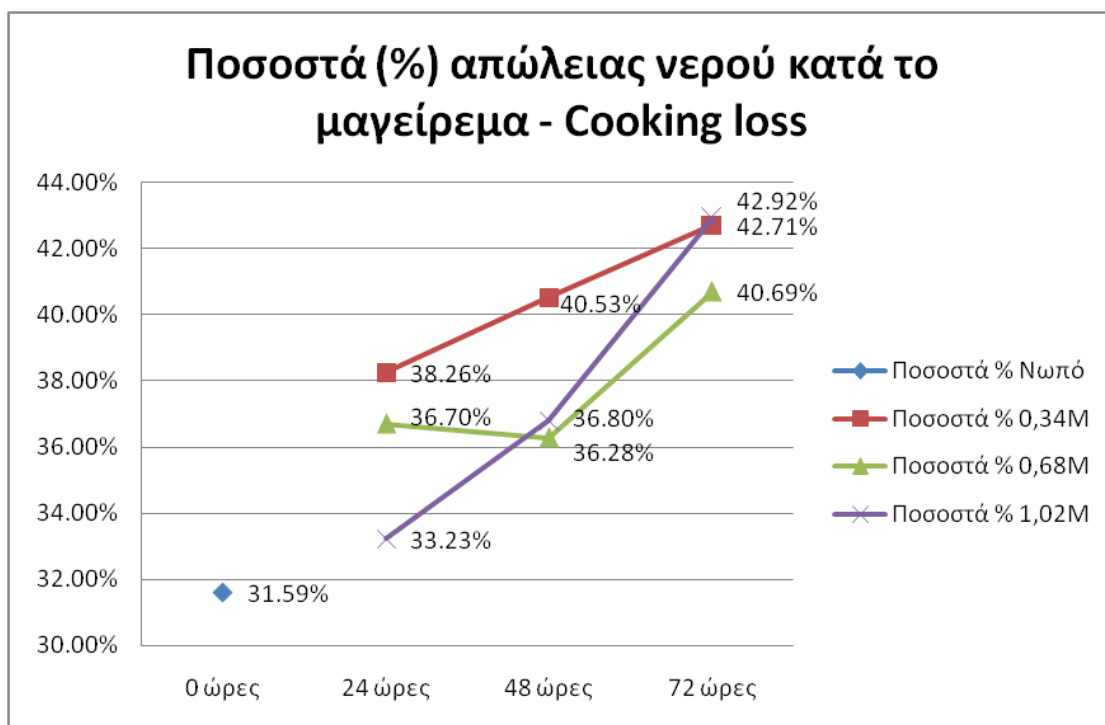


Διάγραμμα 3. Σχέση μεταξύ μέσου όρου τιμών ποσοστού (%) ολικής οξύτητας.

Το παρόν πείραμα πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το πείραμα των Manalo & Gabriel (2020), οι οποίοι χρησιμοποίησαν την αντίστοιχη μέθοδο σε δείγμα χοιρινού φιλέτου και μέτρησαν το ποσοστό % σε γαλακτικό οξύ. Στη βιβλιογραφία των ερευνητών βρέθηκε για το δείγμα χοιρινού φιλέτου πως κυμαίνονταν από $0,70 \pm 0,17\%$ έως $1,08 \pm 0,35\%$ σε οξύτητα που πλησιάζει κατά πολύ τα αποτελέσματα που λήφθηκαν για τα νωπά δείγματα χοιρινού μπουτιού. Ωστόσο, για τα μαριναρισμένα δείγματα σημειώνεται πως τα ποσοστά είναι πολύ πιο χαμηλά από αυτά των νωπών δειγμάτων, τόσο του παρόντος πειράματος όσο και αυτών της βιβλιογραφίας. Συμπερασματικά, ένα μέτριο επίπεδο ολικής οξύτητας αναδεικνύεται ως προτιμότερο και εξαιτίας αυτού η συγκέντρωση 0,34M αντιπροσωπεύει την καλύτερη συγκέντρωση μαρινάδας.

Τα αποτελέσματα του υπολογισμού του ποσοστού απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα σημειώνονται στο Διάγραμμα 4. Συγκεκριμένα, φαίνεται πως την μεγαλύτερη απώλεια νερού κατά το μαγείρεμα είχαν τα δείγματα της συγκέντρωσης 0,34M σε σύγκριση με το νωπό δείγμα ενώ μεγαλύτερο ποσοστό απώλειας είχε το δείγμα της συγκέντρωσης 1,02M στις 72 ώρες. Το NaCl έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει

την ικανότητα συγκράτησης νερού του κρέατος, γεγονός που οδηγεί σε μικρότερες απώλειες μαγειρέματος.



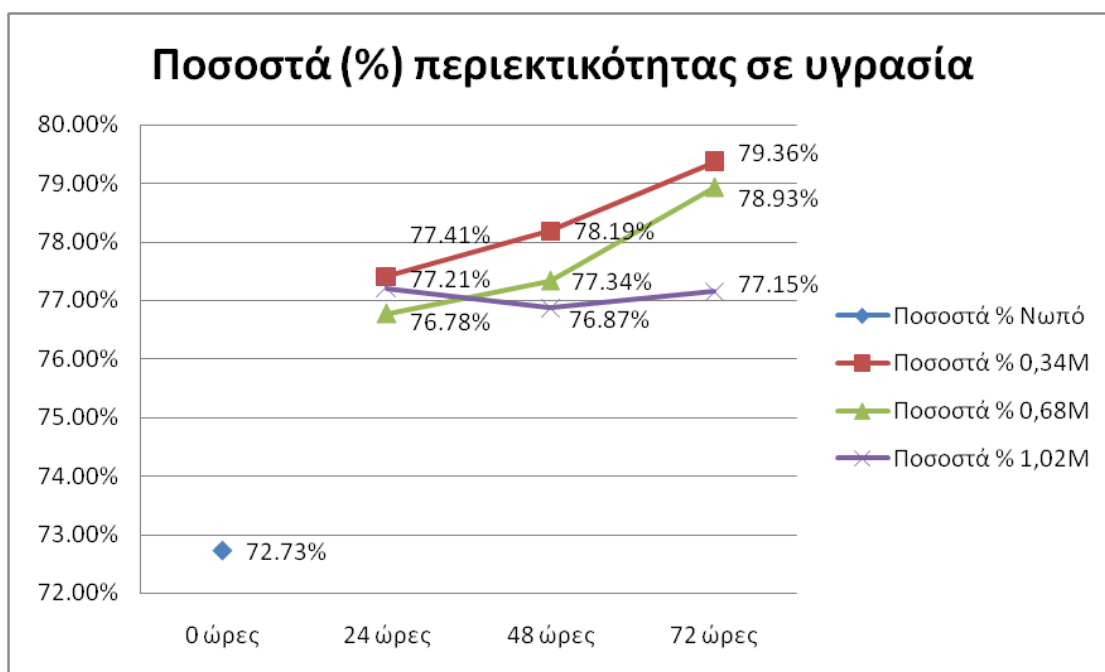
Διάγραμμα 4. Σχέση μεταξύ μέσου όρου τιμών ποσοστού (%) απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα – Cooking loss.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ο προσδιορισμός της % απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα πραγματοποιήθηκε με βάση το πείραμα των Aktaş et al.(2003) σε δείγμα μακρύ ραχιαίου μυ μοσχαριού. Για τις αναλύσεις στο δείγμα μοσχαριού βρέθηκε πως οι τιμές απώλειας μαγειρέματος κυμαίνονται από 46,19% έως 52,07%. Στις παρόν αναλύσεις βρέθηκε πως για τα δείγματα χοιρινού, το ποσοστό απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα κυμαίνονταν περίπου από 31,59% έως 42,92%. Στο πείραμα των Aktaş et al. (2003) τα δείγματα μαγειρεύτηκαν στο φούρνο για 30 λεπτά στους 200°C ενώ στην παρούσα έρευνα οι συνθήκες με τις οποίες μαγειρεύτηκαν τα δείγματα ήταν για 15 λεπτά στους 100°C. Παρατηρείται πως παρόλο που οι τιμές των συγκεντρώσεων μαρινάδας και στα δύο πειράματα είναι ίδιες, τα ποσοστά απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα του παρόντος πειράματος φάνηκε να είναι μικρότερα από αυτά στο πρώτο πείραμα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι υψηλότερες θερμοκρασίες οδηγούν συνήθως σε μεγαλύτερες απώλειες κατά το μαγείρεμα. Έτσι, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία, αποβάλλεται περισσότερο νερό και λίπος από τις ίνες του κρέατος.

Επιπλέον οι μεγαλύτεροι χρόνοι μαγειρέματος μπορούν να αυξήσουν τις απώλειες νερού στο μαγείρεμα, καθώς η παρατεταμένη έκθεση στη θερμότητα να επιτρέπει περισσότερο χρόνο για την απελευθέρωση νερού και λίπους.

Συμπερασματικά, η καλύτερη τιμή ποσοστού απώλειας νερού κατά το μαγείρεμα εντοπίζεται στην συγκέντρωση 1,02M στις 72 ώρες. Τα δείγματα της συγκεκριμένης συγκέντρωσης έδειξαν τόσο την μεγαλύτερη απώλεια νερού στο παρόν πείραμα όσο και τη μικρότερη απόκλιση από τα αποτελέσματα της αντίστοιχης βιβλιογραφίας.

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων του πειράματος του προσδιορισμού της περιεκτικότητας σε υγρασία των δειγμάτων χοιρινού μπουτιού γίνεται στο Διάγραμμα 5. Σε αυτό εντοπίζεται πως για τα δείγματα χοιρινού μπουτιού οι τιμές του ποσοστού υγρασίας σε αυτά ήταν, για τα νωπά δείγματα στις 0 ώρες, κατά μέσο όρο 72,73% και για τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις οι τιμές κυμαίνονταν από 76,78% έως 79,36% που βρίσκονται επίσης στα πλαίσια των επίσημων τιμών 75-80% (AOAC, μέθοδος 925.10, 2023, ISO 1442:2023).



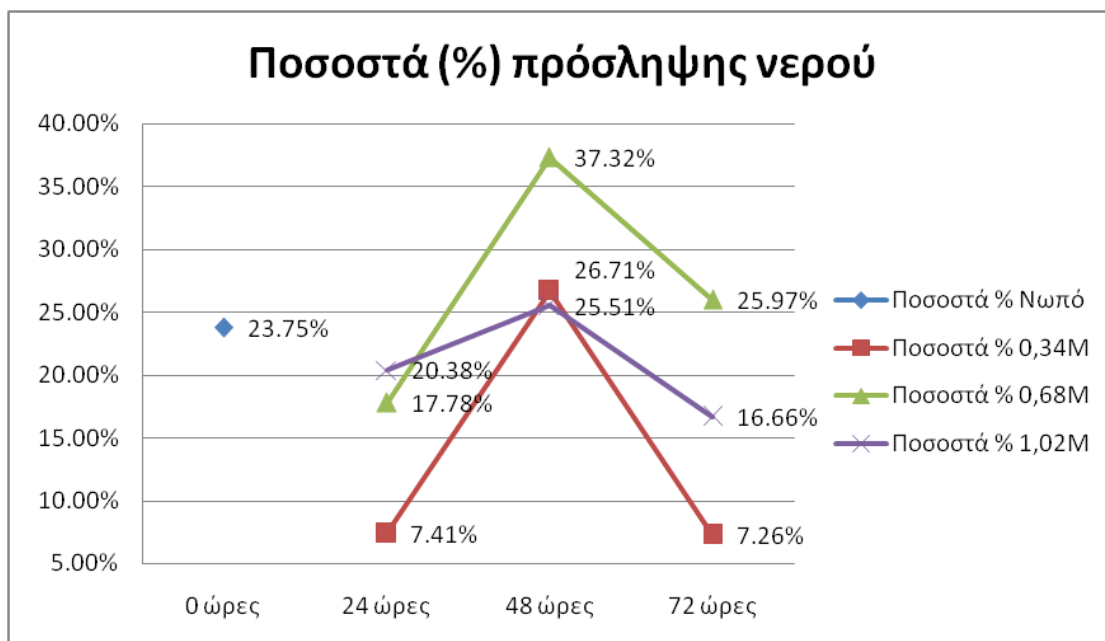
Διάγραμμα 5. Σχέση μεταξύ μέσου όρου τιμών ποσοστού (%) περιεκτικότητας σε υγρασία.

Από το ίδιο διάγραμμα παρατηρείται πως η προσθήκη αλάτος σε νωπό χοιρινό κρέας μπουτιού επηρεάζει αρκετά το ποσοστό περιεκτικότητας της υγρασίας σε αυτό,

ενώ για τα ποσοστά υγρασίας μεταξύ των διαφορετικών συγκεντρώσεων φαίνεται πως ήταν μεγαλύτερα όσο μικρότερη ήταν η συγκέντρωση άλατος στο δείγμα και πως αυξάνονταν σχεδόν αναλογικά για κάθε εικοσιτετράωρο, εκτός των ποσοστών της συγκέντρωσης 1,02M που έδειξε κατά μέσο όρο μια ελάχιστη αύξηση στις 24 ώρες. Η παρατήρηση αυτή συνάδει και με τα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας και συγκεκριμένα των Ferreira et al. (2013), οι οποίοι υπολόγισαν το ποσοστό υγρασίας σε αποξηραμένο αλατισμένο χοιρινό κρέας. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν ξήρανση του δείγματος σε φούρνο ξήρανσης σύμφωνα με τα πρότυπα της AOAC, μέχρι σταθερού βάρους. Η εκτέλεση του παρόν πειράματος ήταν πανομοιότυπη και εφαρμόστηκε ο ίδιος τρόπος ξήρανσης στους 103°C για ένα εικοσιτετράωρο. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν συγκρίθηκαν με αυτά των Ferreira et al. (2013) και έδειξαν μικρές διαφορές στα ποσοστά των μαριναρισμένων δειγμάτων. Συγκεκριμένα, οι τιμές των ποσοστών των δειγμάτων αποξηραμένου αλατισμένου χοιρινού κρέατος για χαμηλά επίπεδα NaCl (2,5%) ήταν περίπου $70,88 \pm 1,0\%$, για μέτρια επίπεδα NaCl (5%) ήταν περίπου $69,54 \pm 0,96\%$, για υψηλά επίπεδα NaCl (7,5%) ήταν $67,50 \pm 1,32\%$ και για τα μέγιστα (10%) που χρησιμοποιήθηκαν ήταν $65,90 \pm 1,11\%$.

Συμπερασματικά, η καλύτερη τιμή ποσοστού περιεκτικότητας σε υγρασία σε μαριναρισμένο χοιρινό μπουτί διαπιστώνεται στη συγκέντρωση 0,68M στις 24 ώρες, καθώς τα αποτελέσματα που λήφθηκαν είναι τα πλησιέστερα σε αυτά της βιβλιογραφίας. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως μεγαλύτερα ποσοστά περιεκτικότητας σε υγρασία είχαν τα δείγματα της συγκέντρωσης 0,34M καθόλη τη διάρκεια του πειράματος.

Τα αποτελέσματα του πειράματος του υπολογισμού του ποσοστού πρόσληψης νερού απεικονίζονται στο Διάγραμμα 6. Πραγματοποιήθηκε μόνο μια επανάληψη για το παρόν πείραμα. Μερικές από τις τιμές που υπολογίστηκαν απέκλιναν αρκετά μεταξύ τους και λόγω αυτού έγινε επανάληψη του πειράματος από την αρχή για τα δείγματα της συγκέντρωσης 0,68M για 48 ώρες, της συγκέντρωσης 1,02M για 48 ώρες και της συγκέντρωσης 0,34M για 72 ώρες και βρέθηκαν τιμές με μικρότερη απόκλιση, με αποτέλεσμα την απόρριψη των αρχικών. Από το διάγραμμα παρατηρείται πως η τιμή για το νωπό βρέθηκε πως ήταν 23,75%, ενώ για τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις δεν υπήρχε κάποια σταθερή τιμή και κυμαίνονταν από 7,26% έως 37,32%.



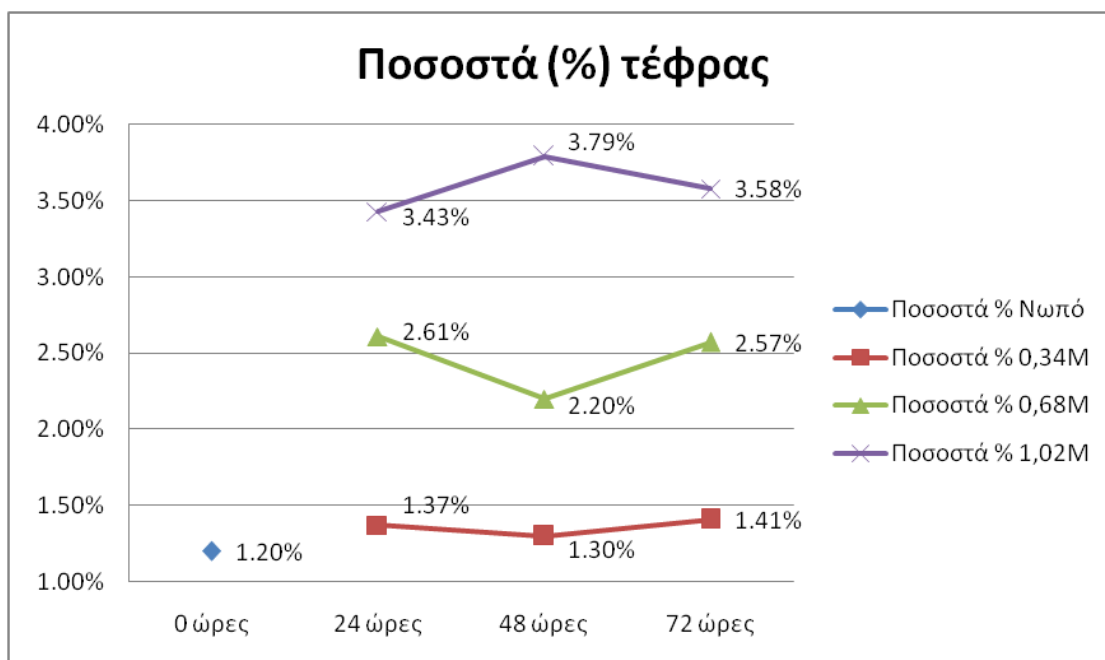
Διάγραμμα 6. Σχέση μεταξύ μέσου όρου τιμών ποσοστού (%) πρόσληψης νερού.

Αν και τα αποτελέσματα που λήφθηκαν από το συγκεκριμένο πείραμα απέχουν κατά πολύ μεταξύ τους, σύμφωνα με το Διάγραμμα 6 μπορεί να σημειωθεί πως για όλες τις συγκεντρώσεις υπήρξε μια μεγάλη αύξηση στο ποσοστό πρόσληψης νερού στις 48 ώρες και έπειτα μια αντίστοιχη ελάττωση στις 72 ώρες.

Η πειραματική διαδικασία που αφορά την ικανότητα πρόσληψης νερού, έγινε σύμφωνα με τον Kerth (2013) ο οποίος μελέτησε την ικανότητα συγκράτησης νερού σε διάφορα είδη κρέατος συμπεριλαμβανομένου του χοιρινού. Μερικές διαφορές στην πειραματική διαδικασία από την παρούσα, ήταν πως τα δείγματα του Kerth αποτελούνταν από 1,5g δείγματος τοποθετημένα μαζί με διηθητικό χαρτί σε σωλήνες φυγοκέντρησης των 50mL για 15 με 30 λεπτά στους 2°C. Στην αναφορά του βρέθηκε πως το ποσοστό πρόσληψης νερού για νωπό δείγμα κρέατος ήταν κατά μέσο όρο 8,04%. Συνεπώς, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η καλύτερη τιμή ποσοστού πρόσληψης νερού παρατηρείται στη συγκέντρωση 0,34M μετά από 24 ώρες.

Στο Διάγραμμα 7 καταγράφονται τα αποτελέσματα του πειράματος του υπολογισμού του ποσοστού τέφρας στα δείγματα χοιρινού μπουτιού. Στο παρόν πείραμα, βρέθηκε πως για το νωπό δείγμα το ποσοστό σε τέφρα ήταν 1,20%, η οποία τιμή βρίσκεται στα πλαίσια των επιπέδων των τιμών τέφρας στο κρέας (1-2%). Για τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις παρατηρείται πως για 0,34M η τιμή του ποσοστού της

τέφρας είναι περίπου 1,36%, για 0,68M είναι περίπου 2,46% και για 1,02M είναι περίπου 3,6%.



Διάγραμμα 7. Σχέση μεταξύ μέσου όρου τιμών ποσοστού (%) τέφρας.

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 7, τα δεδομένα που υποβλήθηκαν έδειξαν πως σε σύγκριση με το νωπό δείγμα το ποσοστό % σε τέφρα αυξάνονταν όσο αυξάνονταν και η περιεκτικότητα σε NaCl στο δείγμα χοιρινού κρέατος, γεγονός που αποδεικνύει πως ενισχυόταν τα ποσοστά σε ανόργανα συστατικά στα δείγματα προς αποτέφρωση. Παρόλα αυτά, στις διαφορετικές ώρες που είχαν αφεθεί τα δείγματα δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αποκλίσεις ανάμεσα στις τιμές.

Η παρατήρηση αυτή συμπίπτει και με τα δεδομένα της βιβλιογραφίας και συγκεκριμένα των Ferreira et al. (2013), οι οποίοι μέτρησαν τα ποσοστά της τέφρας σε δείγματα αποξηραμένου χοιρινού κρέατος επεξεργασμένα με τη μέθοδο ξηρής αλάτισης, και βρήκαν πως η περιεκτικότητα σε τέφρα ήταν, για το νωπό 1,17%, για το δείγμα με μικρά επίπεδα NaCl (2,5%) η τέφρα ήταν 3,52%, για το δείγμα με μέτρια επίπεδα NaCl (5%) η τέφρα ήταν 5,41%, για το δείγμα με μεγάλα επίπεδα NaCl (7,5%) η τέφρα ήταν 6,23% και τέλος για το δείγμα με μέγιστα επίπεδα NaCl (10%) η τέφρα ήταν 7,80%. Επομένως, η καλύτερη τιμή ποσοστού τέφρας παρατηρείται στην συγκέντρωση 0,34M για όλες τις ώρες, καθώς το ποσοστό παραμένει σχεδόν σταθερό σε όλες τις μετρήσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, η παρούσα έρευνα εξέτασε την επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων μαρινάδων NaCl στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και στις ιδιότητες του χοιρινού κρέατος από μπούτι. Η αύξηση βάρους του χοιρινού κρέατος παρουσίασε σημαντικές διακυμάνσεις ανάμεσα στις επαναλήψεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αύξηση βάρους του χοιρινού κρέατος ποικίλλει, με τη συγκέντρωση του άλατος να παίζει σημαντικό ρόλο. Η προσθήκη NaCl επηρέασε την οξύτητα του δείγματος, καθιστώντας το pH χαμηλότερο σε σύγκριση με τα νωπά δείγματα. Τα επίπεδα ολικής οξύτητας μειώθηκαν με την αύξηση της συγκέντρωσης NaCl, με μερικές διακυμάνσεις στις 48 και 72 ώρες. Οι συνθήκες μαγειρέματος, όπως η θερμοκρασία και ο χρόνος, επηρεάζουν σημαντικά την απώλεια νερού κατά το μαγείρεμα, με υψηλότερες θερμοκρασίες και μεγαλύτερους χρόνους να οδηγούν σε μεγαλύτερες απώλειες. Η περιεκτικότητα σε υγρασία του κρέατος επηρεάζεται από την προσθήκη αλατιού, χωρίς όμως σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών συγκεντρώσεων. Τα αποτελέσματα της πρόσληψης νερού ήταν μεταβλητά. Παρά τις αρχικές αποκλίσεις, οι επαναληπτικές δοκιμές παρήγαγαν πιο συνεπή αποτελέσματα. Η περιεκτικότητα σε τέφρα αυξήθηκε με την αύξηση της συγκέντρωσης NaCl, παραμένοντας σταθερή ανεξάρτητα από τον χρόνο μαριναρίσματος.

Συνολικά, η καλύτερη συγκέντρωση μαρινάδας είναι η 0,34M για 72 ώρες, η οποία παρέχει την καλύτερη ισορροπία στις περισσότερες φυσικοχημικές παραμέτρους. Ωστόσο, για την απώλεια νερού κατά το μαγείρεμα, η συγκέντρωση 1,02M αποδεικνύεται πιο αποτελεσματική.

Για την επέκταση της έρευνας, προτείνεται να εξεταστεί η επίδραση διαφορετικών τύπων μαρινάδων, όπως οι ποικιλίες αλατιού ή η προσθήκη αρωματικών ουσιών, στο γευστικό και φυσικοχημικό αποτέλεσμα των προϊόντων κρέατος. Επιπλέον, η διερεύνηση της επίδρασης μεταβλητών θερμοκρασιών και χρόνων μαγειρέματος στην ποιότητα του τελικού προϊόντος θα μπορούσε να προσφέρει πολύτιμα δεδομένα για τη βελτίωση των διαδικασιών μαγειρέματος. Επίσης, μια μελέτη που θα αναλύσει την επίδραση της μαρινάδας σε διάφορα είδη και κομμάτια κρέατος θα μπορούσε να αποκαλύψει σημαντικές διαφορές και να βοηθήσει στην εξειδίκευση της εφαρμογής της μαρινάδας. Τέλος, η αξιολόγηση της επίδρασης

της μαρινάδας στη συντήρηση και ποιότητα του κρέατος σε μεγαλύτερους χρόνους αποθήκευσης θα μπορούσε να προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα της μαρινάδας μακροπρόθεσμα.

Συνοψίζοντας, η μελέτη αυτή επιβεβαίωσε ότι οι φυσικοχημικές ιδιότητες του χοιρινού μπουτιού επηρεάζονται σημαντικά από το μαρινάρισμα με άλας NaCl διαφορετικών συγκεντρώσεων. Τα αποτελέσματα ήταν σε γενικές γραμμές συνεπή με τις υπάρχουσες έρευνες, αν και υπήρξαν μερικές διαφοροποιήσεις που αποδίδονται σε παράγοντες, όπως οι χρόνοι των πειραμάτων και οι συγκεκριμένες πειραματικές συνθήκες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Γεωργάκης, Σ. Α., Βαρελτζής, Κ., & Αμβροσιάδης, Ι. (2002). 'Τεχνολογία Τροφίμων Ζωικής Προέλευσης. Β' Έκδοση, Εκδοτικός Οίκος 'Σύγχρονη Παιδεία', Θεσσαλονίκη.
- Μαυροειδής Ε., (1971). «Εγχειρίδιο Τεχνολογίας του Κρέατος», αυτοέκδοση, Αθήνα.
- Μπλούκας, Ι. Γ. (2007). Τεχνολογία κρέατος. *Εκδόσεις Σταμούλη ΑΕ, Αθήνα*, σ, 57-58.
- Υπουργείο Οικονομικών – Γενικό Χημείο του Κράτους, 2024. Κώδικας Τροφίμων και Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης. Τόμοι 1 & 2. Εκδόσεις Εθνικό Τυπογραφείο, Αθήνα.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Abdullah, B. M., Mason, A., Cullen, J. D., & Al-Shamma'a, A. I. (2013, December). Development of a predictive water-holding capacity method in postmortem longissimus dorsi muscle. In *2013 Seventh International Conference on Sensing Technology (ICST)* (pp. 953-957). IEEE.
- AKTAŞ, N., Aksu, M. İ., & 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(5), 1207-1211.
- Alvarado, C., & McKee, S. (2007). Marination to improve functional properties and safety of poultry meat. *Journal of Applied Poultry Research*, 16(1), 113-120.
- Bampi, M., Domschke, N. N., Schmidt, F. C., & Laurindo, J. B. (2016). Influence of vacuum application, acid addition and partial replacement of NaCl by KCl on the mass transfer during salting of beef cuts. *LWT*, 74, 26-33.
- 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.
- Chernukha, I., Kotenkova, E., Pchelkina, V., Ilyin, N., Utyanov, D., Kasimova, T., ... & Fedulova, L. (2023). Pork fat and meat: A balance between consumer expectations and nutrient composition of four pig breeds. *Foods*, 12(4), 690.

- Dilek, N. M., Babaoğlu, A. S., Unal, K., Ozbek, C., Pirlak, L., & Karakaya, M. (2023). Marination with aronia, grape and hawthorn vinegars affects the technological, textural, microstructural and sensory properties of spent chicken meat. *British Poultry Science*, 64(3), 357-363.
- Dimakopoulou-Papazoglou, D., & Katsanidis, E. (2020). Osmotic processing of meat: Mathematical modeling and quality parameters. *Food Engineering Reviews*, 12(1), 32-47.
- Dr. Latimer, George W, Jr. (ed.), Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL, 22nd Edition (New York, 2023; online edn, AOAC Publications, 4 Jan. 2023).
- Ehsanur Rahman, S. M., Islam, S., Pan, J., Kong, D., Xi, Q., Du, Q., ... & Han, R. (2023). Marination ingredients on meat quality and safety—A review. *Food Quality and Safety*, 7, fyad027.
- Fennema, O. R. (1990). Comparative water holding properties of various muscle foods: A critical review relating to definitions, methods of measurement, governing factors, comparative data and mechanistic matters. *Journal of Muscle Foods*, 1(4), 363-381.
- Ferreira, V. C. D. S., Martins, T. D. D., Batista, E. D. S., Santos, E. P. D., Silva, F. A. P. D., Araújo, Í. B. D. S., & Nascimento, M. C. O. D. (2013). Physicochemical and microbiological parameters of dried salted pork meat with different sodium chloride levels. *Food Science and Technology*, 33, 382-386.
- Goli, T., Ricci, J., Bohuon, P., Marchesseau, S., & Collignan, A. (2014). Influence of sodium chloride and pH during acidic marination on water retention and mechanical properties of turkey breast meat. *Meat Science*, 96(3), 1133-1140.
- 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), 5754930.
- Guo, L., Xu, X., Zhang, X., Chen, Z., He, R., & Ma, H. (2023). Application of simultaneous ultrasonic curing on pork (Longissimus dorsi): Mass transport of NaCl, physical characteristics, and microstructure. *Ultrasonics Sonochemistry*, 92, 106267.
- Han, J., Wang, Y., Wang, Y., Hao, S., Zhang, K., Tian, J., & Jin, Y. (2024). Effect of changes in the structure of myoglobin on the color of meat products. *Food Materials Research*, 4(1).

- Inguglia, E. S., Zhang, Z., Tiwari, B. K., Kerry, J. P., & Burgess, C. M. (2017). Salt reduction strategies in processed meat products—A review. *Trends in Food Science & Technology*, 59, 70-78.
- Kerth, C. R. (Ed.). (2013). *The science of meat quality*. John Wiley & Sons.
- Lebret, B., & Čandek-Potokar, M. (2022). Pork quality attributes from farm to fork. Part I. Carcass and fresh meat. *Animal*, 16, 100402.
- Li, X., Wei, X., Wang, H., Zhang, C. H., & Mehmood, W. (2018). Relationship between protein denaturation and water holding capacity of pork during postmortem ageing. *Food Biophysics*, 13, 18-24.
- Manalo, M. R., & Gabriel, A. A. (2020). Changes in the physicochemical and microbiological properties of pork and chicken meats at ambient storage condition. *Meat Technology*, 61(1), 44-53.
- Martins, C. F., Ribeiro, D. M., Costa, M., Coelho, D., Alfaia, C. M., Lordelo, M., ... & Prates, J. A. (2021). Using microalgae as a sustainable feed resource to enhance quality and nutritional value of pork and poultry meat. *Foods*, 10(12), 2933.
- Meneses, R., & Teixeira, P. (2022). Marination as a hurdle to microbial pathogens and spoilers in poultry meat products: A brief review. *Applied Sciences*, 12(22), 11774.
- Oswell, N. J., Gilstrap, O. P., & Pegg, R. B. (2021). Variation in the terminology and methodologies applied to the analysis of water holding capacity in meat research. *Meat Science*, 178, 108510.
- Penkert, L. P., Li, R., Huang, J., Gurcan, A., Chung, M. C., Wallace, T. C., & Chung, M. (2021). Pork consumption and its relationship to human nutrition and health: A scoping review. *Meat and Muscle Biology*, 5(1).
- Ruiz-Ramírez, J., Arnau, J., Serra, X., & Gou, P. (2005). Relationship between water content, NaCl content, pH and texture parameters in dry-cured muscles. *Meat Science*, 70(4), 579-587.
- Saengsuk, N., Laohakunjit, N., Sanporkha, P., Kaisangsri, N., Selamassakul, O., Ratanakhanokchai, K., & Uthairatanakij, A. (2021). Physicochemical characteristics and textural parameters of restructured pork steaks hydrolysed with bromelain. *Food Chemistry*, 361, 130079.

- Tamanna, N., & Mahmood, N. (2015). Food processing and maillard reaction products: effect on human health and nutrition. *International Journal of Food Science*, 2015(1), 526762.
- Vicente, F., & Pereira, P. C. (2024). Pork Meat Composition and Health: A Review of the Evidence. *Foods*, 13(12), 1905.
- Vlahova-Vangelova, D., &Dragoev, S. (2014). Marination: Effect on meat safety and human health. A review. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20(3), 503-509.
- Wyness, L. (2016). The role of red meat in the diet: nutrition and health benefits. *ProceedingsoftheNutritionSociety*, 75(3), 227-232.