



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Μελέτη διατηρησιμότητας παστουρμά με χρήση αναλυτικών μεθόδων»

“Pastirma sustainability study using analytical methods”



Όνομα Φοιτητή/Name of Student:

Οικονομάκου Μαριάννα

Oikonomakou Marianna

Όνομα εισηγητών/Name of the supervisors:

Σινάνογλου Βασιλεία

Sinanoglou Vassilia

ΑΙΓΑΛΕΩ/AIGALEO 2023

Έγινε δεκτή

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη πτυχιακή εργασία με τίτλο «Μελέτη διατηρησιμότητας παστοურμά με χρήση αναλυτικών μεθόδων» που παρουσιάστηκε από την Οικονομάκου Μαριάννα και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ημερομηνία παρουσίασης: 27-09-23	Όνομα επιβλέποντος Βασιλεία Σινάνογλου Καθηγήτρια	
	Όνομα μέλους επιτροπής Ειρήνη Στρατή Επικ. Καθηγήτρια	
	Όνομα μέλους επιτροπής Ευτυχία Κρίτση Επικ. Καθηγήτρια	

Δήλωση Συγγραφέα Πτυχιακής Εργασίας

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Οικονομάκου Μαριάννα του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 19684070, φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η δηλούσα,

Οικονομάκου Μαριάννα



Ευχαριστίες

Η ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας θα ήταν αδύνατη δίχως την πολύτιμη υποστήριξη της καθηγήτριας και εισηγήτριάς μου, κοσμήτορα της σχολής μας Κας Σινάνογλου Βασιλείας. Της εκφράζω ένα βαθύ ευχαριστώ για όλη τη βοήθεια που μου προσέφερε, σε όλη την ακαδημαϊκή μου πορεία. Ευχαριστώ πολύ, την Κα Κρίτση Ευτυχία, επίκουρη καθηγήτρια του τμήματος, για την εξαιρετική της βοήθεια κατά την πειραματική διαδικασία, καθώς και την υποστήριξή της καθόλη την πορεία της εργασίας.

Χρωστάω επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ, στην Λαδίκη Γεωργία, υποψήφια διδάκτορα του τμήματος, για την άριστη συνεργασία που είχαμε στα πλαίσια εκπόνησης αυτής της εργασίας, τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε για να μου δώσει σημαντικά στοιχεία και εξηγήσεις πάνω στο θέμα, αλλά και για την προθυμία της και βοήθεια, που ποτέ δε δίστασε να μου δώσει.

Ευχαριστώ επίσης, την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια της Σχολής Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., Γιαννακούρου Μαρία, για τις πολύτιμες συμβουλές της όσον αφορά τον αναλυτή υφής και τον Επίκουρο Καθηγητή, Κοντελέ Σπυρίδωνα για τις συμβουλές, την καθοδήγηση και την βοήθεια του στην ολοκληρωμένη προσέγγιση της μελέτης.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω πολύ τους γονείς μου, Οικονομάκο Γεώργιο και Καλού Θεοδώρα, οι οποίοι υπήρξαν πάντα ένα ανεκτίμητο στήριγμα για εμένα και στους οποίους οφείλω όλη τη διαδρομή των σπουδών μου μέχρι σήμερα.

Σας ευχαριστώ όλους θερμά, για τον χρόνο, την υπομονή και για τις γνώσεις που μου παρείχατε. Το σύνολο αυτών των ανθρώπων ήταν ο λόγος που αγάπησα την πορεία αυτή και τίποτα δεν θα ήταν το ίδιο χωρίς εκείνους.

Περίληψη

Ο παστοურμάς αποτελεί ένα ζυμούμενο προϊόν ωρίμανσης από αυτοτελή τεμάχια κρέατος, το οποίο διαθέτει ως εξωτερικό επικάλυμμα το τσιμένι (*Trigonella Foenum-graecum*) και είναι μακράς διάρκειας σε αποθήκευση υπό ψύξη. Στην παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε η μελέτη της διατηρησιμότητας τριών ειδών παστοურμά, μοσχαρίσιου, πρόβειου και βουβαλίσιου, κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης υπό ψύξη ($8\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $\text{RH } 60\pm 2\%$) σε διάστημα 16 ημερών. Τα δείγματα αξιολογήθηκαν ως προς τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τους (υφή, χρώμα, ενεργότητα ύδατος και υγρασία). Επίσης μελετήθηκαν ως προς το προφίλ των μοριακών συστατικών τους με χρήση της φασματοσκοπίας υπερύθρου. Όλα τα αποτελέσματα αξιολογήθηκαν με χρήση στατιστικών εργαλείων. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικά ευρήματα τόσο για το κάθε είδος παστοურμά, όσο και για τη διατηρησιμότητα όλων των δειγμάτων. Η ενεργότητα ύδατος ανέδειξε τον πρόβειο παστοურμά ως τον πιο ευαλλοίωτο, έχοντας την μεγαλύτερη τιμή από όλα τα υπόλοιπα είδη. Η υγρασία του μοσχαρίσιου και του πρόβειου παστοურμά ελαττώθηκε κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης σε ψύξη, ενώ του βουβαλίσιου αυξήθηκε, γεγονός που πιθανόν οφείλεται στο βαθμό ξηράνσεώς του, ο οποίος καθορίζεται από τον τύπο του κρέατος. Επίσης οι χαμηλές τιμές υγρασίας του πρόβειου παστοურμά πιθανόν να σχετίζονται με τη διαφορετική ανατομική θέση των μυών του και τις μεθόδους επεξεργασίας του. Η ανάλυση χρώματος ανέδειξε τον βουβαλίσιο ως τον πιο σκουρόχρωμο παστοურμά και τον μοσχαρίσιο ως τον πιο ανοιχτόχρωμο. Ο πρόβειος παρουσιάστηκε λιγότερο ερυθρωπός λόγω πιθανής μικροβιακής παρουσίας ενώ ο βουβαλίσιος πιο ερυθρωπός. Η απόχρωση εμφανίστηκε ως κόκκινη-ιώδη στον πρόβειο και κόκκινη-πορτοκαλί στους δύο υπόλοιπους τύπους παστοურμά. Τελικά, τη μεγαλύτερη επιρροή στη φθορά της αποθήκευσης παρουσίασε ο πρόβειος παστοურμάς και τη μικρότερη ο μοσχαρίσιος. Από την ανάλυση υφής διαπιστώθηκε ότι ο μοσχαρίσιος παστοურμάς είχε μεγαλύτερη μασητικότητα από ό,τι ο πρόβειος, ενώ η κατάποση ήταν πιο χρονοβόρα για τον βουβαλίσιο και τον πρόβειο παστοურμά. Η ταυτοποίηση του προφίλ των χημικών ενώσεων των τριών ειδών παστοურμά έγινε με Φασματοσκοπία Μετασχηματισμού Fourier με Αποσβένουσα Ολική Ανάκλαση (ATR-FTIR). Προσδιορίστηκαν χαρακτηριστικές απορροφήσεις του O-H των πολυσακχαριτών, της N-H των αμιδίων, του C-H του μεθυλίου των λιπαρών οξέων, του C=O των εστέρων της χοληστερόλης και των τριγλυκεριδίων, των αρωματικών εστέρων και του αμιδίου των πεπτιδίων, του C-N των αμιδίων, της PO₂

των νουκλεϊκών οξέων, των φωσφολιπιδίων και των φωσφορυλιωμένων πρωτεϊνών και τελικά των CO και C–OH των αμινοξέων, πρωτεϊνών και υδατανθράκων.

Λέξεις – Κλειδιά: μοσχαρίσιος, πρόβειος, βουβαλίσιος παστοურμάς, διατηρησιμότητα, ανάλυση υφής, χρώμα τροφίμων, ενεργότητα ύδατος, υπέρυθρη φασματοσκοπία ATR-FTIR

Abstract

Pastirma is a fermented product of maturation from independent pieces of meat, which has as an external covering called the cement (*Trigonella Foenum-graecum*) and a long shelf-life in refrigerated storage. In the present study, the sustainability of the three types of pastirma, which are from calf, lamp and buffalo meat, was studied during refrigerated storage ($8\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, RH $60\pm 2\%$) over a period of 16 days. The samples were qualitatively evaluated in terms of their physicochemical characteristics (texture, color, water activity and moisture). The samples have also been studied in terms of the profile of their molecular components using infrared spectroscopy. All of the results were analyzed statistically. The results showed important findings both for each type of pastirma, as well as for the maintainability of all samples. The water activity highlighted lamp pastirma as the most perishable, having the highest price of all the other species. The moisture content of calf and lamb pastirma decreased during cold storage, while that of buffalo increased, possibly due to its degree of dryness, which is determined by the type of meat. Also, the low moisture values of lamb pastirma are probably related to the different anatomical location of its muscles and its processing methods. Color analysis revealed buffalo as the darkest pastirma and beef as the lightest. The sheep appeared to be less red due to possible microbial presence, while the buffalo was more red. The hue appeared as red-violet in the lamb and red-orange in the other two types of pastirma. Finally, lamb pastirma showed the greatest influence on storage deterioration and calf the least. From the texture analysis, it was found that calf pastirma had more chewiness than lamb, while swallowing was more time-consuming for buffalo and lamb pastirma. The identification of the profile of the chemical compounds of the three kinds of pastirma was done by Fourier Transform Spectroscopy with Attenuating Total Reflection (ATR-FTIR). Characteristic absorptions of O-H of polysaccharides, N-H of amides, C-H of fatty acid methyl, C=O of cholesterol esters and triglycerides, aromatic esters and amide of peptides, C-N of amides were determined, of the PO₂ of nucleic acids, phospholipids and phosphorylated proteins and finally of CO and C-OH of amino acids, proteins and carbohydrates.

Keywords: calf, lamp, buffalo pastirma, sustainability, texture analysis, food colouring, water activity, infrared spectroscopy ATR-FTIR

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Ταξινόμηση προϊόντων κρέατος.....	4
Πίνακας 2: Βασικά σημεία κατά την επιλογή θηκών και τα επακολουθούμενα ελαττώματα κατά την εσφαλμένη επιλογή	10
Πίνακας 3: Μέθοδοι τεχνητής ωρίμανσης διατηρητών αλλαντικών.....	15
Πίνακας 4: Μελέτες και μέθοδοι που σχετίζονται με την ανάλυση των παραμέτρων της διατηρησιμότητας του παστουρμά	28
Πίνακας 5: Οι ημερομηνίες διεξαγωγής των πειραμάτων και ο τρόπος κωδικοποίησης του μοσχαρίσιου παστουρμά.....	35
Πίνακας 6: Οι ημερομηνίες διεξαγωγής των πειραμάτων και ο τρόπος κωδικοποίησης του πρόβειου παστουρμά	36
Πίνακας 7: Οι ημερομηνίες διεξαγωγής των πειραμάτων και ο τρόπος κωδικοποίησης του βουβαλίσιου παστουρμά.....	36
Πίνακας 8: Περιεκτικότητα σε υγρασία (%) και ενεργότητα νερού του μοσχαρίσιου, πρόβειου και βουβαλίσιου παστουρμά, τις ημέρες 1, 4, 8, 11, 14, 16	47
Πίνακας 9: Παράμετροι χρώματος του μοσχαρίσιου, πρόβειου και βουβαλίσιου παστουρμά, τις ημέρες 1, 4, 8, 11, 14, 16.....	50
Πίνακας 10: Παράμετροι υφής του μοσχαρίσιου, πρόβειου και βουβαλίσιου παστουρμά, τις ημέρες 1, 4,8 ,11, 14, 16.....	52
Πίνακας 11: Οι φασματικές ζώνες απορρόφησης (εντάσεις) του παστουρμά που παράγεται από πρόβειο κρέας κατά τη διάρκεια της αποθήκευσής του	55
Πίνακας 12: Οι φασματικές ζώνες απορρόφησης (εντάσεις) του παστουρμά που παράγεται από μοσχαρίσιο κρέας κατά τη διάρκεια αποθήκευσής του.....	56
Πίνακας 13: Οι φασματικές ζώνες απορρόφησης (έντασης) του παστουρμά που παράγεται από βουβαλίσιο κρέας κατά τη διάρκεια αποθήκευσής του.....	56

Κατάλογος Εικόνων/Σχημάτων

<i>Εικόνα 1:</i> Σχηματικές φηγούρες τεμαχίων κρέατος με απεικονιζόμενες τις διαδικασίες της ξηρής ωρίμανσης και της ξηρής/υγρής ωρίμανσης (Kim et al., 2017).....	16
<i>Εικόνα 2:</i> Μοσχαρίσιος παστοურμάς (Ανακτήθηκε από ιστοσελίδα: https://www.miran.gr/).....	18
<i>Εικόνα 3:</i> Μίγμα μπαχαρικών για παστοურμά (τσιμένι) (Αντλήθηκε από ιστοσελίδα: https://www.baharadiko.gr/).....	19
<i>Εικόνα 4:</i> Διάγραμμα ροής οικειακής παρασκευής παστοურμά.....	21
<i>Εικόνα 5:</i> Διάγραμμα ροής βιομηχανικής παραγωγής του παστοურμά.....	23
<i>Εικόνα 6:</i> Πρώτη ημέρα αποθήκευσης του μοσχαρίσιου παστοურμά. Πηγή: Προσωπικό αρχείο	36
<i>Εικόνα 7:</i> Πρώτη ημέρα αποθήκευσης του πρόβειου παστοურμά. Πηγή: Προσωπικό αρχείο.....	37
<i>Εικόνα 8:</i> Πρώτη ημέρα αποθήκευσης του βουβαλίσιου παστοურμά. Πηγή: Προσωπικό αρχείο	37
<i>Εικόνα 9:</i> Τελευταία ημέρα αποθήκευσης του μοσχαρίσιου παστοურμά. Πηγή: Προσωπικό αρχείο	37
<i>Εικόνα 10:</i> Τελευταία ημέρα αποθήκευσης του πρόβειου παστοურμά. Πηγή: Προσωπικό αρχείο	38
<i>Εικόνα 11:</i> Τελευταία ημέρα αποθήκευσης του βουβαλίσιου παστοურμά. Πηγή: Προσωπικό αρχείο	38
<i>Εικόνα 12:</i> Shimadzu, IRAffinity-1S FTIR Spectrometer. Πηγή: IRAffinity-1S Compact FTIR Spectrometer (shimadzu.com)	39
<i>Εικόνα 13:</i> Αναλυτής υφής με εγκατεστημένο το probe A/CKB και το δείγμα παστοურμά. Πηγή: Προσωπικό αρχείο.....	40
<i>Εικόνα 14:</i> Τυπικό διάγραμμα TPA. Πηγή: https://www.researchgate.net/publication/314151195_Effect_of_Chemical_Pretreatments_on_the_Physical_Properties_of_Kiwi	40
<i>Εικόνα 15:</i> Συσκευή μέτρησης aw (AquaLab Dew Point Water Activity Meter 4TE. Πηγή: AQUALAB 4TE Accurate and reliable Water Activity Meter (metergroup.com)	42
<i>Εικόνα 16:</i> Τρισδιάστατη παρουσίαση των χρωμάτων στο σύστημα L*a*b* Πηγή: https://www.researchgate.net/publication/338303610_Research_Techniques_Made_Simple_Cutaneous_Colorimetry_A_Reliable_Technique_for_Objective_Skin_Color_Measurement	43
<i>Εικόνα 17:</i> Θερμοζυγός KERN MLS 50-3 Πηγή: Kern MLS 50-3HA160 used with warranty. Used Kern MLS 50-3HA160 from Labexchange.com.....	44

Περιεχόμενα

Δήλωση Συγγραφέα Πτυχιακής Εργασίας.....	ii
Ευχαριστίες.....	iii
Περίληψη.....	iv
Abstract.....	vi
Κατάλογος Πινάκων.....	vii
Κατάλογος Εικόνων/Σχημάτων.....	viii
Σύμβολα – Ακρωνύμια - Συντομογραφίες.....	xi
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 2: Το Κρέας και τα Προϊόντα του	3
2.1 Ιστορικά Στοιχεία.....	3
2.2 Ταξινόμηση Προϊόντων Κρέατος.....	4
2.2.1 Ομάδα Α: Προϊόντα με Βάση το Κρέας ή Προϊόντα Αλλαντοποίησης.....	6
2.3 Αλλαντικά ωρίμανσης.....	8
2.4 Επιλογή της πρώτης ύλης.....	9
2.5 Πρόσθετες, βοηθητικές ύλες, σάκχαρα, σορβικό κάλιο και αρτυματικές ύλες.....	11
2.6 Ωρίμανση των αλλαντικών.....	14
Κεφάλαιο 3: Ο παστοურμάς	17
3.1 Γενικές πληροφορίες.....	17
3.2 Παρασκευή του παστοურμά.....	20
3.2.1 Οικιακή παρασκευή του παστοურμά.....	20
3.2.2 Βιομηχανική παρασκευή του παστοურμά.....	21
3.3 Διατηρησιμότητα του παστοურμά.....	23
3.3.1 Ποιοτικές παράμετροι.....	23
3.3.2 Συντήρηση και συντηρησιμότητα.....	25
3.4 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας.....	27
3.5 Σκοπός της μελέτης.....	33
Κεφάλαιο 4: Υλικά και Μέθοδοι	35
4.1 Δειγματοληψία του παστοურμά και ο χειρισμός των δειγμάτων.....	35
4.3 Φασματοσκοπία Μετασχηματισμού Fourier με Αποσβένουσα Ολική Ανάκλαση.....	38
4.4 Ανάλυση Υφής (Texture Profile Analysis).....	39
4.5 Μέτρηση φυσικοχημικών παραγόντων.....	41
4.5.1 Ενεργότητα ύδατος (aw).....	41
4.5.2 Μέτρηση χρώματος.....	42
4.5.3 Προσδιορισμός υγρασίας.....	43

4.6 Στατιστική Ανάλυση	44
Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα – Συζήτηση	45
5.1 Φυσικοχημικές παράμετροι του παστούρμα κατά την αποθήκευση	45
5.1.1 Ενεργότητα Ύδατος - Υγρασία	45
5.1.2 Προσδιορισμός παραμέτρων χρώματος	48
5.1.3 Ανάλυση Υφής	51
5.3 Φασματοσκοπία Μετασχηματισμού Fourier με Αποσβένουσα Ολική Ανάκλαση	53
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα	62
Κεφάλαιο 7: Υποδείξεις για περαιτέρω έρευνα	65
Κεφάλαιο 8: Βιβλιογραφία	66

Σύμβολα – Ακρωνύμια - Συντομογραφίες

Ξένη Ορολογία	Ελληνική Ορολογία
TPA: Texture Profile Analysis	Ανάλυση Προφίλ Υφής
IR: Infrared Spectroscopy	Υπέρυθρη Φασματοσκοπία
MAP: Modified Atmosphere Packaging	Συσκευασία Τροποποιημένης Ατμόσφαιρας
TBARS: Thiobarbituric acid reactive substance	Δραστική Ουσία Θειοβαρβιτουρικού Οξέος
FFA: Free fatty acids	Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα
NPN: Non-protein nitrogen	Μη Πρωτεϊνικό Άζωτο
WSN: Water-soluble nitrogen	Υδατοδιαλυτού Αζώτου
VP: Vacuum Packaging	Συσκευασία Κενού
SPME: Solid Phase Micro Extraction	Μικροεξαγωγή στερεάς φάσης
GC-MS: Gas chromatography–mass spectrometry	Αέρια χρωματογραφία – φασματομετρία μάζας
FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations	Ρόλος της Οργάνωσης για τη Διατροφή και τη Γεωργία

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Το μεγαλύτερο ποσοστό των συστατικών που συνθέτουν τα προϊόντα τροφίμων που καταναλώνονται στη σημερινή εποχή, αποτελούνται από ωμά βιολογικά υλικά, τα οποία εμφανίζουν ταχύτερη αλλοίωση. Η αλλοίωση των τροφίμων, μια κατάσταση στην οποία το προϊόν δεν είναι πλέον αποδεκτό από τον καταναλωτή, εμφανίζεται με διάφορες μορφές. Χαρακτηριστικά αναφέρονται η υποβάθμιση του χρώματος του προϊόντος, η αλλοίωση της υφής του, του αρώματός του ή ακόμη και η αδυναμία απόδοσης, σε αποδεκτό βαθμό στον καταναλωτή, των βιταμινών που θα έπρεπε να του προσδώσει. Επιπλέον, ένα αλλοιωμένο τρόφιμο πιθανόν να προκαλέσει παρενέργειες, ασθένειες ή ακόμη και θάνατο σε αυτόν που θα το καταναλώσει.

Οι κύριες κατηγορίες τροφικής αλλοίωσης είναι οι φυσικές (οι οποίες προκαλούνται από την επίδραση του φωτός, του αέρος, της θερμοκρασίας, των παρασίτων, των μικροοργανισμών, της φυσικής αλλοίωσης, του χρόνου, των μεταβολών της ενεργότητας νερού κ.α.), οι μικροβιολογικές (οι οποίες είναι υπαίτιες από τη σχετική υγρασία, την ωσμωτική πίεση, τη διαθεσιμότητα οξυγόνου – οξειδοαναγωγικού δυναμικού, την επιφανειακή τάση κ.α.) (Mittal and Joginder, 2018) και οι χημικές (αυτόλυση ή ενζυμική αμαύρωση) (Steele, 2004).

Σήμερα, η θέσπιση και εφαρμογή κανόνων ασφαλείας στην κατανάλωση των τροφίμων αποτελεί βασική προϋπόθεση για την κυκλοφορία και διανομή ενός τρόφιμου στην αγορά από ό,τι στο πρόσφατο παρελθόν, συνέπεια της ευαισθητοποίησης των καταναλωτών και της αύξησης του βιομηχανικού ανταγωνισμού για την διανομή προϊόντων καλύτερης ποιότητας. Ειδικότερα, το κρέας και τα προϊόντα του είναι μεν πολύτιμα αλλά ταυτόχρονα, ευπαθή σε αλλοιώσεις. Ιδιαίτερα στα προϊόντα ωρίμανσης, που δεν υποβάλλονται γενικώς, σε θερμική επεξεργασία, τόσο κατά την παραγωγή, όσο και κατά την κατανάλωσή τους, είναι ιδιαίτερως σημαντική η ποιοτική τους σταθερότητα (Ραμαντάνης, 2020). Συνεπώς, εμφανίζεται η ανάγκη της εφαρμογής αξιόπιστων τεχνικών αξιολόγησης, για τη διασφάλιση της ασφάλειας και της ποιότητας αυτών των προϊόντων σε όλη τη διάρκεια ζωής τους. Κλασικές αναλυτικές μέθοδοι έχουν αντικατασταθεί με εναλλακτικές, γρήγορες, απλές και μη επεμβατικές μεθόδους για την ενίσχυση της παραγωγικότητας και της κερδοφορίας σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού κρέατος (Candoğan *et al.*, 2021).

Παρόλο που η μικροβιακή χλωρίδα των προϊόντων κρέατος εμφανίζεται ως σταθερή, εφόσον είναι βασιζόμενη σε μια σειρά παραγόντων, αξιόλογη σημασία έχει και η παρακολούθηση των φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών τους. Αυτή επιτυγχάνεται με την παράλληλη χρήση κλασικών και ενόργανων αναλυτικών τεχνικών, ούτως ώστε να διακριθεί η περιεκτικότητα (ποιοτική και ποσοτική) και η δομή τους. Σημαντικότερο στοιχείο στην όλη διαδικασία αποτελεί, επίσης, η ποσοτική ανάλυση της σχετικής υγρασίας και της ενεργότητας νερού, οι οποίες περιλαμβάνονται στη «θεωρία των εμποδίων» όπου βασίζεται η μικροβιολογική σταθερότητα των προϊόντων ωρίμασης και του χρώματος, που διαμορφώνει την πρώτη εντύπωση του καταναλωτή για το προϊόν. Συγχρόνως και προκειμένου να μελετηθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά αυτών, ευρεία χρήση έχει η Ανάλυση του Προφίλ Υφής (TPA), τα αποτελέσματα της οποίας επηρεάζουν τη συνολική γνώμη και εκτίμηση των καταναλωτών και συσχετίζουν την οργανοληπτική ποιότητα με άμεσα μετρήσιμα φυσικά μεγέθη, όπως και η Υπέρυθρη Φασματοσκοπία (FTIR), ταυτοποιώντας τις ενώσεις τους.

Ο παστοურμάς αποτελεί ένα προϊόν κρέατος ζύμωσης – ωρίμανσης, το οποίο αφυδατώνεται σχετικά έντονα. Για το λόγο αυτό, υφίσταται ξηρή αλάτιση και αλείφεται εξωτερικά με μια εύπλαστη μάζα σκόρδου, τσιμενιού, κόκκινου πιπεριού και άλλων καρυκευμάτων (kons = συντηρητικές ουσίες), με συνέπεια να αλλοιώνεται πιο δύσκολα αλλά και αργότερα από άλλα παρασκευάσματα κρέατος. Η μικροβιολογική σταθερότητά του βασίζεται στη «θεωρία των εμποδίων», εφόσον η χαμηλή ενεργότητα νερού συνάμα με τις συντηρητικές ουσίες, δύσκολα υπερπηδούνται από τους υφιστάμενους μικροοργανισμούς. Παρόλα αυτά, εάν υπάρχουν ελαττώματα οφειλόμενα σε ακατάλληλες συνθήκες κατά τη συσκευασία και αποθήκευση του προϊόντος, είναι πιθανή η εμφάνιση αποχρωματισμών, τάγγισης των λιπών και γλοιώδους επιστρώματος από μικρόβια σήψης. Χρήσιμες για την παρακολούθηση των τελευταίων μεταβολών, αποτελούν οι αναλυτικές τεχνικές, οι οποίες αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο.

Κεφάλαιο 2: Το Κρέας και τα Προϊόντα του

2.1 Ιστορικά Στοιχεία

Το κρέας και η κατανάλωσή του έχει διαδραματίσει πρωταρχικό ρόλο στην εξέλιξη της ανθρώπινης διαίτας. Συγκεκριμένα, η κατανάλωσή του από τον άνθρωπο πιστεύεται ότι διαδραμάτισε ζωτική σημασία στην εξέλιξη του εγκεφάλου του *Homo erectus*¹ και έπειτα, η οποία ξεκίνησε περίπου δύομισι εκατομμύρια χρόνια πριν. Η υψηλότερη θερμιδική αξία και ποιότητα του κρέατος, σε σύγκριση με την διατροφή των ογκωδών φυτικών ινών, επέτρεψε την εξέλιξη του ανθρώπινου εγκεφάλου, όπως και στην ελαχιστοποίηση του εντέρου. Έτσι, η ενέργεια που απελευθερωνόταν ως αποτέλεσμα ενός μικρότερου εντέρου, μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από έναν μεγαλύτερο εγκέφαλο.

Στο παρελθόν, οι ανθρώπινες κοινωνίες κατανόησαν τη σημαντική διαιτητική αξία του κρέατος ενώ παράλληλα, η κατανάλωσή του ήταν ενσωματωμένη στα διαμορφούμενα πρότυπα κοινωνικής διάκρισης. Η τελετουργία και η κατανάλωση κρέατος ξεκίνησε από την αρχαία και κλασική Ελλάδα. Πολυτελή συμπόσια με βάση το κρέας ήταν δημοφιλή επίσης στη ρωμαϊκή αριστοκρατία, ενώ η πολυσυζητημένη κατανάλωση των θηλαζόντων γουρουνιών, ήταν σχεδόν αποκλειστικό φαινόμενο στην ιταλική χερσόνησο. Σε όλες τις υπόλοιπες περιοχές της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας ήταν προτιμητέο το αρνίσιο ή το βοδινό κρέας (Albarella, 2015).

Κατά την εποχή που οι Ετρούσκοι κυριάρχησαν στην κεντρική Ιταλία (900-27 π.Χ.), το προσούτο αποτέλεσε ένα δημοφιλές προϊόν. Επιπλέον, κατά τον 8^ο αιώνα π.Χ., όπου διαδραματίζεται το έπος του Ομήρου Οδύσσεια, γίνονται αναφορές για παρασκευή και κατανάλωση αλλαντικών στην Ελλάδα. Τον 1^ο αιώνα μ.Χ., σύμφωνα με τις αναφορές από τον Έλληνα γεωγράφο και φιλόσοφο Στράβωνα, εισάγεται αλατισμένο κρέας από τη Γαλατία, ενώ στο σημερινό Ιράκ, οι κάτοικοι κυνηγούν νυχτερίδες τις οποίες παστώνουν για να τις καταναλώσουν. Τέλος, στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, το 2020, οι καταναλωτές προτιμούν να καταναλώνουν αλλαντικά από ζαμπόν (sidra.ghazali@topagency.com, 2021).

¹ Ο *Homo erectus* (Άνθρωπος ο όρθιος) είναι ένα εκλιπών είδος του γένους *Homo*. Χρονολογείται στα 1,8-1,3 εκατομμύρια χρόνια πριν.

2.2 Ταξινόμηση Προϊόντων Κρέατος

Το κρέας, αποτελεί τα εδώδιμα μέρη των σπληφόρων κατοικιδίων, πουλερικών, λαγόμορφων, άγριων – εκτρεφόμενων ή μικρών – μεγάλων θηραμάτων. Συγκεκριμένα, είναι οι σκελετικοί μύες, δίχως του καρπού, του ταρσού και της ουράς των ειδών αυτών, με φυσικά έγκλειστο ή προσφυούμενο ιστό, οι οποίοι κρίνονται κατάλληλοι για κατανάλωση από τον άνθρωπο (Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 853/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 29^{ης} Απριλίου 2004, Παράρτημα Ι). Στους τελευταίους ιστούς, περιλαμβάνονται εκείνοι οι οποίοι δεν προέρχονται αμιγώς από τους σκελετικούς μυς (δέρμα, περινεφρικό λίπος, λαρδί κλπ.). Τα προϊόντα με βάση το κρέας είναι εκείνα που προέρχονται από τη μεταποίηση κρέατος ή από την περαιτέρω μεταποίηση των ίδιων αυτών προϊόντων, ώστε η επιφάνεια της εγκάρσιας τομής να επιτρέπει να διαπιστωθεί η απουσία των χαρακτηριστικών νωπού κρέατος.

Τα προϊόντα που παράγονται από κρέας ταξινομούνται σε τέσσερις γενικές ομάδες (Πίνακας 1). Η Ομάδα Α περιλαμβάνει τα προϊόντα με βάση το κρέας (προϊόντα αλλαντοποιίας), η Ομάδα Β τα παρασκευάσματα κρέατος, η Ομάδα Γ τις ειδικές κονσέρβες κρέατος και κρέας, ή κρεατοσκευάσματα ή προϊόντα με βάση το κρέας σε συνδυασμό με άλλα τρόφιμα (έτοιμα φαγητά) και η Ομάδα Δ τα παράγωγα κρέατος (Κ.Τ.Π., Άρθρο 91, 2014).

Πίνακας 1: Ταξινόμηση προϊόντων κρέατος

Ομάδες	Κατηγορία	Υποκατηγορία	Ενδεικτικά παραδείγματα
		A1α: από αυτοτελή τεμάχια κρέατος	βραστό χοιρομέρι (ζαμπόν), βραστή ωμοπλάτη (σπάλα), μπέικον, φιλέτο ή στήθος γαλοπούλας και κοτόπουλου, σύγκλινο
	A1: Θερμικής Επεξεργασίας	A1β: από σύγκοπτο κρέας με ή χωρίς τεμάχια κρέατος	λουκάνικα φρανκφούρτης, πάριζα, παριζάκι, μορταδέλες,

A: Προϊόντα με βάση το κρέας (αλλαντοποιίας)			μορφοποιημένα προϊόντα από τεμάχια κρέατος
	A2: Θερμικής ζύμωσης και ωρίμανσης	A2α: από αυτοτελή τεμάχια κρέατος	χοιρομέρι ωρίμανσης, παστουρμάς, παστουρμάς λιαστός, παστό χοιρινό λαρδί, λούντζα Μυκόνου
	A3: Μερικής ζύμωσης (ημίξηρα)		σαλάμι μπύρας, διάφορα λουκάνικα που ως βασικό χαρακτηριστικό έχουν την απουσία λεπτοτεμαχισμένης κρεατόπαστας, ξιδάτο λουκάνικο Κρήτης
	A4: Διπλής θερμικής επεξεργασίας		αλλαντικά ήπατος ή πατέ, το φουά – γκρα χηνός ή νήσσης, οι πηκτές, αλλαντικά αίματος
B: Παρασκευάσματα κρέατος	B1: Από τεμάχια κρέατος		γύρος, σουβλάκι, σνίτσελ, κοκορέτσι, μπριζολάκια, γαρδούμπα
	B2: Από σύγκοπτο κρέας		μπιφτέκι, σουτζουκάκι, κεφτεδάκι, κεμπάπ, σεφταλιά
	B3: Μορφοποιημένα		σνίτσελ, στήθος κοτόπουλο, κοτομπουκιές

	B4: Μη θερμικά επεξεργασμένα νωπά προϊόντα		παραδοσιακά χωριάτικα λουκάνικα
Γ: Άλλα προϊόντα με βάση το κρέας			luncheon meat, corned beef, chopped meat, κονσέρβες προϊόντων αλλαντοποίησης, έτοιμα φαγητά
Δ: Παράγωγα κρέατος			ζωμοί, κονσομέ, σούπες, σάλτσες, εκχυλίσματα κρέατος, ζελατίνη, οπός

2.2.1 Ομάδα Α: Προϊόντα με Βάση το Κρέας ή Προϊόντα Αλλαντοποίησης

Τα προϊόντα αλλαντοποίησης είναι παρασκευάσματα από εδώδιμο κρέας χοίρων, προβάτων, βοοειδών και αιγοειδών με προσθήκη ή όχι χοιρείου λίπους και ουσιών, οι οποίες καθορίζονται απολύτως αγορανομικά. Συγκεκριμένα, οι προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούν είναι να περιέχουν υγρασία μέχρι 35% και μέχρι 50% για τα αλλαντικά με άμυλο και χοίρειο λίπος μέχρι 30% και μέχρι 25% για τα αλλαντικά με άμυλο. Η προσθήκη του αμύλου επιτρέπεται μόνο στα βραστά αλλαντικά και σε ποσοστό μέχρι 18%, επί ξηράς ουσίας, ενώ πρέπει να προέρχεται αποκλειστικά από δημητριακά ή από πατάτες. Η προσθήκη των συντηρητικών και σταθεροποιητών του γλουταμινικού οξέος, δηλαδή των νιτρικών και νιτρωδών αλάτων, επιτρέπεται έως 1,5% και 0,2% αντίστοιχα. Τα φωσφορικά άλατα επιτρέπονται μέχρι 0.4% ως P₂O₅ και το ασκορβικό οξύ έως 0.1%, ενώ απαγορεύεται η προσθήκη χρωστικών και τεχνητών αρωμάτων. Αξίζει να σημειωθεί, ότι η προσθήκη κόκκινου πιπεριού επιτρέπεται μόνο στα σουτζούκια και στον παστουρμά.

Η αγορά των αλλαντικών προτιμάται συχνά από τον καταναλωτή, καθώς αφενός είναι μια κατηγορία προϊόντων σε πιο διατηρήσιμη μορφή από το νωπό κρέας, και αφετέρου αποτελούν μια επιλογή έτοιμη προς κατανάλωση.

Τα αλλαντικά περιλαμβάνουν τα παρακάτω είδη παρασκευασμάτων (Κ.Τ.Π., Άρθρο 91, 2014):

Κατηγορία Α1: προϊόντα θερμικής επεξεργασίας

Μεταποιούνται με θερμική επεξεργασία, υγρή, ξηρή, ή με συνδυασμό, γεγονός που επιτρέπει την εύκολη διάτμησή τους.

Α) Από αυτοτελή κομμάτια κρέατος: βραστό χοιρομέρι (ζαμπόν), βραστή ωμοπλάτη (σπάλα), μπέικον, φιλέτο ή στήθος γαλοπούλας και κοτόπουλου, σύγκλινο. Σε όλα αυτά τα προϊόντα, η επιτρέπεται η παρουσία λειοτριβέντος κρέατος σε μέγιστο ποσοστό 10%.

Β) Από σύγκοπτο κρέας με ή χωρίς τεμάχια κρέατος: λουκάνικα φρανκφούρτης, πάριζα, παριζάκι, μορταδέλες, μορφοποιημένα προϊόντα από τεμάχια κρέατος. Το συνολικό ποσοστό λεπτοτεμαχισμένης κρεατόμαζας των συγκεκριμένων προϊόντων, δύναται να είναι έως 25%.

Κατηγορία Α2: προϊόντα ζύμωσης και ωρίμανσης

Τόσο η ζύμωση, όσο και η ωρίμανση συμβάλλουν στη δημιουργία υγειονομικώς σταθερών προϊόντων.

Α) Από αυτοτελή τεμάχια κρέατος: χοιρομέρι ωρίμανσης, παστοурμάς, παστοурμάς λιαστός, παστό χοιρινό λαρδί, λούντζα Μυκόνου. Δεν υπάρχουν ειδικές απαιτήσεις για τα συγκεκριμένα είδη.

Β) Από σύγκοπτο κρέας: αλλαντικά αέρος διατμητά, σουτζούκια, σαλάμι αέρος Λευκάδας και Θάσου. Σημειώνεται ότι απαγορεύεται η χρήση όρου «αλλαντικό αέρος» σε προϊόντα με θερμοκρασία θερμικής επεξεργασίας μεγαλύτερη των 55°C. Στα αλλαντικά αέρος επιτρέπεται η χρήση μόνο σακχάρων, σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος και σκόνη ορού γάλακτος όσον αφορά τις βοηθητικές ύλες. Σε σουτζούκια και παρεμφερή προϊόντα επιτρέπονται αντίστοιχα ό,τι και στα αλλαντικά αέρος, αλλά επιπρόσθετα και άμυλο.

Κατηγορία Α3: προϊόντα μερικής ζύμωσης – ημίξηρα

Αποτελούν μια ενδιάμεση κατηγορία μεταξύ των προϊόντων ζύμωσης – ωρίμανσης και των προϊόντων θερμικής επεξεργασίας. Στην εξυγίανσή τους συμβάλλουν η θερμική επεξεργασία, η πτώση της ενεργούς οξύτητας και της

ενεργότητας του ύδατος (aw). Ενδεικτικά προϊόντα αποτελούν το σαλάμι μύρας, διάφορα λουκάνικα που ως βασικό χαρακτηριστικό έχουν την απουσία λεπτοτεμαχισμένης κρεατόπαστας και το ξιδάτο λουκάνικο Κρήτης και δυνητικά συντηρούνται και σε συνθήκες περιβάλλοντος. Η χρήση αμύλου απαγορεύεται, τα λουκάνικα χαρακτηρίζονται ως «χωριάτικα» και υπάρχει η δυνατότητα κάπνισης ή/και μερικής αφυδάτωσης.

Κατηγορία Α4: προϊόντα διπλής θερμικής επεξεργασίας

Ένα μέρος ή και όλη η ποσότητα των πρώτων υλών των συγκεκριμένων προϊόντων, πριν από τον τεμαχισμό τους υποβάλλονται σε θέρμανση συνήθως στους 100°C. Έπειτα από την προσθήκη των ανάλογων για το προϊόν αρτυματικών υλών, γίνεται ενθήκευση και εκ νέου θερμική επεξεργασία ή και κάπνιση.

Ενδεικτικά προϊόντα αποτελούν τα αλλαντικά ήπατος ή πατέ, το φουά – γκρα κηνός ή νήσσης, οι πηκτές, καθώς και αλλαντικά αίματος. Στα συγκεκριμένα προϊόντα απαγορεύεται η χρήση αμύλου, η προσθήκη ξένου νερού εκτός από τον ζωμό κρέατος στον οποίο υπέστη ο βρασμός και η χρήση ζελατίνης.

2.3 Αλλαντικά ωρίμανσης

Τα αλλαντικά ωρίμανσης, δηλαδή τα αέρος (π.χ. σαλάμι) ή τα αφυδατωμένα (π.χ. παστοურμάς), αποτελούνται από νωπό λεπτοτεμαχισμένο κρέας και λίπος όπου έχουν προστεθεί ορισμένες βοηθητικές και πρόσθετες ύλες, μεταξύ των οποίων μπορεί να είναι το χλωριούχο νάτριο, ασκορβικό οξύ κλπ., και καρυκεύματα. Η σχηματιζόμενη ομοιογενής μάζα γνωστή ως κρεατόμαζα, ενθηκεύεται, ωριμάζει, ξηραίνεται σε έναν ορισμένο βαθμό και ενδεχομένως καπνίζεται. Το έτοιμο προϊόν συντηρείται συνήθως χωρίς ψύξη σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 10°C και καταναλώνεται κατά κανόνα, ωμό. Διακρίνονται ανάλογα της συνεκτικότητάς τους σε διατμητά (π.χ. παστοურμάς, σαλάμι αέρος), τα οποία διανέμονται σε ψιλές φέτες και σε επαλειφόμενα, δηλαδή αυτά που επαλείφονται σε επιφάνειες όπως το ψωμί. Τα τελευταία, δεν είναι μακράς συντηρησιμότητας, ούτε προορίζονται για άμεση κατανάλωση (Ραμαντάνης, 2020).

Τα διατμητά αλλαντικά ωρίμανσης παράγονται με πολλές μορφές. Διακρίνονται σε ταχείας, τα οποία είναι έτοιμα προς πώληση μετά από 8 ή 10 ημέρες, διαθέτοντας

μειωμένη διάρκεια συντήρησης και παρασκευάζονται κάτω από άλλες συνθήκες (π.χ. υψηλότερη θερμοκρασία). Διακρίνονται επίσης σε βραδείας ωρίμανσης, που διατίθεται στο εμπόριο μετά από 6 ή περισσότερες εβδομάδες ωρίμανσης, και είναι δυνατόν να καταναλωθούν σε διάστημα μερικών μηνών. Τα διατηρητά αλλαντικά μέσης ωρίμανσης δε, καταναλώνονται μετά από 3 περίπου εβδομάδες. Η διάρκεια ωρίμανσης των αλλαντικών, επηρεάζει άμεσα τον βαθμό συνεκτικότητας («σκληρότητας») των προϊόντων. Τα αλλαντικά τα οποία έχουν σχετικά μικρό βαθμό αφυδάτωσης χαρακτηρίζονται ως «ημίσκληρα», ενώ τα έντονης αφυδάτωσης ως «ξηρά» ή «μακράς συντηρήσεως».

2.4 Επιλογή της πρώτης ύλης

Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την επιλογή του κρέατος που θα υποστεί ωρίμανση. Αυτό θα πρέπει να προέρχεται από υγιή, καλά διατραφέντα και επαρκώς προ της σφαγής αναπαυθέντα ζώα, ώστε μετά τη σφαγή να είναι επαρκώς όξινο, με απουσία PSE (Ωχρό, Μαλακό, Εξιδρωματικό κρέας) ή DFD (Σκοτεινόχρωμο Συμπαγές Ξηρό) αποκλίσεων, και με ελάχιστο μικροβιακό φορτίο (Ολική Μικροβιακή Χλωρίδα $< 5 \cdot 10^6/\text{g}$, Enterobacteriaceae $< 10^5/\text{g}$) ώστε να παραχθεί ένα προϊόν μικροβιακώς σταθερό και άριστο. Αμέσως μετά τη σφαγή απαιτείται ταχεία ψύξη και το χρησιμοποιούμενο κρέας να έχει pH μεταξύ 5,4 και 5,8 μετά τη διαδικασία της νεκρικής ακαμψίας. Οι χαμηλές τιμές pH επιτρέπουν την ανάπτυξη επιθυμητών μικροβίων (γαλακτικά βακτήρια/μικρόκοκκοι) ζύμωσης και αναστέλλει αυτά της σήψης τα οποία αναπτύσσονται εύκολα τις πρώτες ημέρες της ωρίμανσης. Επιτρέπει χαμηλή ικανότητα συγκράτησης ύδατος, επομένως διευκολύνει την απομάκρυνσή του κατά το στάδιο της ωρίμανσης. Έτσι, επιτυγχάνεται η μείωση της ενεργότητας ύδατος (a_w), που αποτελεί τον βασικό παράγοντα μικροβιολογικής σταθερότητας του προϊόντος. Ευνοεί επίσης τη μετατροπή των νιτρικών ($-\text{NO}_2$) σε μονοξείδιο του αζώτου (NO), το οποίο ενώνεται με την μυοσφαιρίνη δίδοντας το «ερυθρό χρώμα του παστώματος». Υψηλές τιμές pH (DFD κρέας), υποδηλώνει ανεπαρκή ωρίμανση, ελαττωματική διατηρητότητα (μαλακό προϊόν) και ελαττωματικό χρωματισμό (García *et al.*, 2013).

Εξίσου σημαντική αποτελεί και η κατάλληλη επιλογή του λιπώδη ιστού. Το λαρδί που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να είναι κοκκώδες, σκληρό ή ελαιώδες και συνεκτικό, στερεό. Το μαλακό περιέχει μεγαλύτερο ποσοστό ακόρεστων λιπαρών οξέων, τα οποία υφίστανται οξειδωτική τάγγιση και υποβάθμιση της χαρακτηριστικής

οσμής – γεύσης του αλλαντικού. Η χρήση κακώς συντηρημένου, η συντηρημένου για μεγάλο χρονικό διάστημα λαρδιού, παρουσιάζουν ένα ελαττωματικό προϊόν, του οποίου οι οξειδωτικές μεταβολές έχουν ήδη ξεκινήσει και δεν αναστέλλονται σε χαμηλές θερμοκρασίες. Συνήθως, όσον αφορά τα προϊόντα του παστοურμά, παρασκευάζονται δίχως λίπος, με εξαίρεση του προϊόντος με βάση το πρόβειο κρέας, το οποίο υπάρχει η δυνατότητα να διαθέτει λίπος.

Η επιτυχής παραγωγή του προϊόντος επηρεάζεται επίσης και από την σωστή επιλογή και προετοιμασία των θηκών. Προτιμώνται οι φυσικές από τις τεχνητές, λόγω πιο προσιτής εμφάνισής τους. Η επιλογή τους επηρεάζεται από τη μέθοδο ωρίμανσης που θα ακολουθήσει. Στην ξηρή ωρίμανση προτιμώνται μεγάλα κομμάτια κρέατος, ενώ στην υγρή μικρότερα, ή ακόμη και κιμάς. Επιπλέον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές θήκες για την επίτευξη διαφορετικών γεύσεων και υφών. Για παράδειγμα, μια λιπαρή θήκη, όπως η χοιρινή κοιλιά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μπέικον, ενώ μια πιο άπαχη θήκη, όπως το στρογγυλό μοσχαρίσιο κρέας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το βοδινό κρέας. Τα βασικά σημεία κατά την επιλογή των εντέρων εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2: Βασικά σημεία κατά την επιλογή θηκών και τα επακολουθούμενα ελαττώματα κατά την εσφαλμένη επιλογή

Επιλογή εντέρων	Ελαττώματα
Προσεκτική καθαριότητα και απομάκρυνση του λιπώδους ιστού από τις φυσικές θήκες	Σχηματισμός αφυδατωμένης συμπαγούς ζώνης στην περιφέρεια του προϊόντος, λόγω ανεπαρκούς απομάκρυνσης του λιπώδους ιστού των εντέρων
Χρησιμοποίηση εντέρων με χαμηλό μικροβιακό φορτίο, ανθεκτικών, με καλή ικανότητα συρρίκνωσης και προσκόλλησης στην κρεατόμαζα, επαρκώς αλατισμένων και καλώς	Ελαττώματα χρωματισμού, οσμής και γεύσης στο προϊόν κατά τη χρησιμοποίηση ταγγισμένων ή για μεγάλο χρονικό διάστημα συντηρημένων θηκών

συντηρημένων σε ψυχρό και ξηρό περιβάλλον	
Επαρκής ενυδάτωση και καλή απομάκρυνση άλατος από τα έντερα	Σχηματισμός πτυχώσεων, αποκόλληση και ρήξη του εντέρου, ή «απάνθισμα άλατος»
Επαρκής απομάκρυνση του νερού από τις θήκες μετά την ενυδάτωση	Ελαττωματικός χρωματισμός και διατήρηση χρώματος, σχηματισμός καφέ κηλίδων, φαιός/πράσινος
Επιλογή και απομάκρυνση από την παραγωγή των ταγγισμένων, των αποθηκευμένων για μεγάλο χρονικό διάστημα, των φερόντων ποικίλα στίγματα και γενικώς των ελαττωματικών εντέρων	
Προσοχή: στις οδηγίες του παρασκευαστή των τεχνητών θηκών, στη διαπερατότητα των θηκών κατά τα στάδια ωρίμανσης και ξήρανσης, των συνθηκών ωρίμανσης στη διάμετρο του προϊόντος	Σχηματισμός αφυδατωμένης συμπαγούς ζώνης στην περιφέρεια, ελαττωματική ωρίμανση, σχηματισμός ρωγμών και κενотоπιών κατά τη μη ικανοποιητική προσαρμογή των συνθηκών ωρίμανσης στη διαπερατότητα και διάμετρο των θηκών

2.5 Πρόσθετες, βοηθητικές ύλες, σάκχαρα, σορβικό κάλιο και αρτυματικές ύλες

Στην επεξεργασία των κρεατοσκευασμάτων η προσθήκη χλωριούχου νατρίου, αποτελεί απαραίτητο πρόσθετο, σε ποσότητες από 1,1 g NaCl/100 g λουκάνικου έως 4,6 g NaCl/100 g σαλαμιού. Η προσθήκη του κατά την διαδικασία κοπής του κρέατος, εκλύει τις μυοϊνιδικές πρωτεΐνες από το κρέας. Οι τελευταίες, συμβάλλουν στη σταθερότητα του γαλακτώματος του κρέατος περικλείοντας το περιεχόμενο λίπος και αποτρέποντας την απελευθέρωση υγρασίας, προσδίδοντας έτσι τα επιθυμητά χαρακτηριστικά στο τελικό προϊόν. Με άλλα λόγια, οι μυοϊνιδικές πρωτεΐνες που εκλύονται από το NaCl δεσμεύουν το κρέας, το νερό και το λίπος μαζί για να δώσουν στο προϊόν την επιθυμητή υφή. Η προσθήκη NaCl σε επεξεργασμένα προϊόντα κρέατος

μπορεί να βελτιώσει την υφή και να διατηρήσει μια σταθερή μορφή γαλακτώματος κρέατος. Ενισχύει επίσης, τη γεύση και μετατρέπει το προϊόν σε πιο εύχυμο. Η μετατροπή αυτή, προκαλείται από την εκχύλιση των μυοϊνιδιακών πρωτεϊνών διαλυτών στο άλας για να αντισταθμιστεί η σταθερή κατάσταση των πρωτεϊνών που συνδέονται με το νερό. Τέλος, αναστέλλει την ανάπτυξη μικροοργανισμών κατά την αποθήκευση προϊόντων κρέατος ρυθμίζοντας τη δραστηριότητα του νερού, το οσμωτικό σοκ και την ανισορροπία των ηλεκτρολυτών, εφόσον μειώνεται η ενεργότητα του ύδατος (a_w) του προϊόντος. Έτσι, συνήθως προστίθεται αλάτι κατά την παρασκευή επεξεργασμένων προϊόντων κρέατος (T.-K. Kim et al., 2021).

Τα νιτρικά (KNO_3 , $NaNO_3$) και νιτρώδη άλατα (KNO_2 , $NaNO_2$) χρησιμοποιούνται εκτεταμένα στην βιομηχανία του κρέατος καθώς συμβάλλουν σημαντικά τόσο στην βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών, όσο και στην ασφάλεια των προϊόντων του κρέατος. Ο σταθερός, επιθυμητός προς τον καταναλωτή «ερυθρός χρωματισμός» του παστώματος στο έτοιμο προς πώληση προϊόν, σχηματίζεται με την προσθήκη τους. Προστίθενται μαζί με το χλωριούχο νάτριο κατά την παρασκευή αλλαντικών ωρίμανσης. Συμβάλουν στο χαρακτηριστικό άρωμα των προϊόντων, παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη των μικροοργανισμών και κυρίως του *Clostridium Botulinum*, ενώ συνάμα ελέγχουν την τάγγιση του προϊόντος, παρεμποδίζοντας την οξείδωση των λιπιδίων. Παρόλο που αποτελούν μέρος της ανθρώπινης διατροφής, δύναται να σχηματίσουν καρκινογενείς ενώσεις (Govari M., 2015).

Η Γλυκονο-δ-λακτόνη (Gdl) είναι παράγωγο της γλυκόζης, η οποία υδρολυόμενη με την παρουσία ύδατος που περιέχεται στο κρέας μετατρέπεται σε γλυκονικό οξύ προκαλώντας την επιθυμητή πτώση της τιμής του pH. Η αντίδραση εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την ποσότητα της Gdl (Søltoft-Jensen & Hansen, 2005). Με την πτώση αυτή στο ισοηλεκτρικό σημείο των πρωτεϊνών του κρέατος, αποβάλλεται ευκολότερα και ταχύτερα το νερό, με αποτέλεσμα την ταχύτερη αφυδάτωση του προϊόντος κατά τα πρώτα στάδια της ωρίμανσης, ενώ η σχηματιζόμενη γέλη των πρωτεϊνών προάγει σε χρονικό διάστημα ολίγων ημερών τη σύνδεση και διατηρησιμότητα του προϊόντος.

Το ασκορβικό οξύ και το άλας του (ασκορβικό νάτριο) βελτιώνουν τον σχηματισμό και τη διατήρηση του χρώματος, συνεισφέροντας στη διατηρησιμότητα του προϊόντος. Τα συγκεκριμένα αναγωγικά μέσα συμβάλουν στον σχηματισμό του

«ερυθρού του παστώματος», λόγω της μεγαλύτερης παραγωγής νιτροζομυοσφαιρίνης, παρόλο που έχει αποδειχθεί ότι στο έτοιμο προς κατανάλωση προϊόν ωρίμανσης, το οποίο έχει παρασκευαστεί με την προσθήκη 120 ppm νιτρωδών, παρουσιάζει ικανοποιητικό χρωματισμό και άρωμα χωρίς την προσθήκη του οξέος. Η επαρκής προσθήκη του είναι 0,4-0,5 g/kg κρεατόμαζας και κατά την υπερδοσία ή τη μειωμένη δοσολογία εμφανίζεται ελαττωματικός χρωματισμός.

Τα χρησιμοποιούμενα σάκχαρα στην παρασκευή αλλαντικών ωρίμανσης είναι από τους μονοσακχαρίτες το σταφυλοσάκχαρο (γλυκόζη, δεξτρόζη), από τους δισακχαρίτες το γαλακτοσάκχαρο (λακτόζη), το καλαμοσάκχαρο (σακχαρόζη) και το βυνοσάκχαρο (μαλτόζη), όπως και το «ξηρό σιρόπι αμύλου», το οποίο αποτελείται κυρίως από δεξτρόζη, μαλτόζη και μεγαλομοριακά ενδιάμεσα προϊόντα αποικοδόμησης αμύλου. Τα επίπεδα του Ph στην κρεατόμαζα επηρεάζονται από τις παραπάνω ουσίες. Η πτώση του μάλιστα με την προκαλούμενη παραγωγή του μονοξειδίου του αζώτου από τα νιτρώδη, ενισχύει την παραγωγή χρώματος και την αναστολή των βακτηρίων σήψης. Χρησιμοποιούνται ως πηγή ενέργειας για τον μεταβολισμό των βακτηρίων ωρίμανσης, όπου τα διασπών κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης, σε οξέα κυρίως, τα οποία προσδίδουν στο προϊόν τη χαρακτηριστική όξινη γεύση.

Η ελαφριά κάπνιση των προϊόντων κατά τα αρχικά στάδια της ωρίμανσης (3^η ή 4^η ημέρα) ή η εμβάπτισή τους σε διάλυμα 15-20% σορβικού καλίου, αποτελούν διαδικασίες που λειτουργούν ως αντιμικροβιακοί παράγοντες, αναστέλλοντας τη δημιουργία ενός μικροβιακού επιστρώματος, το οποίο προσδίδει στο προϊόν ελαττωματικό χρωματισμό και οσμή. Εκτός από τη δράση τους έναντι παθογόνων, οι επιδράσεις των σορβικών αλάτων στη διάρκεια ζωής του προϊόντος (shelf-life), στις αισθητηριακές ιδιότητες και στην αποτροπή σχηματισμού νιτροζαμίνης², έχουν επίσης εξεταστεί (Robach & Sofos, 1982).

² Τα νιτρικά και τα νιτρώδη από μόνα τους δεν είναι καρκινογόνα, αλλά αντιδρούν με τις αμίνες των τροφών (παράγωγα της αμμωνίας) και σχηματίζουν νιτροζαμίνες. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι νιτροζαμινών και οι περισσότεροι είναι ισχυροί καρκινογόνοι παράγοντες στα ζώα προκαλώντας μεταλλάξεις στο DNA – πιστεύεται ότι αυτό συμβαίνει όχι απευθείας αλλά μέσω της αποικοδόμησής τους. Μια νιτροζαμίνη, η NDMA (N-nitrosodimethylamine) σχηματίζεται συχνά μέσω της διατροφής (Song *et al.*, 2015).

Οι αρτυματικές ύλες, ή μίγματα αυτών, χρησιμοποιούνται στα προϊόντα ωρίμανσης, τα οποία μετά από αυτή τη διαδικασία αποκτούν ένα χαρακτηριστικό άρωμα, ώστε να ενισχύσουν την έντασή του. Βελτιώνεται επίσης η υφή και το άρωμα του προϊόντος. Η βασική αρτυματική ύλη είναι το πιπέρι, το οποίο συνοδεύεται από άλλες, όπως η πάπρικα και το σαφράν, τα οποία εκτός από χρώμα προσδίδουν και ιδιαίτερη γεύση στο προϊόν. Χρήζει προσοχής η χρήση σκόρδου ή ρούμι για τον επικείμενο σχηματισμό μονόπλευρου αρώματος. Χρήσιμη είναι επίσης η αντιμικροβιακή τους ιδιότητα έναντι συγκεκριμένων βακτηρίων όπως *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Candida albicans* κ.α. (Agaoglu *et al.*, 2007), καθώς και η αντιοξειδωτική τους δράση. Η τελευταία επιτυγχάνεται χάρη των φαινολικών ενώσεων των αρτυματικών υλών, ιδιαίτερα του δεντρολίβανου, έναντι της οξειδωτικής τάγγισης των λιπών και της αλλοίωσης του χρώματος των χρωστικών των κρεατικών ωρίμανσης (*Basics of Spices and Other Non-Meat Ingredients*, 2023).

2.6 Ωρίμανση των αλλαντικών

Αποτελεί την κυριότερη και πιο δύσκολη φάση της παραγωγής αλλαντικών, όπου η νωπή ευαλλοιώτη κρεατόμαζα έχοντας υψηλό pH και ενεργότητα νερού (a_w), πρέπει να μετατραπεί σε ένα διατηρητό, καλού χρωματισμού, επαρκούς αρώματος συντηρήσιμο προϊόν. Αποτελεί κριτήριο αποδοχής ή απόρριψης του προϊόντος, ανάλογα με το αν θα επιτύχει ή όχι. Για να μετατραπεί σε αποδεκτό, βασίζεται σε ποικιλία σύνθετων μικροβιολογικών, βιοχημικών και φυσικών επεξεργασιών. Η αποικοδόμηση υδατανθράκων, η αναγωγή των νιτρικών, ο σχηματισμός χρώματος και αρώματος και η αποβολή υγρασίας από το προϊόν στο περιβάλλον, πρέπει να επιτελεσθούν ισορροπημένα, ώστε τα αποτελέσματα να είναι διακριτά με γυμνό οφθαλμό (χρώμα) ή με την αφή, την όσφρηση, μάσηση, ώστε να καταλήξει ως ένα επιθυμητό και μικροβιολογικά σταθερό προϊόν.

Οι μέθοδοι ωρίμανσης διακρίνονται σε φυσική και τεχνητή. Η φυσική γίνεται σε περιβαλλοντικές συνθήκες, αργά και σε χαμηλές θερμοκρασίες (15-18°C) και η ξήρανση εξαρτάται από τις επικρατούσες συνθήκες του κλίματος. Η τεχνητή (Πίνακας 3) γίνεται σε ειδικές εγκαταστάσεις όπου οι κλιματολογικές συνθήκες (σχετική υγρασία, θερμοκρασία, ταχύτητα αέρα) ρυθμίζονται και ελέγχονται με ειδική διάταξη. Διακρίνεται ανάλογα με τη θερμοκρασία ωρίμανσης σε βραδεία (παρόμοια με τη

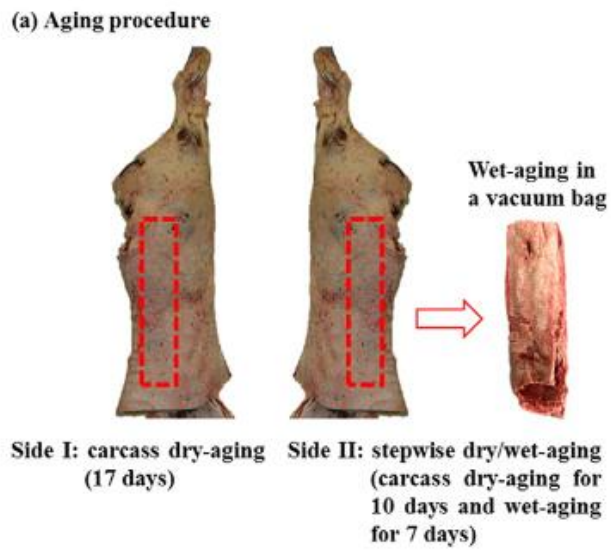
φυσική), ταχεία (έως 25°C) και μέσης ή κανονικής (20-24°C). Ο απαιτούμενος χρόνος εξαρτάται από τη μέθοδο ωρίμανσης. Συγκεκριμένα, όσο μεγαλύτερη η θερμοκρασία ωρίμανσης, τόσο μικρότερος θα είναι ο χρόνος πώλησης του προϊόντος.

Πίνακας 3: Μέθοδοι τεχνητής ωρίμανσης διατημητών αλλαντικών

Ταχεία Ωρίμανση	Μέση Ωρίμανση	Βραδεία Ωρίμανση
1. Γλυκονο-δ-λακτόνη (Gdl) ή/και βακτηριακή οξίνιση (γρήγορη πτώση του pH στο ισοηλεκτρικό σημείο προσδίδει διατηρητότητα στο προϊόν)	1. Βακτηριακή οξίνιση (καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά από της ταχείας, λόγω αντίστασης στην τάγγιση από την απουσία Gdl)	1. Βακτηριακή οξίνιση (δεν επιθυμείται επιτάχυνση της συνεκτικότητας των αλλαντικών, άρα δεν προστίθενται γαλακτικά βακτήρια)
2. Νιτρώδη (Σχηματισμός επιθυμητού ερυθρού χρώματος, 100-125 mg/kg)	2. Νιτρώδη (470 mg KNO ₃ /kg)	2. Νιτρικά (απαιτείται μεγάλη επιβράδυνση του ταγγισμού, για αυτό και χρησιμοποιούνται νιτροαναγωγικοί μικροοργανισμοί)
3. Θερμοκρασία: έως 25°C	3. Θερμοκρασία: 20-24°C (μικρότεροι μικροβιολογικοί κίνδυνοι από της ταχείας)	3. Θερμοκρασία: 15-18°C
4. Πώληση μετά από 10 ημέρες	4. Πώληση μετά από 20 ημέρες	4. Πώληση μετά από 8 εβδομάδες

(Lücke, 1994)

Οι τεχνικές με τις οποίες επιτυγχάνεται η ωρίμανση των κρεάτων, διακρίνονται σε υγρή και ξηρή (Εικόνα 1), οι οποίες επιτυγχάνουν το ιδιαίτερο άρωμα και την τρυφερότητα των κρεατικών της συγκεκριμένης κατηγορίας. Η ξηρή ωρίμανση είναι η διαδικασία με την οποία κρεμιούνται σφάγια κρέατος ή τοποθετούνται μη συσκευασμένα τεμάχια σε ψυγείο και αφήνονται να παλαιώσουν για αρκετές εβδομάδες ή και μήνες σε ελεγχόμενη θερμοκρασία, σχετική υγρασία και ροή αέρα. Ο οπός του κρέατος απορροφάται από αυτό και πραγματοποιείται χημική διάσπαση των πρωτεϊνών και των συστατικών του λίπους που έχουν ως αποτέλεσμα πιο έντονη γεύση. Επιπλέον, τα φυσικά ένζυμα του κρέατος διασπούν τις πρωτεΐνες και τον συνδετικό ιστό στους μύς, γεγονός που οδηγεί σε πιο τρυφερό προϊόν (Dashdotj *et al.*, 2016). Στην υγρή ωρίμανση, το προϊόν τοποθετείται σε συσκευασία κλειστή υπό κενό και αποθηκεύεται σε ελεγχόμενο περιβάλλον για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.



Εικόνα 1: Σχηματικές φηγούρες τεμαχίων κρέατος με απεικονιζόμενες τις διαδικασίες της ξηρής ωρίμανσης και της ξηρής/υγρής ωρίμανσης (Kim *et al.*, 2017)

Κεφάλαιο 3: Ο παστουρμάς

3.1 Γενικές πληροφορίες

Ο παστουρμάς³, είναι ένα προϊόν ωρίμανσης, παραδοσιακά παρασκευασμένο στην Τουρκία. Είναι μη μαγειρεμένος, ωριμασμένος με την τεχνική της ξηρής ωρίμανσης, ξηραμένος, πεπιεσμένος και επικαλυμμένος με τσιμένι, το οποίο είναι το σημαντικότερο συστατικό του. Ανήκει στα αλλαντικά αέρος, δηλαδή αυτά που παράγονται από ζύμωση, από αυτοτελή τεμάχια κρέατος. Το προϊόν χωρίς φέτες μπορεί να αποθηκευτεί χωρίς ψύξη. Καταναλώνεται συνήθως για πρωινό, άψητο σε λεπτές φέτες. Για τη διατήρηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του, ο παστουρμάς σε φέτες πρέπει να συσκευάζεται και να φυλάσσεται σε χαμηλές θερμοκρασίες (<10°C). Η παραγωγή του παστουρμά στην Τουρκία, είναι περίπου 2041 τόνους ετησίως. Τα τουρκικά πρότυπα για το προϊόν, είναι το μέγιστο λίπος έως 40%, έως 8,5% αλάτι, το pH μεταξύ 4,5–5,8, η μέγιστη περιεκτικότητα σε υγρασία να είναι 50%, με ενεργότητα ύδατος (aw) περίπου 0,90 και το μέγιστο επίπεδο τσιμενιού 10%, χωρίς τάγγιση των λιπιδίων και με μηδενική ανοχή στους παθογόνους μικροοργανισμούς (Kilic, 2009).

Οι διαφορετικές περικοπές των μυών, μπορούν να παράξουν 26 διαφορετικά είδη παστουρμά. Η καλής ποιότητας παστουρμά παράγεται από το φιλέτο, το κότσι, το πόδι και τους ώμους. Οι μύες διαχωρίζονται από το σφάγιο κατά την έναρξη της νεκρικής ακαμψίας του και αφήνονται σε ηρεμία σε θερμοκρασία δωματίου για 4–8 ώρες. Στη συνέχεια κόβονται κατάλληλα για την έναρξη της παρασκευής του. Για αυτήν, χρησιμοποιείται κυρίως κρέας καμήλας (Αρμένικος) ή αλόγου (Πολίτικος), βόειο ή μοσχαρίσιο κρέας (Εικόνα 2) με λίγο ή καθόλου λίπος (νουά ή ποντίκι), από το οποίο απομακρύνεται το λίπος και οι περιτονίες, απονευρώσεις των μυών (πέτσες). Στην Ελλάδα ο παστουρμάς παράγεται κατά βάση από τεμάχια βόειου ή μοσχαρίσιου κρέατος που είναι απαλλαγμένα από λίπος. Είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί και γιδοπρόβειο κρέας με ή χωρίς λίπος. Σε ορισμένες περιπτώσεις γίνεται και χρήση ορισμένων ιχθυηρών, όπως του τόνου. Ο πιο διαλεχτός από τα παραπάνω, θεωρείται ο παστουρμάς από κρέας καμήλας.

³ Αλλιώς *pastirma* ή *basturma*, *pastarma*, *pastourma*, *basdirma*, *basterma*. Στην τουρκική γλώσσα η λέξη *bastirma* σημαίνει πίεση.



Εικόνα 2: Μοσχαρίσιος παστοურμάς (Ανακτήθηκε από ιστοσελίδα: <https://www.miran.gr/>)

Το εξωτερικό επικάλυμμα του παστοურμά ονομάζεται τσιμένι (Εικόνα 3) και είναι το πιο σημαντικό συστατικό του. Το τσιμένι, όπως αναφέρει η τουρκική διάλεκτος, παράγεται από τους επίγειους σπόρους της τριγωνίδας (*Trigonella Foenum-graecum*) και είναι ευρέως διαδεδομένο στην περιοχή της Μεσογείου, την Ινδία και την Κίνα. Χρησιμοποιείται ως βρώσιμο υλικό επίστρωσης σε προϊόντα παστοურμά. Η συμπεριφορά της ροής του και οι χρονοεξαρτώμενες ιδιότητες της ροής του, έχουν μελετηθεί στο εύρος θερμοκρασίας 10–30 °C. Διαπιστώνεται ότι εμφανίζει μη νευτωνική⁴ συμπεριφορά.

Η αναλογία του σπόρου σε μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά συστατικά είναι ιδιαίτερα σημαντική. Έχει υψηλή αναλογία πρωτεΐνης (περίπου 20-30%) καθώς και του αμινοξέος 4-υδροξυισολευκίνη, το οποίο έχει υψηλή ινσουλινοδιεγερτική δραστηριότητα. Η σύνθεση των λιπαρών οξέων των σπόρων της τριγωνέλας, κυμαίνεται από 5% έως 10%, το οποίο αποτελείται κυρίως από λινελαϊκό, λινολενικό, ελαϊκό και παλμιτικό οξύ. Έχει 45 έως 65% συνολικούς υδατάνθρακες, με 15% γαλακτομαννάνη, η οποία είναι μια διαλυτή ίνα. Μαζί με αυτά τα μακροθρεπτικά συστατικά, ο σπόρος της τριγωνέλας περιέχει επίσης φλαβονοειδή, κουμαρίνες, σαπωνίνες και περισσότερο ασβέστιο, φώσφορο, σίδηρο, ψευδάργυρο και μαγγάνιο από τα περισσότερα στα όσπρια (Kilic, 2009).

Το τσιμένι γενικότερα φαίνεται πως έχει φαρμακευτική δράση. Ειδικότερα, αναφέρεται ότι οι σπόροι της τριγωνέλας αναμειγμένοι με νερό, είχαν

⁴ Θιζότροπα ρευστά ή Μη νευτώνεια ρευστά: Τέτοια χαρακτηρίζονται συνήθως υγρά που παρουσιάζουν μικρότερης κλίμακας ιδιότητες των φυσικών ρευστών, δηλαδή χαμηλό ιξώδες ιδιαίτερα όταν υποβάλλονται σε ανάδευση και γίνονται περισσότερο λεπτόρρευστα.

χρησιμοποιηθεί για τη διαχείριση των δερματικών μολύνσεων λόγω του σταφυλόκοκκου, των πόνων των μυών, της φλεγμονής των λεμφαδένων, της ουρικής αρθρίτιδας, των πληγών και των έλκων στα πόδια. Πιο πρόσφατα στοιχεία υποστηρίζουν τη χρήση της τριγωνέλας για τη μείωση των επιπέδων σακχάρου στο αίμα σε άτομα με διαβήτη και σε μικρότερο βαθμό για τη μείωση της χοληστερόλης στο αίμα. Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε διαλυτές φυτικές ίνες του τριγωνόφυλλου μπορεί να παίζει ρόλο στον έλεγχο της μάζας (Işikli & Karababa, 2005).

Στην παραγωγή του παστουρμά, το ξηρό κρέας βυθίζεται και διατηρείται σε πάστα τριγωνέλας (τσιμένι) για την επικάλυψη της επιφάνειας του κρέατος μέχρι να σχηματιστεί μια σχετικά παχιά μεμβράνη. Το τσιμένι παρέχει κάποια ιδιαίτερη εμφάνιση, χρώμα, υφή και γεύση στο προϊόν και αποτρέπει τη μικροβιακή επιμόλυνση, καθώς και την υπερβολική ξήρανσή του. Εκτός από τους σπόρους τριγωνέλας, για την Παρασκευή του τσιμενίου χρησιμοποιούνται επίσης γλυκό κόκκινο πιπέρι, σκόρδο το οποίο ευθύνεται για την ιδιάζουσα γεύση και οσμή του παστουρμά, καυτερό κόκκινο πιπέρι και αλάτι σε διάφορες αναλογίες. Στο εμπόριο μάλιστα κυκλοφορεί μίγμα τριγωνέλας ή αλλιώς μοσχοσίταρου με γλυκό κόκκινο πιπέρι σε αναλογία 1:1. Για την παρασκευή του τσιμενίου αναμιγνύονται οι παραπάνω αρτυματικές ύλες μέσα σε έναν αναμικτήρα, στις ποσότητες που δίδεται από την συνταγή, μαζί με πάγο, μέχρις ότου σχηματιστεί μια ελαστική, σφιχτή πάστα (Ζαφειριάδης, 2015)



Εικόνα 3: Μίγμα μπαχαρικών για παστουρμά (τσιμένι) (Αντλήθηκε από ιστοσελίδα: <https://www.baharadiko.gr/>)

3.2 Παρασκευή του παστοურμά

Για την παρασκευή του παστοურμά χρησιμοποιείται συνήθως κρέας καμήλας ή αλόγου (άπαχο κρέας) είτε βόειο ή μοσχαρίσιο κρέας με λίγο ή καθόλου λίπος, δηλαδή από τα μέρη του νουά ή του ποντικιού. Έχει γίνει κατάλληλη επιλογή ανάλογα με το αποτέλεσμα που επιθυμείται, της ποσότητας των αρτυματικών υλών, του χλωριούχου νατρίου και των νιτρικών ή νιτρωδών που θα προστεθούν στο προϊόν στη συνέχεια. Αυτές ζυγίζονται και τρίβονται όλες μαζί. Παράλληλα, επιλέγεται και η κατάλληλη συσκευασία στην οποία θα αποθηκευτεί στο τέλος το προϊόν. Συνήθως για την βιομηχανική παρασκευή του παστοურμά, επιλέγονται συσκευασίες από πολυαιθυλένιο (PE), ενώ για την οικιακή, λαδόκολλα. Κατόπιν, το κρέας πλένεται σχολαστικά.

3.2.1 Οικιακή παρασκευή του παστοურμά

Οι διαδικασίες που ακολουθούνται στη συνέχεια, είναι αναλόγως με το εάν θα πραγματοποιηθεί οικιακή ή βιομηχανική παρασκευή. Όσον αφορά την οικιακή (Εικόνα 4), το κρέας αμέσως μετά το πλύσιμο τοποθετείται σε μια γάστρα, στην οποία θα παραμείνει για 7 ημέρες όπου και θα πραγματοποιείται η μέθοδος της φυσικής ωρίμανσης, είτε σε εξωτερικό χώρο υπό τον φωτισμό του ηλίου, σε θερμοκρασίες περίπου 25-30°C (ξηρή ωρίμανση), είτε στο ψυγείο, σε θερμοκρασίες 0-2°C (υγρή ωρίμανση). Στο σημείο αυτό, καλύπτεται με χονδρόκοκκο αλάτι. Μετά το πέρας των ημερών, το κρέας θα υποστεί την διαδικασία του ξεπλύματος με μεγάλη πίεση νερού, ώστε να απομακρυνθεί το αλάτι όσο περισσότερο γίνεται από τους ιστούς του κρέατος. Κατόπιν, το κρέας περνιέται με σακοράφα σπάγκο ή πλαστική κλωστή και καλύπτεται από το τσιμένι το οποίο παρασκευάζεται προηγουμένως κατάλληλα. Συμπίεζεται ώστε να μειωθεί ο όγκος του και αναρτάται από τον σπάγκο ή την κλωστή, σε χώρο με χαμηλή θερμοκρασία, χαμηλή σχετική υγρασία και ταχύτητα αέρα, για 7-10 ημέρες, ώστε να αφυδατωθεί πλήρως. Τελικά, ο παστοურμάς κόβεται σε λεπτές φέτες και συσκευάζεται στη λαδόκολλα.



Εικόνα 4: Διάγραμμα ροής οικειακής παρασκευής παστουρμά

3.2.2 Βιομηχανική παρασκευή του παστουρμά

Στην περίπτωση όπου παρασκευάζεται παστουρμάς με σκοπό την εμπορία του σε μεγάλες ποσότητες, γίνεται σε βιομηχανικό επίπεδο (Εικόνα 5). Πέρα των διαδικασιών που προαναφέρθηκαν, για την προετοιμασία των πρόσθετων, αρτυματικών υλών, του τσιμενιού και των υλικών της συσκευασίας, ορισμένα στάδια διαφέρουν από εκείνα της οικειακής προετοιμασίας. Αρχικά, δύναται να πραγματοποιηθεί είτε με τη μέθοδο της φυσικής ωρίμανσης, δηλαδή κάτω από το ηλιακό φως και σε θερμοκρασία 25-30°C, είτε με εκείνη της τεχνητής ωρίμανσης, σε ειδικά κλιματιζόμενο χώρο στους 30°C και με ταχύτητα του αέρα σε 30 m/min (Hastaoglu & Vural, 2018). Το πρώτο στάδιο είναι η απομάκρυνση των οστών του κρέατος, το ξύρισμά του και ο τεμαχισμός του. Έπειτα, αφαιρείται το επιφανειακό λίπος και ο συνδετικός ιστός από τις επιφάνειες και πλένεται καλά για την απομάκρυνση των υπολειμμάτων. Ακολουθεί ο τεμαχισμός του σε 6 διαφορετικά μέρη, το γέμισμά του με τις πρόσθετες και αρτυματικές ύλες, δηλαδή το χλωριούχο νάτριο ή κάλιο, τα νιτρικά και τα νιτρώδη άλατα και η

τοποθέτησή του σε ειδικές, κατά προτίμηση ανοξειδωτές δεξαμενές και ράφια. Έπειτα από 48 ώρες, τα δείγματα πλένονται καλά με υψηλής πίεσης νερό θερμοκρασίας 15°C, ώστε να καθαριστούν όλοι οι παράγοντες ωρίμανσης από τα ελεύθερα διαστήματα των τεμαχίων κρέατος. Κατόπιν, το κρέας περνιέται με σακοράφα σπάγκο ή πλαστική κλωστή και καλύπτεται από το τσιμένι το οποίο παρασκευάζεται προηγουμένως κατάλληλα. Στη συνέχεια πραγματοποιείται ξήρανση σε δύο στάδια. Στο πρώτο, στη μέθοδο της φυσικής ξήρανσης, τα δείγματα διατηρούνται για 5 ημέρες κάτω από ηλιοφάνεια (περίπου 25-30°C) και σε καιρικές συνθήκες με αέρα, στη βεράντα ενός εργοστασίου, το οποίο καλύπτεται με συρμάτινο δίχτυ. Στη μέθοδο δε της τεχνητής ωρίμανσης, τα δείγματα διατηρούνται σε κλιματιζόμενο δωμάτιο στους 30°C και η ροή αέρα ρυθμίζεται στα 30 m/min για περίπου 2 ημέρες. Έπειτα από το πρώτο στάδιο ξήρανσης, τα δείγματα πιέζονται κάτω από περίπου 8 bar για 10 ώρες σε θερμοκρασία δωματίου. Στο δεύτερο στάδιο ξήρανσης, τα δείγματα αναρτώνται από τον σπάγκο ή την πλαστική κλωστή σε ειδικό χώρο κλιματιζόμενο στους 45°C για 24 ώρες. Την επόμενη μέρα, όλα τα δείγματα καλύπτονται με πάστα καρυκευμάτων, η οποία σχηματίζει πάχος 3-4 mm στις επιφάνειες όλων των δειγμάτων. Τέλος, ο παστοურμάς κόπτεται σε λεπτές φέτες και συσκευάζεται σε πολυαιθυλένιο με κενό αέρος.



Εικόνα 5: Διάγραμμα ροής βιομηχανικής παραγωγής του παστουρμά

3.3 Διατηρησιμότητα του παστουρμά

3.3.1 Ποιοτικές παράμετροι

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν τα τελικά χαρακτηριστικά του παστουρμά. Η ποιότητα της πρώτης ύλης, επηρεάζει κυρίως τον ρυθμό και την έκταση των βιοχημικών αντιδράσεων. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία της νεκρικής

ακαμψίας⁵, τα κομμάτια του κρέατος διαχωρίζονται από το σφάγιο. Η αρχική τιμή του pH είναι μια από τις πιο σημαντικές ιδιότητες που σχετίζονται με την ποιότητα του παστίρμα. Η μυϊκή δομή, το χρώμα και η ικανότητα συγκράτησης νερού, χαρακτηρίζονται από τη φύση της μείωσης του pH. Οι συνιστώμενες τιμές pH για τον παστούρμα, είναι μεταξύ 5,4 και 5,8. Το σκουρόχρωμο, σκληρό και ξηρό κρέας (DFD), θα πρέπει να αποφεύγεται λόγω υψηλότερου μικροβιακού κινδύνου και μειωμένης ικανότητας διάχυσης του νερού. Θα πρέπει να χρησιμοποιείται κρέας καλής μικροβιακής ποιότητας, το οποίο θα πρέπει να έχει κρυώσει καλά πριν την έναρξη της ωρίμανσης. Ο ορατός συνδετικός ιστός και το υπερβολικό λίπος αφαιρούνται κατά το κούρεμα για την ταχύτερη διεύθυνση των αλάτων στο κρέας (Kaya *et al.*, 2022).

Το αλάτι (NaCl/KCl), είναι ένα σημαντικό πρόσθετο στην παραγωγή του παστούρμα. Επηρεάζει τη μικροβιακή σταθερότητα, μειώνοντας τη διαθεσιμότητα, άρα και την ενεργότητα του νερού (aw). Συμβάλλει στη γεύση του προϊόντος και στην πραγματοποίηση χημικών και βιοχημικών αντιδράσεων, όπως η πρωτεόλυση και η λιπόλυση. Το αλάτι που χρησιμοποιείται στην παραγωγή του προϊόντος, έχει ένα ειδικά καθορισμένο μεσαίο μέγεθος (που ονομάζεται «κεφαλή μυρμηγκιού»). Εάν το αλάτι είναι πολύ μεγάλο, το κρέας δεν μπορεί να απορροφήσει την απαραίτητη ποσότητα και τα χονδρόκοκκα σωματίδια αλατιού επηρεάζουν αρνητικά την υφή του προϊόντος. Το πολύ λεπτό αλάτι, προκαλεί κάποια προβλήματα στο χρώμα του κρέατος και υπερβολική αλμύρα. Η υψηλή περιεκτικότητα σε αλάτι προάγει επίσης την οξειδωση. Εκτός από το αλάτι, προστίθενται νιτρικά και/ή νιτρώδη στο μίγμα σκλήρυνσης. Αν και τα νιτρικά ήταν ο πιο προτιμώμενος παράγοντας σκλήρυνσης στην παραγωγή παστούρμα πριν από 10-15 χρόνια, σήμερα χρησιμοποιούνται κυρίως τα νιτρώδη. Σακχαρόζη ή γλυκόζη προστίθεται επίσης στο μίγμα σκλήρυνσης. Προστίθεται ασκορβικό νάτριο στο μίγμα σκλήρυνσης ως πρόσθετο σκλήρυνσης.

Οι ποιοτικές παράμετροι για τον παστούρμα περιλαμβάνουν:

⁵ Στο στάδιο αυτό οι μύες βραχύνονται, χάνουν την ελαστικότητά τους και την ικανότητα τους να επιμηκύνονται και γίνονται σκληροί, συμπαγείς και δύσκαμπτοι. Εάν το κρέας που βρίσκεται στο στάδιο αυτό μαγειρευτεί, γίνεται σκληρό, δυσμάσητο και άγευστο. Ο χρόνος εμφάνισης της νεκρικής ακαμψίας επηρεάζεται από το είδος του ζώου. Στα χοιρινά σφάγια που διατηρούνται στους 20°C αρχίζει 3 – 7,5 ώρες μετά τη σφαγή του ζώου και ολοκληρώνεται σε 6,5-15 ώρες (Μπεχτσή, 2016).

- Το χρώμα: ένα έντονο κόκκινο χρώμα εσωτερικού χώρου, δίχως μεγάλες διαφορές χρωμάτων
- Το λίπος: άφθονο επίπεδο μαρμαρωτού λίπους⁶ και μικρότερη ποσότητα ενδομυϊκού λίπους. Το ενδομυϊκό λίπος επηρεάζει την υφή του παστοურμά και η υψηλή περιεκτικότητα σε ενδομυϊκό λίπος έχει θετική επίδραση στην τρυφερότητα και τη ζουμερότητά του. Το μαρμάρωμα του λίπους όμως στις φέτες του, είναι περισσότερο αποδεκτό από τον καταναλωτή και επηρεάζει την αισθητηριακή ποιότητα του προϊόντος.
- Την υφή: κόβεται εύκολα σε φέτες, όχι υπερβολικά σκληρό ή εξαιρετικά τρυφερό, μασάται εύκολα όταν λαμβάνεται στο στόμα.
- Το πάχος του τσιμενιού: πρέπει να είναι μεταξύ 1-4 mm.
- Την τιμή του pH: πρέπει να είναι μεταξύ 5,5-6,0.
- Την ενεργότητα του νερού (aw): πρέπει να είναι μεταξύ 0,85-0,90.

3.3.2 Συντήρηση και συντηρησιμότητα

Ο παστοურμάς, είναι δημοφιλής στις κουζίνες της Μέσης Ανατολής και της Μεσογείου και μπορεί να είναι μια εύγευστη προσθήκη σε μια ποικιλία πιάτων. Καταναλώνεται είτε ως έχει, είτε ως συνοδευτικό με διάφορα αποστάγματα (ούζο, τσίπουρο, ρακί). Πολλές φορές χρησιμοποιείται ως ορεκτικό ή ως συστατικό σε διάφορες άλλες παρασκευές, όπως πίτες. Στην Ιταλία, ένα πολύ γνωστό κρεατοσκεύασμα παρόμοιο με τον παστοურμά, είναι το παστράμι⁷. Για να διατηρηθεί η γεύση και η υφή του, μερικές μέθοδοι συντήρησης για την αποθήκευση και τη διατήρησή του είναι οι εξής:

⁶ Η κατατομή του κρέατος είναι κυρτή, με πολύ καλή μυϊκή ανάπτυξη και πλατειά ράχη μεγάλου πάχους που καταλήγει σε στρογγυλεμένους ώμους. Είναι σκληρό στην αφή, με χαλαρή και συνεκτική υφή, ενώ οι καλά ανεπτυγμένοι μύες έχουν βαθυκόκκινο χρώμα με υποκίτρινο λίπος. Το κρέας γενικά έχει ευδιάκριτες ραβδώσεις (μαρμαρωτό).

⁷ Μοιάζει πολύ με τον παστοურμά κυρίως στην όψη, αλλά διαθέτει μικρότερη ποσότητα μπαχαρικών. Φτιάχνεται κατά κύριο λόγο από βοδινό κρέας, όχι από κάποιο συγκεκριμένο μέρος του ζώου, όπως άλλα αλλαντικά, αλλά από διάφορα μέρη, αν και συχνότερα προτιμάται το στήθος. Ο τρόπος παρασκευής του γίνεται σε δύο στάδια. Πρώτα καπνίζεται και κατόπιν ψήνεται στον ατμό, μια διαδικασία που του αφαιρεί το περιττό λίπος ("Τι Είναι Παστράμι;", n.d.).

- Η αποθήκευσή του σε δροσερό, ξηρό μέρος, μακριά από το άμεσο ηλιακό φως και τη θερμότητα, όπως μέσα σε ένα ντουλάπι, με την απαραίτητη προϋπόθεση ότι δεν έχει ακόμη ανοιχθεί η συσκευασία του, ή δεν έχει υποστεί κάποια φθορά.
- Το τύλιγμά του σε αντικολλητικό χαρτί, το οποίο θα βοηθήσει στην πρόληψη της συσσώρευσης της υγρασίας στην επιφάνειά του και ενδεχομένως στην επιβράδυνση της αλλοιώσής του. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί πλαστικό περιτύλιγμα, όντας σφιχτά τυλιγμένο, ειδάλλως, μπορεί να προκαλέσει την εφίδρωσή του.
- Την ψύξη ή το πάγωμά του. Εάν δεν προορίζεται για άμεση κατανάλωση, μπορεί να το αποθηκευτεί στο ψυγείο (1-4°C) ή στον καταψύκτη. Στο ψυγείο διατηρείται έως και 2 εβδομάδες εάν έχει ανοιχτεί η συσκευασία και 6 μήνες εάν είναι ακόμη σφραγισμένη. Στην κατάψυξη, μπορεί να διαρκέσει έως και 1,5 χρόνο. Τα κατάλοιπά του, είναι προτιμότερο να διατηρούνται στο ψυγείο μέσα σε περιέκτες, παρά σε αντικολλητικό χαρτί.
- Το κόψιμό του σε λεπτές φέτες, όταν είναι έτοιμο προς χρήση, με λεπτό μαχαίρι. Αυτό όχι μόνο θα διευκολύνει τη χρήση του σε συνταγές, αλλά θα βοηθήσει να διαρκέσει περισσότερο, εφόσον μειώνεται η ποσότητα της επιφάνειας που εκτίθεται στον αέρα.
- Η συσκευασία του σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP)

Συνεπώς, υπάρχουν μερικοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την συντηρησιμότητα του παστοურμά και να μειώσουν ανάλογα τη διατήρησή του στο ράφι (shelf-life). Αρχικά, όπως προαναφέρθηκε, η θερμοκρασία συντήρησής του πρέπει να είναι σχετικά χαμηλή, σε ξηρό περιβάλλον, εάν η συσκευασία είναι ανέγγιχτη, ή ψύξης εάν έχει ανοιχθεί. Εάν αποθηκευτεί σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες, το προϊόν δύναται να αλλοιωθεί ταχύτερα, αναπτύσσοντας ζύμες και μύκητες, εφόσον αυξάνεται η παρουσία του O₂ και μειώνεται εκείνη του CO₂ (Aksu and Kaya, 2005). Η ποσότητα των εντεροβακτηρίων, των αερόβιων, των οξυγαλακτικών και εκείνων του είδους *Micrococcus/Staphylococcus*, διατηρούνται σε χαμηλό επίπεδο (συνήθως κάτω από 2,00 log cfu g⁻¹) εάν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες βέβαια, οι τιμές του pH αυξάνονται, λόγω των μεγαλύτερων πρωτεολυτικών διεργασιών, γεγονός που επιτρέπει τον πολλαπλασιασμό πολυποίκιλων βακτηρίων.

Η αποθήκευση του προϊόντος σε ξηρό περιβάλλον, με δροσερή ατμόσφαιρα, δίχως ηλιακό φως βοηθούν στην αύξηση της συντηρησιμότητας του προϊόντος, η συσκευασία του όμως σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP) προλαμβάνει την οξειδωτική τάγγιση των λιπιδίων. Η οξείδωση των λιπιδίων, είναι μια χημική αντίδραση που εμφανίζεται όταν το οξυγόνο έρχεται σε επαφή με λίπη ή έλαια, οδηγώντας στην παραγωγή δυσάρεστων, ταγγών οσμών και δυνητικά επιβλαβών ενώσεων. Στο πλαίσιο του παστοურμά, η οξείδωση των λιπιδίων μπορεί να προκαλέσει αλλοίωση, η οποία επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα του προϊόντος. Χρησιμοποιώντας την MAP, η συγκέντρωση του οξυγόνου μέσα στη συσκευασία μπορεί να μειωθεί, γεγονός που επιβραδύνει τον ρυθμό της οξείδωσης των λιπιδίων. Αυτό επιτυγχάνεται με την αντικατάσταση του αέρα μέσα στο πακέτο με ένα μείγμα αερίων (όπως το άζωτο και το διοξείδιο του άνθρακα), που έχουν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε οξυγόνο. Εκτός από τη μείωση της οξείδωσης των λιπιδίων, η MAP μπορεί επίσης να βοηθήσει στον έλεγχο της μικροβιακής ανάπτυξης και στη διατήρηση του χρώματος και της υφής του προϊόντος. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί, ότι η μέθοδος αυτή δεν αποτελεί υποκατάστατο των κατάλληλων πρακτικών αποθήκευσης και χειρισμού και το παστοურμά, ο οποίος εξακολουθεί να πρέπει να αποθηκεύεται σε κατάλληλες θερμοκρασίες και να καταναλώνεται μέσα σε ένα λογικό χρονικό πλαίσιο.

3.4 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

Είναι γεγονός ότι ο παστοურμάς, παρόλο που η ημερομηνία ελάχιστης διατηρησιμότητάς του είναι μεγαλύτερη από άλλα προϊόντα, χρήζει μεγάλης προσοχής. Η τήρηση και η παρακολούθηση της τελευταίας, έχει μεγάλη σημασία για την ασφάλεια και ποιότητα των τροφίμων, την οικονομία και την βιωσιμότητα. Συνεπώς, αποτελεί αντικείμενο μελέτης σημαντικού ενδιαφέροντος, η εξέλιξη της διάρκειας ζωής του παστοურμά και των αλλαγών που προκαλούνται στο αλλαντικό. Παρακάτω, παρουσιάζεται ο πίνακας που περιλαμβάνει όλη την πληροφορία από μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε δείγματα παστοურμά. Στον πίνακα παρατίθενται συνοπτικά τα αποτελέσματα των ερευνών, έπειτα από ενδελεχή ανασκόπησή τους. Συγκεκριμένα, αναφέρονται τα είδη των δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν, ο στόχος της εκάστοτε μελέτης, οι μέθοδοι που εφαρμόστηκαν σε αυτές και η αντίστοιχη βιβλιογραφία.

Πίνακας 4: Μελέτες και μέθοδοι που σχετίζονται με την ανάλυση των παραμέτρων της διατηρησιμότητας του παστοურμά

Είδος δείγματος παστοურμά	Στόχος μελέτης	Εφαρμοζόμενες μέθοδοι	Βιβλιογραφία- Συγγραφείς
<p>Σε φέτες, αποθηκευμένος σε συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας (50% N₂ + 50% CO₂) στους 4 και 10 °C για 150 ημέρες.</p>	<p>Ο προσδιορισμός της επίδρασης των διαφορετικών θερμοκρασιών αποθήκευσης (4°C και 10°C) και της περιόδου αποθήκευσης (0, 30, 60, 90, 120 και 150 ημέρες) στις φυσικοχημικές και μικροβιολογικές ιδιότητες των δειγμάτων.</p>	<p>Φυσικοχημικές (Προσδιορισμός υγρασίας, ολικού λίπους (TBARS, FFA), μη πρωτεϊνικού αζώτου (NPN, WSN) , pH, χρώματος (L*a*b*)), Μικροβιολογικές (συνολικός αριθμός αερόβιων βακτηρίων, οξυγαλακτικά βακτήρια, μικρόκοκκοι/σταφυλόκοκκοι) και Στατιστικές (t-test, SPSS).</p>	<p>(M. İ. Aksu et al., 2005)</p>
<p>Από κατεψυγμένο ραχιαίο μυ, που αποθηκεύτηκε στους -18°C για 240 ημέρες και στη συνέχεια αποψύχθηκε στους</p>	<p>Ο προσδιορισμός της επίδρασης της MAP, της θερμοκρασίας αποθήκευσης και της χρήσης κατεψυγμένου/απο</p>	<p>Φυσικοχημικές (Προσδιορισμός υγρασίας, ολικού λίπους (TBARS, FFA), μη πρωτεϊνικού αζώτου (NPN,</p>	<p>(M. İ. Aksu & Kaya, 2005)</p>

<p>10°C για 24 h. Περεταίρω αποθήκευση σε συνθήκες MAP (50% N₂ + 50% CO₂) στους 4°C και 10°C.</p>	<p>ψυγμένου κρέατος ως πρώτης ύλης στις χημικές, φυσικές και μικροβιολογικές ιδιότητες του δείγματος.</p>	<p>WSN) , pH, χρώματος (L*a*b*), άλατος), Μικροβιολογικές (συνολικός αριθμός αερόβιων βακτηρίων, οξυγαλακτικά βακτήρια, μικρόκοκκοι/σταφυλόκοκοι, εντεροβακτήρια, ζύμες και μύκητες) και Στατιστικές (SPSS).</p>	
<p>Βοδινός σε φέτες και μη, με διάρκεια αποθήκευσης 0, 15, 30, 60, 90 ή 120 ημερών.</p>	<p>Η διερεύνηση των επιπτώσεων της μεθόδου συσκευασίας (AP, VP ή MAP), της μορφής (σε φέτες ή χωρίς φέτες) και του χρόνου αποθήκευσης στις μικροβιολογικές, χημικές και αισθητηριακές ιδιότητες του τουρκικού παστουρμά και η διερεύνηση εάν το MAP παρέχει καλύτερη ποιότητα</p>	<p>Φυσικοχημικές (Προσδιορισμός ολικού λίπους (TBARS), pH, χρώματος (L*a*b*), περιεκτικότητας εξανάλης (SPME, GC-MS)), Οργανοληπτικές (χρώμα, γεύση, εμφάνιση, υφή) και Στατιστικές (Three-way ANOVA).</p>	<p>(Gök <i>et al.</i>, 2008)</p>

	και σταθερότητα διάρκειας ζωής από το AP και/ή το VP.		
Δείγματα εμβαπτισμένα σε εκχυλίσματα νερού βατόμουρου.	Η παροχή πιο ποιοτικού και αξιόπιστου παστουρμά, με τη χρήση λυοφιλοποιημένου εκχυλίσματος νερού βατόμουρου (RWE) για την προδιοχέτευση πάστας τσιμενιού, ώστε να αυξηθεί η διάρκεια ζωής του.	Φυσικοχημικές (Προσδιορισμός υγρασίας, ολικού λίπους (TBARS), χρώματος (L*a*b*)), Μικροβιολογικές (συνολικός αριθμός αερόβιων βακτηρίων, οξυγαλακτικά βακτήρια, δοκιμή καταλάσης, ζύμες και μύκητες), Οργανοληπτικές (χρώμα, ποιότητα τσιμενιού, άρωμα, γεύση, εμφάνιση, υφή) και Στατιστικές (SPSS 22.0).	(M. İ. Aksu et al., 2022a)
Σε λεπτοκομμένες φέτες, καραμελωμένος, πακεταρισμένος και μοσχαρίσιος.	Ο προσδιορισμός της σύνθεσης των λιπαρών οξέων, του χρώματος (L*, a* και b*), της υγρασίας, των υπολειμματικών νιτρωδών αλάτων, του λίπους, των	Μικροβιολογικές (Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα), Υπολειμματικών νιτρωδών αλάτων (Tauchmann), Φυσικοχημικές (pH, προσδιορισμός της	(Çakıcı et al., 2015)

	<p>τιμών pH και των μεσόφιλων <i>Micrococcus/Staphylococcus</i> (M/S), των βακτηρίων του γαλακτικού οξέος (LAB), των ζυμών και μυκήτων, του <i>Pseudomonas</i> και των <i>Enterobacteriaceae</i>.</p>	<p>υγρασίας, τέφρα (σε πυριαντήριο), χρώμα ((CIE) Lab L*, a* και b*), ολικό λίπος (Soxhlet), σύνθεση των λιπιδίων (GC-MS)) και Στατιστικές (SPSS).</p>	
<p>Τρεις τύποι: από κοινό κυπρίνο (<i>Cyprinus carpio</i>), από τονάκι της Ανατολής (<i>Euthynnus affinis</i>) και μικρού τόνου (<i>Euthynnus alletteratus</i>).</p>	<p>Η εστίαση στην παραγωγή και την αξιολόγηση της ποιότητας του τριών ειδών παστοურμά ψαριών, κατά την αποθήκευση σε κατάψυξη στους -18°C για τρεις μήνες.</p>	<p>Φυσικοχημικές (προσδιορισμός υγρασίας, ακατέργαστης πρωτεΐνης, λίπους και pH (AOAC), μέθοδος του ολικού πτητικού αζώτου (TVB-N/Pearson) και της τριμεθυλαμίνης (TMA)), Μικροβιολογικές (Συνολικός αριθμός βακτηρίων, συνολικός αριθμός κολοβακτηριδίων (<i>Escherichia coli</i> και <i>Staphylococcus Aureus</i>/APHA), Οργανοληπτικές</p>	<p>(Abou-Taleb <i>et al.</i>, 2018)</p>

		(χρώμα, τρυφερότητα, γεύση, οσμή και συνολική αποδοχή) και Στατιστικές (SPSS, ανάλυση διακύμανσης με ANOVA).	
Από βόειο κρέας του ραχιαίου μυ.	Ο προσδιορισμός της ποσότητας και της αναλογίας του κλάσματος φωσφολιπιδίων κατά την παραγωγή του παستουρμά και τις αλλαγές στη σύνθεση των λιπαρών οξέων των φωσφολιπιδίων.	Φυσικοχημικές (προσδιορισμός της υγρασίας, pH, χρώμα (CIELAB/ L*, a* και b*), εκχύλιση λίπους από τα δείγματα και διαχωρισμός του κλάσματος φωσφολιπιδίων (Folch και GC-MS)) και Στατιστικές (SPSS 22.0).	(M. I. Aksu <i>et al.</i> , 2017)
Σε λεπτοκομμένες φέτες, καραμελωμένος, πακεταρισμένος και μοσχαρίσιος.	Εξάλειψη των ελαττωμάτων εμφάνισης που προέρχονται από την τομή με τη χρήση του ενζύμου τρανσγλουταμινάση και η διερεύνηση της επίδρασης αυτού του ενζύμου	Φυσικοχημική (ανάλυση υφής (TPA, Stress-Relaxation test, Cutting test).	(Hazar <i>et al.</i> , 2021)

	στην υφή του τελικού προϊόντος.		
--	---------------------------------------	--	--

Με βάση τις μελέτες που αναφέρονται στον παραπάνω πίνακα, γίνεται αντιληπτό, πόσο φτωχή είναι η έρευνα πάνω στην κατηγορία των προϊόντων του παστοურμά, ανεξαρτήτως του είδους κρέατος από το οποίο παρασκευάστηκε. Ως επί τω πλείστον, οι έρευνες αυτές εστιάζουν σε μικροβιολογικές αναλύσεις, κυρίως του συνολικού αριθμού βακτηρίων και σε φυσικοχημικές, κυρίως του προσδιορισμού της υγρασίας, του pH, του ολικού λίπους και του χρώματος. Δεν παραλείπεται βέβαια από κανένα επιστημονικό άρθρο, η αναφορά στην στατιστική ανάλυση που αποτελεί αναπόσπαστο και απαραίτητο κομμάτι κάθε έρευνας για την συσχέτιση των αποτελεσμάτων των διαφόρων αναλύσεων και την εξαγωγή ουσιαστικών συμπερασμάτων. Υστερούν σημαντικά βέβαια, στην ανάλυση των τύπων του παστοურμά που καταναλώνονται κυρίως στην Ελλάδα, οι οποίοι όπως έχει προαναφερθεί είναι ο μοσχαρίσιος, ο πρόβειος και ο βουβαλίσιος. Παρατηρείται επίσης έλλειψη στην χρήση της αναλυτικής μεθόδου της υπέρυθρης φασματοσκοπίας (IR), στην καταγραφή του συντελεστή n στη μέθοδο του χρώματος, στον προσδιορισμό της ενεργότητας του νερού, καθώς και στην ανάλυση της υφής με την μέθοδο TPA.

3.5 Σκοπός της μελέτης

Σύμφωνα με την ανωτέρω ανασκόπηση διαπιστώνεται ότι έχουν γίνει μελέτες πάνω σε ελλειπές φάσμα καινοτόμων αναλυτικών μεθόδων επάνω σε προϊόντα του παστοურμά. Δεδομένου ότι ο παστοურμάς είναι ένα ευρέως διαδεδομένο προϊόν στην Ελλάδα, εφόσον συνορεύει με την Τουρκία και υπάρχει τόσο εμπορικό όσο και επιστημονικό ενδιαφέρον για εκείνον, ο σκοπός της παρούσης έρευνας είναι η συγκριτική μελέτη εμπορικών τύπων παστοურμά ως προς το είδος του κρέατος και την αντίστοιχη διατηρησιμότητά του, σε διάστημα τριών εβδομάδων.

Προκειμένου να υλοποιηθεί η ανωτέρω έρευνα, έγινε ο έλεγχος των εμπορικών ειδών του παστοურμά, οι οποίοι ήταν μοσχαρίσιοι από κόντρα φιλέτο, πρόβειοι και βουβαλίσιοι, η επιλογή των ειδών μελέτης, τα οποία αναφέρονται κατωτέρω, προμήθεια των προϊόντων και συντήρησή τους σε συνθήκες ψύξης, των 8°C. Κατά τη διάρκεια του χρόνου αποθήκευσης των προϊόντων, έγιναν ποικίλες φυσικοχημικές

αναλύσεις, με στόχο τη συλλογή των ενδιαφερόμενων αποτελεσμάτων και την εκτίμηση τόσο της ποιότητας, όσο και του χρόνου ζωής των δειγμάτων (shelf-life). Οι αναλύσεις που επιλέχθηκαν να πραγματοποιηθούν, συνοψίζονται ως εξής:

- 1) Φασματοσκοπία Υπερύθρου Μετασχηματισμού Fourier με Αποσβένουσα Ολική Ανάκλαση (ATR-FTIR). Ιδιαίτερα χρήσιμη για την ανάλυση στερεών δειγμάτων, όπως του παστουρμά (Skoog et al., 2017).
- 2) Μέτρηση χρώματος (CIE L*, a*, b*, h).
- 3) Περιεκτικότητα της υγρασίας.
- 4) Μέτρηση της ενεργότητας ύδατος (aw).
- 5) Ανάλυση υφής (Texture Profile Analysis).

Κεφάλαιο 4: Υλικά και Μέθοδοι

4.1 Δειγματοληψία του παστοურμά και ο χειρισμός των δειγμάτων

Η προμήθεια των δειγμάτων έγινε τέσσερις ημέρες πριν την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας, δηλαδή στις 29/10/2022, από την εταιρεία Miran. Τα είδη κρέατος του παστοურμά που αγοράστηκαν, ήταν μοσχαρίσιου από κόντρα φιλέτο, πρόβειου και βουβαλίσιου. Σύμφωνα με την εταιρεία, οι ανωτέρω τύποι παστοურμά έχουν υποστεί ξήρανση είκοσι-πέντε (25) ημερών, ανάπαυση από την πρέσα πίεσης επτά (7) ημερών, συν την επικάλυψη με το τσιμένι. Τα δείγματα του παστοურμά, για την επιτυχή διεξαγωγή των πειραμάτων, κρίθηκε ότι έπρεπε να αποθηκευτούν σε τρία (3) διαφορετικά πλαστικά δοχεία αποθήκευσης, ένα για το κάθε διαφορετικό είδος κρέατος (μοσχαρίσιου, πρόβειου, βουβαλίσιου), μέσα στα οποία τα δείγματα ήταν τυλιγμένα ανά οκτώ φέτες με αντικολλητικό χαρτί, προς αποφυγή της συγκόλλησής τους. Τα πλαστικά αυτά δοχεία ήταν τοποθετημένα μόνα τους, σε συρτάρι αποθήκευσης στο ψυγείο, θερμοκρασίας 8°C και RH=60±2% από την πρώτη κιόλας ημέρα που μεταφέρθηκαν στον χώρο του πανεπιστημίου. Διεξήχθησαν έξι (6) προγραμματισμένες αναλύσεις ανά τρεις ή τέσσερις ημέρες και διήρκησαν συνολικά δεκαέξι (16) ημέρες. Σε κάθε προγραμματισμένη διεξαγωγή επιλέχθηκαν τυχαία δείγματα από το κάθε πλαστικό δοχείο ξεχωριστά, με τις μετρήσεις να πραγματοποιούνται σε τέσσερις (4) πανομοιότυπες φέτες παστοურμάδων, όπως παρουσιάζονται στις Εικόνες 6-11, για την 5^η (πειραματική ημέρα 1) και την 21^η (πειραματική ημέρα 16) ημέρα αποθήκευσης. Ο τρόπος με τον οποίο κωδικοποιήθηκαν τα διαφορετικού είδη παστοურμά ανά ημέρα διεξαγωγής των πειραμάτων, παρουσιάζεται στους τρεις παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 5: Οι ημερομηνίες διεξαγωγής των πειραμάτων και ο τρόπος κωδικοποίησης του μοσχαρίσιου παστοურμά

Ημερομηνία/Πειραματική ημέρα	Κωδικοί Δειγμάτων
1/11/2022: Ημέρα 1 ^η	M _{1,1} έως M _{1,4}
4/11/2022: Ημέρα 4 ^η	M _{2,1} έως M _{2,4}
8/11/2022: Ημέρα 8 ^η	M _{3,1} έως M _{3,4}
11/11/2022: Ημέρα 11 ^η	M _{4,1} έως M _{4,4}
14/11/2022: Ημέρα 14 ^η	M _{5,1} έως M _{5,4}
16/11/2022: Ημέρα 16 ^η	M _{6,1} έως M _{6,4}

Πίνακας 6: Οι ημερομηνίες διεξαγωγής των πειραμάτων και ο τρόπος κωδικοποίησης του πρόβειου παστοურμά

Ημερομηνία/Πειραματική ημέρα	Κωδικοί Δειγμάτων
1/11/2022: Ημέρα 1 ^η	P _{1,1} έως P _{1,4}
4/11/2022: Ημέρα 4 ^η	P _{2,1} έως P _{2,4}
8/11/2022: Ημέρα 8 ^η	P _{3,1} έως P _{3,4}
11/11/2022: Ημέρα 11 ^η	P _{4,1} έως P _{4,4}
14/11/2022: Ημέρα 14 ^η	P _{5,1} έως P _{5,4}
16/11/2022: Ημέρα 16 ^η	P _{6,1} έως P _{6,4}

Πίνακας 7: Οι ημερομηνίες διεξαγωγής των πειραμάτων και ο τρόπος κωδικοποίησης του βουβαλίσσιου παστοურμά

Ημερομηνία/Πειραματική ημέρα	Κωδικοί Δειγμάτων
1/11/2022: Ημέρα 1 ^η	B _{1,1} έως B _{1,4}
4/11/2022: Ημέρα 4 ^η	B _{2,1} έως B _{2,4}
8/11/2022: Ημέρα 8 ^η	B _{3,1} έως B _{3,4}
11/11/2022: Ημέρα 11 ^η	B _{4,1} έως B _{4,4}
14/11/2022: Ημέρα 14 ^η	B _{5,1} έως B _{5,4}
16/11/2022: Ημέρα 16 ^η	B _{6,1} έως B _{6,4}



Εικόνα 6: Πρώτη ημέρα αποθήκευσης του μοσχαρίσιου παστοურμά. Πηγή: Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 7: Πρώτη ημέρα αποθήκευσης του πρόβειου παστουρμά. Πηγή: Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 8: Πρώτη ημέρα αποθήκευσης του βουβαλίσιο παστουρμά. Πηγή: Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 9: Τελευταία ημέρα αποθήκευσης του μοσχαρίσιο παστουρμά. Πηγή: Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 10: Τελευταία ημέρα αποθήκευσης του πρόβειου παστοურμά. Πηγή: Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 11: Τελευταία ημέρα αποθήκευσης του βουβαλίσσιου παστοურμά. Πηγή: Προσωπικό αρχείο

4.3 Φασματοσκοπία Μετασχηματισμού Fourier με Αποσβένουσα Ολική Ανάκλαση

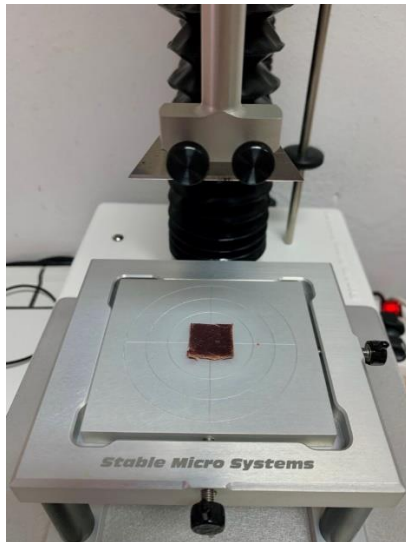
Η λήψη των φασμάτων FTIR πραγματοποιήθηκε σε θερμοκρασία δωματίου, χρησιμοποιώντας την τεχνική της αποσβένουσας ολικής ανάκλασης (ATR). Κάθε δείγμα από τις φέτες του παστοურμά, τοποθετήθηκε ξεχωριστά στο φασματόμετρο ATR-FTIR (Shimadzu, IRAffinity-1S FTIR Spectrometer, Kyoto, Japan) (Εικόνα 12). Η τιμή αναφοράς της αποσβένουσας ολικής ανάκλασης καθορίστηκε στα $3284,77\text{ cm}^{-1}$. Τόσο το φάσμα με κενό τον θάλαμο τοποθέτησης του δείγματος με σκοπό την μείωση του θορύβου (background scan) όσο και τα φάσματα των δειγμάτων καταγράφηκαν στην περιοχή μεταξύ $4.000\text{-}499\text{ cm}^{-1}$ με την διακριτική ικανότητα του οργάνου στα 4 cm^{-1} , ενώ κάθε τελικό φάσμα προέκυπτε από τον μέσο όρο 4 σαρώσεων (scans) δειγμάτων της σάρκας του παστοურμά και 1 σάρωσης στην περιοχή του λίπους του. Τα φάσματα FTIR των δειγμάτων υπεβλήθησαν σε ATR διόρθωση και κανονικοποίηση, ενώ η στατική επεξεργασία και ανάλυση πραγματοποιήθηκε με την χρήση του λογισμικού LabSolutions IR.



Εικόνα 12: Shimadzu, IRAffinity-1S FTIR Spectrometer. Πηγή: [IRAffinity-1S Compact FTIR Spectrometer \(shimadzu.com\)](http://IRAffinity-1S Compact FTIR Spectrometer (shimadzu.com))

4.4 Ανάλυση Υφής (Texture Profile Analysis)

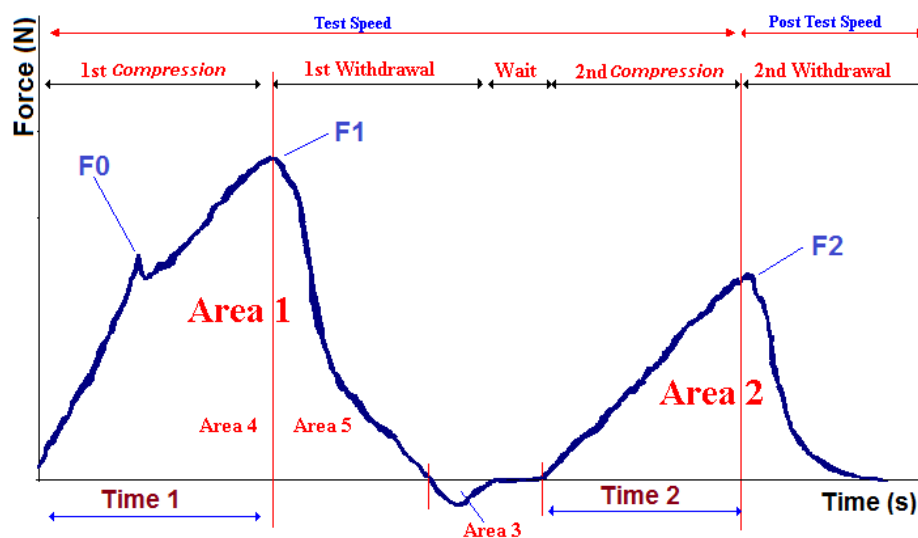
Για την ανάλυση υφής του παστουρμά, χρησιμοποιήθηκε ο αναλυτής υφής (TA-XTplusC, Stable Micro Systems, Godalming, UK) (Εικόνα 13) σε συνδυασμό με κατάλληλο λογισμικό μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Το λογισμικό αυτό το παρέχει η εταιρεία Stable Micro Systems στις εγκαταστάσεις του πανεπιστημίου και ονομάζεται Exponent Connect. Πριν τη μεταφορά των δειγμάτων στον αναλυτή, τα 4 δείγματα παστουρμά τεμαχίστηκαν σε τετραγωνικό σχήμα 2x2 cm και τυλίχθηκαν σε αντικολλητικό χαρτί προς αποφυγήν της ξήρανσής τους, άρα και της λανθασμένης ένδειξης του οργάνου. Το κάθε ένα από αυτά τα δείγματα υποβλήθηκε σε διπλή επαναλαμβανόμενη συμπίεση (μια από το μπροστινό μέρος και μια ανάποδα), η οποία προσομοιάζει με τη μάσηση και της δύναμης που απαιτείται για αυτήν. Για την συμπίεση χρησιμοποιήθηκε το κατάλληλο για την περίπτωση probe ώστε να εισχωρήσει στη φέτα κρέατος, η κοφτερή λεπίδα (A/CKB). Στο λογισμικό καθορίστηκαν οι παράμετροι της ταχύτητας καθόδου της λεπίδας στα 5 mm/s, του βάθους διείσδυσης από την επιφάνεια του δείγματος στο ήμισυ του, του αριθμός των επαναλήψεων και άλλα χαρακτηριστικά. Το βάθος διείσδυσης ρυθμίστηκε στο ήμισυ της διαμέτρου του κάθε δείγματος, ενώ η ταχύτητα καθόδου, η ταχύτητα διείσδυσης και η ταχύτητα ανόδου ρυθμίστηκαν για όλα τα δείγματα στα 5, 1 και 5 mm/s αντίστοιχα. Ο χρόνος συμπίεσης ορίστηκε στα 5 sec.



Εικόνα 13: Αναλυτής υφής με εγκατεστημένο το probe A/CKB και το δείγμα παστουριά.

Πηγή: Προσωπικό αρχείο

Από τη μέτρηση της υφής προκύπτει αντίστοιχο διάγραμμα με αυτό που απεικονίζεται παρακάτω.



Εικόνα 14: Τυπικό διάγραμμα TPA. Πηγή:

[https://www.researchgate.net/publication/314151195 Effect of Chemical Pretreatments on the Physical Properties of Kiwi](https://www.researchgate.net/publication/314151195_Effect_of_Chemical_Pretreatments_on_the_Physical_Properties_of_Kiwi)

Μετά από κάθε μια συμπίεση, καταγράφονταν οι εξής παράμετροι: tstart (ο χρόνος έναρξης της συμπίεσης), F1 (δύναμη σε Newton που αντιστοιχεί στην πρώτη κορυφή του παραπάνω γραφήματος), distance (το ακριβές βάθος που εισχώρησε το probe έως

την πρώτη κορυφή) και time1 (ο ακριβής χρόνος που πέρασε μέχρι να εισχωρήσει το probe έως την πρώτη κορυφή), F2 (δύναμη σε Newton που αντιστοιχεί στην δεύτερη κορυφή του παραπάνω γραφήματος) και το αντίστοιχο distance και time2 έως την δεύτερη κορυφή. Επίσης, καταγράφηκαν μετά το πέρας της συμπίεσης, τα εμβαδά που αντιστοιχούν πάνω από το διάγραμμα και εάν υπήρχαν κάτω από το διάγραμμα.

Από τα γράφημα του αναλυτή υφής προσδιορίζονται οι παρακάτω ιδιότητες για τα δείγματα (Tuoc & Glasgow, 2012).

1. Σκληρότητα (Hardness (N)): Αποτελεί την προαπαιτούμενη δύναμη για μια προκαθορισμένη παραμόρφωση. Ποικίλλει ανάλογα με την επιφάνεια επαφής μεταξύ του δείγματος και του ανιχνευτή καθώς και με την ποσότητα συμπίεσης που ορίζει ο χειριστής. Υπολογίζεται από τη μέγιστη δύναμη που εμφανίζεται κατά τον πρώτο κύκλο μάσησης (F1 στην Εικόνα 8).
2. Συνεκτικότητα (Cohesiveness): Είναι η δύναμη των εσωτερικών δεσμών που συγκρατούν το δείγμα. Το συγκεκριμένο μέγεθος προσδιορίζεται ως ο λόγος των επιφανειών Area 2/Area 1 όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα.
3. Ελαστικότητα (Springiness (m)): Ο βαθμός στον οποίο το παραμορφωμένο δείγμα επιστρέφει στο αρχικό του μέγεθος και σχήμα. Υπολογίζεται από τον τύπο $(time2-tstart)/time1$.
4. Κολλητικότητα (Gumminess (N)): Εκφράζεται ως δύναμη και επομένως δεν μπορεί να περιγραφεί ως η ενέργεια που απαιτείται για την αποσύνθεση ενός ημιστερεού τροφίμου μέχρι να είναι έτοιμο για κατάποση. Υπολογίζεται από το γινόμενο της σκληρότητας επί τη συνεκτικότητα.
5. Μασητικότητα (Chewiness (N)): Η ενέργεια για να γίνουν τα στερεά τρόφιμα και μόνο αυτά, έτοιμα για κατάποση. Αντιστοιχεί στον απαιτούμενο αριθμό μασημάτων που χρειάζεται ένα δείγμα καθώς και στην σταθερή μείωση της δύναμης με συνέπεια την κατάποση. Υπολογίζεται ως η κολλητικότητα (σκληρότητα επί συνεκτικότητα) επί την ελαστικότητα.

4.5 Μέτρηση φυσικοχημικών παραγόντων

4.5.1 Ενεργότητα ύδατος (aw)

Για τον προσδιορισμό της ενεργότητας ύδατος (aw) της φέτας του παστουρμά, χρησιμοποιήθηκε η συσκευή μέτρησης της aw (AquaLab Dew Point Water Activity

Meter 4TE, METERGroup, Inc., Pullman, WA, USA) (Εικόνα 15). Καταγράφηκαν οι τιμές a_w στις αντίστοιχες θερμοκρασίες περιβάλλοντος.



Εικόνα 15: Συσκευή μέτρησης a_w (AquaLab Dew Point Water Activity Meter 4TE).

Πηγή: [AQUALAB 4TE | Accurate and reliable Water Activity Meter \(metergroup.com\)](http://www.metergroup.com)

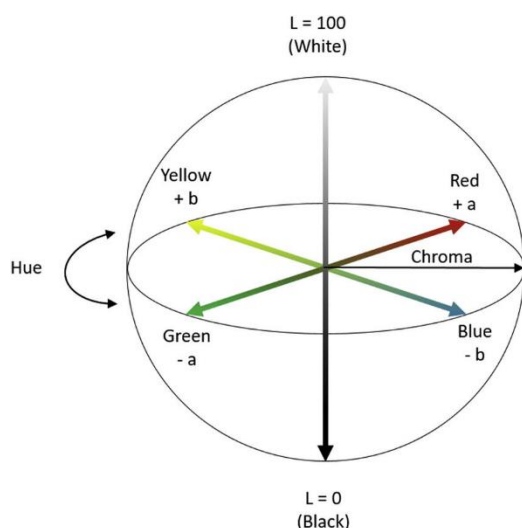
4.5.2 Μέτρηση χρώματος

Οι παράμετροι του χρώματος μετρήθηκαν με το χρωματόμετρο τριπλής διέγερσης (CR400 Konica Minolta Inc., Tokyo, Japan). Αποτελείται από μία ελαφριά λαβή στο άκρο της οποίας βρίσκεται κεφαλή μέτρησης διαμέτρου 8 mm και ένας επεξεργαστής δεδομένων με μνήμη 300 μετρήσεων. Το χρωματόμετρο χρησιμοποιεί φωτισμό διάχυσης και έχει οπτική γωνία 0° για ακριβείς μετρήσεις μεγάλης ποικιλίας αντικειμένων. Πριν από κάθε χρήση το χρωματόμετρο βαθμονομείται με χρήση της πρότυπης λευκής κεραμικής πλάκας (calibration) και επιλέγεται η σελίδα στην οποία θα αποθηκεύονται οι τιμές που λαμβάνονται από τα δείγματα.

Οι μετρήσεις ελήφθησαν στις τέσσερις διαφορετικές φέτες παστοურμά, με μια λήψη στο τμήμα της φέτας το οποίο περιείχε όσο λιγότερο λιπώδη ιστό ήταν εφικτό, λαμβάνοντας τελικά τέσσερις μετρήσεις σε κάθε ημέρα. Για τον προσδιορισμό των χρωματικών παραμέτρων χρησιμοποιήθηκε το ευρέως χρησιμοποιούμενο στον ποιοτικό έλεγχο των τροφίμων χρωματικό μοντέλο CIELAB (L^* : φωτεινότητα, a^* : πράσινη-κόκκινη απόχρωση, b^* : μπλε-κίτρινη απόχρωση, h : χροιά ή μοίρες).

Το χρωματικό μοντέλο CIELAB είναι ένα τρισσορθογώνιο σύστημα με άξονες τα μεγέθη L^* , a^* , b^* (Εικόνα 16). Οι άξονες a^* και b^* ανταποκρίνονται στα ζεύγη κόκκινο-πράσινο και κίτρινο-μπλε, δηλαδή το σύστημα εναρμονίζεται με τη θεωρία αντίληψης του χρώματος βάσει των αντιθέτων χρωμάτων. Οι άξονες a^* και b^* τέμνονται στο ουδέτερο σημείο (αχρωματικό). Ο τρίτος άξονας L^* , που είναι κάθετος

στο επίπεδο των a^* και b^* και μάλιστα στο ουδέτερο σημείο, είναι μέτρο της φωτεινότητας. Ο καθορισμός του χρώματος γίνεται και με άξονες τα μεγέθη L^* , C^* , h , αντί των L^* , a^* , b^* . Στο σύστημα $L^*a^*b^*$ ο κορεσμός χρώματος αποδίδεται με το μέγεθος της αντίστοιχης πολικής ακτίνας C^* και η χροιά με τη γωνία h που σχηματίζει ο καρτεσιανός άξονας a^* με την πολική ακτίνα C^* , η οποία υπολογίζεται από τον τύπο $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$. Η γωνία h παριστάνει την απόχρωση, παίρνοντας τιμές 0° για το κόκκινο-πορφυρό, 90° για το κίτρινο, 180° για το γαλαζοπράσινο και 270° για το μπλε και ο κορεσμός παριστάνεται με τον άξονα C^* , που έχει αρχή το αχρωματικό σημείο και τέλος την περιφέρεια, όπου ο κορεσμός είναι μέγιστος. Έτσι, λοιπόν, ένα χρώμα μπορεί να ορισθεί είτε με τα μεγέθη L^* , a^* , b^* είτε με τα L^* , C^* , h . Και στις δύο περιπτώσεις L^* είναι το μέτρο της φωτεινότητας και κυμαίνεται από 0 (μαύρο) μέχρι 100 (λευκό).



Εικόνα 16: Τρισδιάστατη παρουσίαση των χρωμάτων στο σύστημα $L^*a^*b^*$
Πηγή:

https://www.researchgate.net/publication/338303610_Research_Techniques_Made_Simple_Cutaneous_Colorimetry_A_Reliable_Technique_for_Objective_Skin_Color_Measurement

4.5.3 Προσδιορισμός υγρασίας

Ο προσδιορισμός της υγρασίας της σάρκας της μπανάνας πραγματοποιήθηκε με συσκευή υπέρυθρων ακτινών (θερμοζυγός) (Kern MLS 50-3, KERN & SOHN GmbH, Balingen, Germany) (Εικόνα 17).

Ποσότητα δείγματος 0,2-0,4 g τοποθετείται στο δοχείο δείγματος από αλουμίνιο και θερμαίνεται ταχέως από την εσωτερική λάμπα αλογόνου που είναι υπεύθυνη για την εξάτμιση της υγρασίας. Κατά την διάρκεια της ξήρανσης, ο θερμοζυγός προσδιορίζει την μάζα του δείγματος και υπολογίζει την απώλεια της υγρασίας. Το ποσοστό της υγρασίας υπολογίζεται από την διαφορά της μάζας του δείγματος πριν και μετά την ξήρανση. Το όργανο είναι ρυθμισμένο να μην υπερβαίνει την θερμοκρασία των 120°C.



Εικόνα 17: Θερμοζυγός KERN MLS 50-3

Πηγή: [Kern MLS 50-3HA160 used with warranty. Used Kern MLS 50-3HA160 from Labexchange.com](https://www.labexchange.com)

4.6 Στατιστική Ανάλυση

Με χρήση της μονόδρομης ανάλυσης διακύμανσης (one-way ANOVA) και την post hoc ανάλυση, αναλύθηκαν τα δεδομένα της φασματοσκοπίας υπερύθρου μετασχηματισμού Fourier (FTIR) (με επίπεδο σημαντικότητας 0,05), ενώ οι υπολογισμοί εκτελέστηκαν μέσω του προγράμματος ανάλυσης δεδομένων SPSS (IBM Corp. Released 2021. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 28.0. Armonk, NY: IBM Corp).

Κεφάλαιο 5: Αποτελέσματα – Συζήτηση

5.1 Φυσικοχημικές παράμετροι του παστοურμά κατά την αποθήκευση

Στην έρευνα αυτή, εκτιμήθηκαν οι φυσικοχημικές παράμετροι του παστοურμά όπως η ενεργότητα ύδατος (a_w), η περιεκτικότητα σε υγρασία (%), οι παράμετροι χρώματος και μηχανικής υφής. Το σύνολο των παραμέτρων εκτιμήθηκαν σε διάστημα δεκαέξι (16) ημερών σε δείγματα τριών ειδών παστοურμά, δηλαδή μοσχαρίσιου, πρόβειου και βουβαλίσιου, οι οποίοι ήταν αποθηκευμένοι εντός ψύξης σε θερμοκρασία 8°C. Στη συνέχεια παρατίθενται τα αποτελέσματα και η συζήτηση αυτών.

5.1.1 Ενεργότητα Ύδατος - Υγρασία

Τα αποτελέσματα της ενεργότητας ύδατος (a_w) και της περιεκτικότητας σε υγρασία (%), παρατίθενται στον Πίνακα 8.

Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης των τριών ειδών παστοურμά, η ενεργότητα ύδατος του μοσχαρίσιου παρουσιάζει σταθερότητα από την 1^η έως την 16^η πειραματική ημέρα, χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών ($P>0,05$). Στον πρόβειο παστοურμά, παρατηρείται σταθερότητα των τιμών την 1^η έως την 11^η ημέρα, με μια μικρή μείωση την 14^η και ξανά αύξηση την 16^η ημέρα, χωρίς να είναι στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P>0,05$). Στον βουβαλίσιο παστοურμά, παρατηρείται μια αύξηση την 4^η ημέρα ($P<0,05$), έπειτα μείωση την ημέρα 8 ($P<0,05$), περαιτέρω μείωση την 14^η ($P<0,05$) και ίδια τιμή με την 1^η την τελευταία ημέρα. Η ελάχιστη τιμή της, παρατηρείται λοιπόν την ημέρα 14. Δεδομένου ότι η ενεργότητα νερού του παστοურμά θα πρέπει να είναι μεταξύ 0,85 και 0,90, ο βουβαλίσιος, μοσχαρίσιος και πρόβειος παστοურμάς μπορούν να χαρακτηριστούν κατά φθίνουσα σειρά ως μικροβιολογικά σταθερά προϊόντα σύμφωνα με τον (Kaban, 2009). Σε μελέτη του η ενεργότητα νερού του βοδινού και βουβαλίσιου παστοურμά, παρουσίασαν σημαντικές μειώσεις από 0,98 μέχρι και 0,87, οι οποίες δεν πραγματοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα, εξαιτίας της μη περαιτέρω διεξαγωγής ξηράνσεως.

Εάν συγκριθούν τα τρία είδη παστοურμά, είναι φανερό ότι όλοι διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την ενεργότητα ύδατος, με το ίδιο επίπεδο σημαντικότητας και τις 16 ημέρες ($P<0,05$). Συγκεκριμένα, η ενεργότητα ύδατος του πρόβειου είναι σημαντικά μεγαλύτερη από του μοσχαρίσιου, η οποία είναι σημαντικά μεγαλύτερη από

του βουβαλίσσιου. Αυτό σημαίνει ότι το μήκος των σαρκομεριδίων των τριών ειδών διαφέρει σημαντικά, γεγονός που μπορεί να οφείλεται στο στρες που έχει υποστεί το κάθε ένα πριν την σφαγή και στην ηλικία του κατά τη σφαγή. Αναφορικά με αυτό, η μυοσίνη που περιέχεται στη ζώνη A⁸ του σαρκομεριδίου, δεσμεύει περισσότερο νερό, άρα το κρέας με μεγαλύτερο μήκος σαρκομεριδίου, δηλαδή και ζώνης A, θα έχει μικρότερη ενεργότητα νερού⁹. Στην περίπτωση αυτή, τον ρόλο αυτόν διαδραματίζει ο βουβαλίσσιος παστοურμάς (Aktaş & Gürses, 2005).

Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε υγρασία, παρατηρείται ότι στον μοσχαρίσιο παστοურμά, παρουσιάζεται μείωση από την 1^η έως την 8^η ημέρα στατιστικά σημαντική ($P<0,05$), η οποία την 11^η και 14^η ημέρα αυξάνεται, έως την τελευταία στην οποία μειώνεται ξανά ($P<0,05$). Το τελικό αποτέλεσμα, είναι ότι η υγρασία του την τελευταία ημέρα είναι χαμηλότερη από την πρώτη ($P<0,05$). Ο πρόβειος παστοურμάς εμφανίζει μια σημαντική ($P<0,05$) αύξηση της υγρασίας την 2^η και 3^η μέρα, η οποία στη συνέχεια μειώνεται αρκετά την 11^η ($P<0,05$) και 14^η ($P<0,05$), με μια μικρή αύξηση την 16^η, χωρίς να διαφέρει σημαντικά από την τιμή της 11^{ης} ($P>0,05$). Καταλήγει έτσι με μια σημαντικά χαμηλότερη τιμή από την πρώτη στην τελευταία ημέρα. Ο βουβαλίσσιος παστοურμάς φαίνεται να έχει μειούμενη υγρασία την 4^η ($P<0,05$), ενώ την 8^η ημέρα αυξάνεται χωρίς σημαντική διαφορά από την 1^η. Την 11^η ημέρα επανέρχεται σε παρόμοια επίπεδα με την 4^η, όπως συμβαίνει με την 14^η ημέρα σε σύγκριση με την 8^η. Οι αυξομειώσεις αυτές, μπορεί να οφείλονται στον τρόπο αποθήκευσης του προϊόντος σε ψύξη, με την λαδόκολλα, η οποία τείνει να συγκρατεί την υγρασία μέσα στο δοχείο αποθήκευσης. Τελικά, την τελευταία ημέρα φαίνεται να αυξάνεται σημαντικά ($P<0,05$) σε σύγκριση με όλες τις υπόλοιπες τιμές. Δεδομένου ότι η περιεκτικότητα σε υγρασία του παστοურμά θα πρέπει να είναι χαμηλότερη από 50% για ασφαλή κατανάλωση και μεγαλύτερη από 37% χωρίς το τσιμέντι (FAO), οι υψηλές υγρασίες που παρατηρούνται την 1^η ημέρα αποθήκευσης του μοσχαρίσιου και την τελευταία ημέρα του βουβαλίσσιου, ενδεχομένως οφείλονται στην μη επαρκή ξήρανσή τους κατά τη διάρκεια παρασκευής τους (Çakıcı et al., 2015) ή στον εσφαλμένο τρόπο αποθήκευσής τους. Η συγκεκριμένη

⁸ Κάθε μυϊκό ινίδιο εμφανίζει εναλλασσόμενες ζώνες, τις ζώνες A και I. Η ζώνη A αποτελεί το σκοτεινό ή ανισότροπο τμήμα του σαρκομεριδίου.

⁹ Αφού η ενεργότητα νερού (a_w) αντιπροσωπεύει το μη δεσμευμένο νερό στα μόρια του τροφίμου.

έρευνα δεν έρχεται σε συμφωνία με τους παραπάνω, καθώς οι ίδιοι αποθήκευσαν τα προϊόντα σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα και όχι υπό ψύξη.

Συγκρίνοντας τους τρεις τύπους παστοურμά, είναι γεγονός ότι από την 1^η έως την 4^η ημέρα, ο μοσχαρίσιος παστοურμάς έχει σημαντικά ($P<0,05$) υψηλότερη υγρασία από τους υπόλοιπους δύο, οι οποίοι δεν διαφέρουν σημαντικά. Στη συνέχεια, την 8^η ημέρα παρατηρείται να διαφέρει μόνο ο πρόβειος, με μια υψηλότερη τιμή υγρασίας ($P<0,05$) από τους υπόλοιπους δύο. Την 11^η ημέρα δεν έχουν σημαντική σχέση οι υγρασίες μεταξύ τους, ενώ την 14^η και την τελευταία, παραμένει ο πρόβειος με μια σημαντικά χαμηλότερη υγρασία από τους υπόλοιπους. Το γεγονός αυτό, μπορεί να οφείλεται στις διαφορετικές ανατομικές θέσεις των μυών που χρησιμοποιούνται στις μεθόδους παραγωγής του κάθε είδους παστοურμά και στη διαφορετική επεξεργασία του καθενός, όπως της θερμοκρασίας στεγνώματος και του χρόνου επεξεργασίας (Çakıcı et al., 2015) ή στην εξέταση της παρτίδας στην κορυφή του περιέκτη, που συνεπάγεται μεγαλύτερη απώλεια υγρασίας.

Πίνακας 8: Περιεκτικότητα σε υγρασία (%) και ενεργότητα νερού του μοσχαρίσιου, πρόβειου και βουβαλίσιου παστοურμά, τις πειραματικές ημέρες 1, 4, 8, 11, 14, 16

	Ημέρες	Μοσχαρίσιος	Πρόβειος	Βουβαλίσιος
Τιμές Υγρασίας	1	50,87±3,57aB	41,90±2,48abA	44,23±6,75abA
	4	50,02±5,34aB	46,55±0,81aA	34,18±4,92aA
	8	39,02±5,22bA	49,81±5,60aB	37,64±3,44abA
	11	42,90±3,46abA	35,84±3,07bcB	34,54±2,62aC
	14	43,18±2,32abA	33,62±1,96cB	39,50±6,53abA
	16	40,37±1,75bA	37,85±5,22bcB	47,11±1,93bA
Τιμές ενεργότητας νερού (aw)	1	0,87±0,01aA	0,90±0,00aB	0,84±0,01abC
	4	0,87±0,01aA	0,90±0,00aB	0,85±0,00aC
	8	0,87±0,00aA	0,90±0,00aB	0,83±0,01abC
	11	0,87±0,01aA	0,90±0,01aB	0,83±0,00abC
	14	0,87±0,01aA	0,89±0,01aB	0,82±0,01bC
	16	0,87±0,01aA	0,90±0,01aB	0,84±0,01abC

Διαφορετικό μικρό γράμμα κατά μήκος στήλης δηλώνει σημαντική διαφορά μεταξύ των ημερών αποθήκευσης ($P<0.05$). Διαφορετικό κεφαλαίο γράμμα κατά

μήκος σειράς δηλώνει σημαντική διαφορά μεταξύ των ειδών παστοურμά για την ίδια ημέρα αποθήκευσης ($P < 0.05$).

5.1.2 Προσδιορισμός παραμέτρων χρώματος

Οι παράμετροι χρώματος των φετών των τριών ειδών παστοურμά, προσδιορίστηκαν και με τη χρήση χρωματομέτρου, οι τιμές των οποίων παρατίθενται στον Πίνακα 9.

Συγκεκριμένα, η παράμετρος L^* του μοσχαρίσιου παστοურμά, είναι εμφανές ότι παρουσιάζει μη σημαντικές αυξομειώσεις έως την 14^η ημέρα, με τελική μείωση την 16^η ($P > 0,05$). Ο πρόβειος παστοურμάς εμφάνισε ασήμαντες αυξομειώσεις στη φωτεινότητά του, με τελική μείωση την 16^η ημέρα χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά ($P > 0,05$). Ο βουβαλίσιος εμφανίζει σημαντική αύξηση την 4^η ημέρα ($P < 0,05$) και ξανά σημαντική μείωση την 8^η και 11^η, χωρίς να διαφέρει σημαντικά από την 1^η. Αυξήθηκε σημαντικά την 14^η, καταλήγοντας σε περεταίρω σημαντική μείωση την τελευταία, η οποία δεν διαφέρει σημαντικά από την 4^η ημέρα. Έτσι, ο μοσχαρίσιος και πρόβειος παστοურμάς δεν έχουν σημαντική διαφορά στη φωτεινότητά τους από την πρώτη έως την τελευταία ημέρα, ενώ ο βουβαλίσιος γίνεται πιο σκουρόχρωμος προς την τελευταία ημέρα. Το γεγονός αυτό πιθανώς οφείλεται στον σχηματισμό του μη ελκυστικού καφέ χρώματος της μεταμυοσφαιρίνης, η οποία προέκυψε από την οξειδωση του δισθενούς σιδήρου της μυοσφαιρίνης, σε τρισθενή ($Fe^{++} \rightarrow Fe^{+++}$) (Ραμαντάνης, 2020).

Όσον αφορά την παράμετρο a^* , για τον μοσχαρίσιο παστοურμά παρατηρείται μη σημαντική μείωση, ενώ για τον πρόβειο παρουσιάζεται σημαντική αύξηση έως την 11^η ημέρα, η οποία μειώνεται περεταίρω την τελευταία ημέρα ($P < 0,05$). Στον βουβαλίσιο παστοურμά, η a^* είναι εμφανώς χαμηλότερη την 8^η ημέρα ($P < 0,05$), η οποία μειώνεται περεταίρω ($P < 0,05$) την 14^η και 16^η ημέρα. Η τελευταία δεν διαφέρει σημαντικά από την 11^η. Η διακύμανση της τιμής a^* υποδηλώνει την μεταβολή της κόκκινης απόχρωσης και έως το τέλος της αποθήκευσης η τιμή του a^* μειώθηκε σημαντικά στον πρόβειο, από την 11^η ημέρα και εξής, όπως και στον βουβαλίσιο, από την 8^η ημέρα και μετά. Στους δύο τελευταίους τύπους παστοურμά λοιπόν, είναι πιθανό να μεταβλήθηκε η οξειδωτική κατάσταση της μυοσφαιρίνης, η οποία δίδει το πλούσιο ερυθρό χρώμα (Ραμαντάνης, 2020).

Η παράμετρος b^* στον βουβαλίσιο παστοურμά, μειώθηκε με ανάλογο τρόπο όπως η τιμή a^* στον μοσχαρίσιο, ενώ για εκείνον η τιμή b^* μειώθηκε σημαντικά από την 4^η ημέρα, με την τελευταία να μη διαφέρει σημαντικά από την 8^η. Στον πρόβειο, μειώνεται ($P<0,05$) από την 14^η ημέρα και ακόμη πιο σημαντικά την τελευταία ημέρα. Εφόσον η παράμετρος b^* συσχετίζεται με την μελάγχρωση και το μαύρισμα (Ly *et al.*, 2020), και στον μοσχαρίσιο και πρόβειο παστοურμά εκείνη μειώνεται, το χρώμα του θα σκουράνει, φανερώνοντας την πιθανή παρουσία της μεταμυοσφαιρίνης, με το απεχθές καφέ χρώμα που εκείνη προσδίδει. Τέλος, η χροιά h στον μοσχαρίσιο παστοურμά μεταβάλλεται αντίστοιχα με την a^* , όπως συμβαίνει και με τον βουβαλίσιο παστοურμά. Σε κάθε περίπτωση, οι τιμές τους μειώνονται χωρίς να υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Στον πρόβειο βέβαια, υπάρχει σημαντική μείωση της τιμής h από την 4^η ημέρα και περεταίρω μείωση ($P<0,05$) την τελευταία ημέρα. Κυρίως σε αυτό το είδος παστοურμά λοιπόν, η χροιά h διατηρήθηκε σε αποχρώσεις του κόκκινου-ιώδους, ενώ στους δύο υπόλοιπους ανάμεσα σε κόκκινο-πορτοκαλί. Η λαμπή αυτή απόχρωση που λαμβάνει ο μοσχαρίσιος και βουβαλίσιος παστοურμάς, πιθανώς καθορίστηκε από τη σύνδεση στο μόριο της αίμης του οξυγόνου (O_2), καθιστώντας την μυοσφαιρίνη σε οξυμυοσφαιρίνη (Ραμαντάνης, 2020).

Το χρώμα του παστοურμά είναι σημαντική παράμετρος για τους καταναλωτές και εξαρτάται από την προσθήκη του κόκκινου πιπεριού κατά την παρασκευή του (M. İ. Aksu *et al.*, 2022b). Σε λανθασμένη αποθήκευση και παρασκευή του βέβαια, το κόκκινο πιπέρι χάνει το ζωντανό κόκκινο χρώμα του και αποχρωματίζεται σε θαμπό καφέ. Στην έρευνά τους αντί για συνθετικά χρώματα, χρησιμοποίησαν υδατικά εκχυλίσματα κόκκινου τεύτλου και δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στη φωτεινότητα σε αποθήκευση στους 4°C για 150 ημέρες, σε αντίθεση με τον βουβαλίσιο παστοურμά στο προκείμενο πείραμα. Οι μεταβολές της τιμής a^* στον πρόβειο και τον βουβαλίσιο παστοურμά, έρχεται σε συμφωνία με την έρευνά τους, γεγονός που αποδεικνύει την ποιότητά τους όσο διατηρείται το χρώμα ως έντονο ερυθρό, δηλαδή έως την 8^η ημέρα αποθήκευσης. Η μειωμένη τιμή της b^* στον βουβαλίσιο και πρόβειο παστοურμά, έρχεται σε συμφωνία με τους (Uğuz *et al.*, 2011), οι οποίοι στο στάδιο της παραγωγής του προσέθεσαν 3%, 6% και 9% NaCl και σε 21 ημέρες πειράματος, παρατήρησαν σημαντικές μειώσεις στις τιμές του b^* σε συγκεντρώσεις των 9% NaCl την τελευταία ημέρα. Συνεπώς, ο τρόπος παρασκευής του παστοურμά επηρεάζει το μελανόχρωμο του προϊόντος κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Η τιμή h , η οποία συσχετίζεται με την

εικόνα του προϊόντος, διαφέρει για το κάθε είδος παστουρμά και ανάλογα με τον τρόπο επεξεργασίας του, επομένως είναι η παράμετρος της τύχης ο παράγοντας για ομοιότητα των τιμών μεταξύ διαφορετικών προϊόντων με άλλες μεθόδους επεξεργασίας (Ren *et al.*, 2015).

Συγκρίνοντας τα τρία είδη παστουρμά μεταξύ τους, η παράμετρος L*, άρα και η φωτεινότητα του μοσχαρίσιου, είναι μεγαλύτερη από των δύο υπόλοιπων. Η τιμή a* ξεκινώντας με το να διαφέρουν μόνο ο πρόβειος και βουβαλίσιος παστουρμάς μεταξύ τους, με τον βουβαλίσιο να είναι πιο ερυθρωπό, καταλήγει χωρίς σημαντικές διαφορές στις ενδιάμεσες ημέρες του πειράματος, με τον πρόβειο να έχει ασθενέστερο ερυθρωπό χρώμα από ό,τι οι υπόλοιποι ($P<0,05$). Με ανάλογο τρόπο διακυμάνθηκε και η τιμή b*, σύμφωνα με την οποία την 1^η ημέρα είναι ο πιο ανοιχτόχρωμος ο μοσχαρίσιος και ο πιο μελανόχρωμος ο πρόβειος και καταλήγει επίσης με τον πρόβειο παστουρμά να είναι ο πιο μελανός, χωρίς όμως να διαφέρουν σημαντικά ο μοσχαρίσιος με τον βουβαλίσιο. Τελικά, η τιμή h παρουσιάζει σημαντικές διαφορές μεταξύ των ημερών των τριών παστουρμάδων. Από την 1^η έως την 4^η ημέρα, διαφέρει σημαντικά μόνο ο μοσχαρίσιος, όντας περισσότερο κόκκινος-πορτοκαλί από τους υπόλοιπους. Την 8^η ημέρα ο πρόβειος αρχίζει να εμφανίζει ερυθρωπή-πορτοκαλί χροιά παρόμοια με του βουβαλίσιου, η οποία την 11^η ημέρα είναι σημαντικά διαφορετική και για τους τρεις. Τελικά, την 14^η ημέρα όπως και την τελευταία, ο πρόβειος παστουρμάς καταλήγει να είναι ξεχωριστός από τους υπόλοιπους ($P<0,05$), με ιώδη-ερυθρωπή χροιά.

Πίνακας 9: Παράμετροι χρώματος του μοσχαρίσιου, πρόβειου και βουβαλίσιου παστουρμά, τις πειραματικές ημέρες 1, 4, 8, 11, 14, 16

Παράμετροι χρώματος	Ημέρες	Μοσχαρίσιος	Πρόβειος	Βουβαλίσιος
L*	1	51,30±2,46aB	43,98±1,04aA	42,50±0,92abA
	4	52,04±2,25aB	42,00±1,57aA	41,98±0,77aA
	8	48,52±1,88aB	42,87±0,95aA	43,97±2,28abA
	11	51,40±1,40aB	40,42±2,85aA	43,14±0,93abA
	14	49,27±2,01aA	40,98±1,71aB	45,44±2,10bA
	16	48,27±2,62aB	41,38±2,40aA	41,94±0,98aA

a*	1	21,35±2,45aAB	16,72±0,77abA	20,52±0,65aB
	4	19,95±1,30aA	19,89±0,41aA	19,95±0,81aA
	8	20,70±1,52aA	18,50±1,57aA	18,11±1,18abA
	11	19,66±0,66aA	18,98±0,96aA	18,03±0,92abA
	14	20,67±1,36aA	17,14±3,06abAB	15,11±1,54bB
	16	19,58±1,39aA	12,14±0,82bB	17,76±0,74abA
b*	1	10,88±0,413bA	6,22±0,29aB	8,80±0,28aC
	4	10,40±0,517abB	6,71±0,22aA	8,11±1,18aA
	8	9,45±0,64aB	6,83±0,66aA	8,05±0,64aA
	11	10,52±0,45abB	5,93±0,87aA	7,25±0,78aA
	14	9,77±0,49abB	5,02±1,82abA	7,28±0,99aA
	16	9,47±0,97aA	3,20±0,83bB	8,34±0,56aA
h	1	27,17±2,34aB	20,45±1,36aA	23,12±0,99aA
	4	27,57±1,56aB	18,66±0,65abA	22,05±2,52aA
	8	24,58±1,55aA	20,29±1,52abB	23,99±2,05aA
	11	27,90±1,55aA	17,32±2,18abB	21,90±2,14aC
	14	25,34±1,79aA	15,84±3,52abB	25,82±3,75aA
	16	25,83±2,83aA	14,80±4,02bB	25,16±1,30aA

Διαφορετικό μικρό γράμμα κατά μήκος στήλης δηλώνει σημαντική διαφορά μεταξύ των ημερών αποθήκευσης ($P<0.05$). Διαφορετικό κεφαλαίο γράμμα κατά μήκος σειράς δηλώνει σημαντική διαφορά μεταξύ των ειδών παστοურμά για την ίδια ημέρα αποθήκευσης ($P<0.05$).

5.1.3 Ανάλυση Υφής

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης υφής παρουσιάζονται στον Πίνακα 10. Ειδικότερα, δεν εμφάνισαν όλες οι παράμετροι υφής των τριών ειδών παστοურμά στατιστικά σημαντική διαφορά, γεγονός που υποδεικνύει ότι οι 16 ημέρες διεξαγωγής της έρευνας, δεν αρκούν για να υποδείξουν διαφορά στην υφή τους.

Ειδικότερα, τα δείγματα παστοურμά παρουσιάζουν διαφορές στα χαρακτηριστικά υφής τους, εκτός από τη σκληρότητα και την ελαστικότητα ($P>0,05$). Η συνεκτικότητα είναι σημαντικά μικρότερη ($P<0,05$) στον μοσχαρίσιο παστοურμά σε σύγκριση με τους υπόλοιπους, από την 8^η ημέρα αποθήκευσης και μετά. Αυτό υποδεικνύει ότι ο μοσχαρίσιος παστοურμάς κατά τη μάσηση διασπάται ευκολότερα

από τους υπόλοιπους και είναι λιγότερο ελαστικός. Η κολλητικότητα εμφανίζει στις ενδιάμεσες ημέρες αποθήκευσης διαφορές ($P<0,05$) μεταξύ του μοσχαρίσιου και του βουβαλίσου παστοურμά, και του μοσχαρίσιου με τον πρόβειο αντίστοιχα, όντας μεγαλύτερη την 4^η ημέρα στον βουβαλίσιο και την 14^η ημέρα στον πρόβειο. Το γεγονός αυτό εξηγεί, τη μεγαλύτερη προσπάθεια που απαιτείται από τον δοκιμαστή να προετοιμάσει τον βλωμό προς κατάποση, όταν καταναλώσει την 4^η ημέρα του πειράματος τον βουβαλίσιο και την 14^η ημέρα τον πρόβειο παστοურμά. Επιπλέον, η μασητικότητα του πρόβειου παστοურμά την 14^η ημέρα είναι σημαντικά ($P<0,05$) μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των υπολοίπων. Συγκρίνοντας όμως την πρώτη με την τελευταία ημέρα αποθήκευσης, δεν διακρίνεται σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών ειδών παστοურμά.

Πίνακας 10: Παράμετροι υφής του μοσχαρίσιου, πρόβειου και βουβαλίσου παστοურμά, τις πειραματικές ημέρες 1, 4, 8, 11, 14, 16

Παράμετροι υφής	Ημέρες	Μοσχαρίσιος	Πρόβειος	Βουβαλίσιος
Σκληρότητα (Hardness (N))	1	4,62±1,59aA	4,32±1,44aA	5,02±1,09aA
	4	3,45±0,52aA	4,67±2,45aA	6,27±1,64aA
	8	5,56±1,36aA	7,89±3,04aA	6,58±1,71aA
	11	4,94±2,46aA	7,25±3,42aA	8,06±1,83aA
	14	4,25±1,23aA	9,69±4,14aA	7,45±3,69aA
	16	4,73±0,82aA	5,39±2,64aA	5,53±1,42aA
Συνεκτικότητα (Cohesiveness)	1	0,50±0,15aA	0,57±0,12aA	0,62±0,03aA
	4	0,39±0,13aB	0,60±0,11aA	0,62±0,04aA
	8	0,55±0,07aA	0,62±0,03aAB	0,68±0,02aB
	11	0,54±0,06aA	0,68±0,04aB	0,64±0,08aAB
	14	0,38±0,14aB	0,66±0,03aA	0,59±0,08aA
	16	0,54±0,09aB	0,69±0,03aA	0,65±0,02aA
Ελαστικότητα (Springiness (m))	1	0,86±0,26aA	0,86±0,26aA	0,87±0,08aA
	4	0,69±0,10aA	0,69±0,10aA	0,95±0,30aA
	8	0,74±0,10aA	0,74±0,10aA	1,10±0,31aA
	11	0,86±0,05aA	0,86±0,05aA	0,98±0,19aA

	14	0,79±0,07aA	0,79±0,07aA	0,84±0,27aA
	16	0,92±0,13aA	0,92±0,13aA	0,86±0,05aA
Κολλητικότητα (Gumminess (N))	1	2,36±1,34aA	2,54±1,23aA	3,08±0,64aA
	4	1,31±0,35aA	2,90±1,69aAB	3,83±0,93aB
	8	3,04±0,82aA	4,98±1,99aA	4,40±1,17aA
	11	2,74±1,47aA	4,95±2,32aA	5,07±0,97aA
	14	1,75±1,11aA	6,40±2,60aB	4,19±1,89aAB
	16	2,51±0,51aA	3,70±1,70aA	3,60±0,86aA
Μασητικότητα (Chewiness (N))	1	2,25±1,97aA	2,27±1,32aA	2,69±0,73aA
	4	0,93±0,34aA	2,51±1,54aAB	3,57±1,02aB
	8	2,21±0,48aA	4,98±2,00aA	5,10±2,96aA
	11	2,39±1,36aA	4,85±2,06aA	4,98±1,55aA
	14	1,38±0,90aA	6,12±2,74aB	3,18±0,93aA
	16	2,32±0,58aA	4,22±1,41aA	3,09±0,72aA

Διαφορετικό μικρό γράμμα κατά μήκος στήλης δηλώνει σημαντική διαφορά μεταξύ των ημερών αποθήκευσης ($P<0.05$). Διαφορετικό κεφαλαίο γράμμα κατά μήκος σειράς δηλώνει σημαντική διαφορά μεταξύ των ειδών παστοურμά για την ίδια ημέρα αποθήκευσης ($P<0.05$).

5.3 Φασματοσκοπία Μετασχηματισμού Fourier με Αποσβένουσα Ολική Ανάκλαση

Μεθοδολογία αποτίμησης των φασμάτων

Από την πληθώρα φασμάτων που λήφθηκε, προτού αξιολογηθούν, πραγματοποιήθηκε ενδελεχής έρευνα της βιβλιογραφίας για ανάλογους προσδιορισμούς με φασματοσκοπία υπερύθρου κρεατοσκευασμάτων που κυκλοφορούν στο εμπόριο. Συγκρίθηκαν και επιλέχθηκαν οι κατάλληλοι κυματαριθμοί που παρουσιάζουν ενδιαφέρον στο προϊόν του παστοურμά και αφορούν τα κύρια συστατικά του. Οι ταινίες αυτές ελέγχθηκαν στο εύρος που πραγματοποιήθηκε η ανάλυση, δηλαδή από 4000-500 cm^{-1} . Οι κυριότερες ταινίες που αναμένεται να εμφανιστούν στον παστοურμά, οφείλονται σε ομάδες του μεθυλίου και μεθυλενίου των λιπαρών οξέων μακράς αλύσου, των αμιδίων I, II των πρωτεϊνών και πεπτιδίων και των φωσφολιπιδίων.

Αναλυτικότερα, οι ταινίες της περιοχής $3500 - 3300 \text{ cm}^{-1}$, οφείλονται στις δονήσεις τάσεις του δεσμού O-H των πολυσακχαριτών, με τον πιο σημαντικό το γλυκογόνο, που λειτουργεί ως αποθήκη ενέργειας ενώ η περιοχή $3290 - 3287 \text{ cm}^{-1}$, στις δονήσεις τάσεις του δεσμού N-H των αμιδίων I και των αμιδίων A (Candoğan *et al.*, 2021). Οι ασύμμετρες δονήσεις τάσεις μεταξύ $2960 - 2950 \text{ cm}^{-1}$ και 2922 cm^{-1} , οφείλονται στον δεσμό C-H της ομάδας μεθυλίου και μεθυλενίου λιπαρών οξέων μακράς αλυσίδας αντίστοιχα (Candoğan *et al.*, 2021). Οι συμμετρικές δονήσεις τάσεις στις περιοχές $2877 - 2870 \text{ cm}^{-1}$ και 2854 cm^{-1} , οφείλονται επίσης στον δεσμό C-H της ομάδας μεθυλίου και μεθυλενίου των λιπαρών οξέων μακράς αλυσίδας αντίστοιχα. Ο δεσμός του καρβονυλίου (C=O), στα 1743 cm^{-1} αντιστοιχεί σε δονήσεις τάσεις των εστέρων της χοληστερόλης και των τριγλυκεριδίων που εμπεριέχει το κρέας (Candoğan *et al.*, 2021; Lestari *et al.*, 2022). Η δόνηση τάσης στα 1728 cm^{-1} αντιστοιχεί στον δεσμό C=O των αρωματικών εστέρων (Deniz *et al.*, 2018). Στα 1627 cm^{-1} πραγματοποιούνται ισχυρές απορροφήσεις που οφείλονται στη δόνηση τάσης του C=O του αμιδίου I των πεπτιδίων και πρωτεϊνών, ενώ στα 1541 cm^{-1} δονήσεις τάσης του δεσμού C-N και δονήσεις κάμψης του N-H των ομάδων των πρωτεϊνών και πεπτιδίων, αμιδίων II (Sinanoglou *et al.*, 2018). Οι δονήσεις κάμψης των ομάδων του μεθυλίου και μεθυλενίου (-CH₃, -CH₂) των πρωτεϊνών, πραγματοποιούνται στις περιοχές μεταξύ 1395 και 1450 cm^{-1} , με παλλόμενες, συστρεφόμενες και ψαλιδοειδείς παραμορφώσεις (Candoğan *et al.*, 2021; Sinanoglou *et al.*, 2018). Στα $1314-1205 \text{ cm}^{-1}$, αναμένονται δονήσεις κάμψης του N-H και του O=C-N και τάσης του C-N, που οφείλονται στα αμίδια III (Candoğan *et al.*, 2021). Η αιτία που τα αμίδια ταυτοποιούνται και στην περιοχή $3100-3500$ περίπου cm^{-1} και κοντά στα 1700 cm^{-1} , είναι διότι η λειτουργική τους ομάδα συνδυάζει τα χαρακτηριστικά των αμινών και των κετονών, αφού περιέχει τον δεσμό N-H και τον δεσμό C=O. Ο δεσμός του αμιδίου σχηματίζεται εύκολα, παρέχει δομική ακαμψία και δεν υδρολύεται εύκολα, γεγονός που θα οδηγούσε στην αλλοίωση του κρέατος.

Στην περιοχή του δακτυλικού αποτυπώματος, οι ταινίες απορροφήσεως στα $1242-1238 \text{ cm}^{-1}$ οφείλονται στις ασύμμετρες τάσεις του PO₂, που περιέχεται σε νουκλεϊκά οξέα, ή σε φωσφολιπίδια ή σε φωσφορυλιωμένες πρωτεΐνες του κρεατοσκευάσματος (Candoğan *et al.*, 2021; Sinanoglou *et al.*, 2018), ενώ συμμετρικές τάσεις των παραπάνω εμφανίζονται στα $1078-1083 \text{ cm}^{-1}$ (Lamyaa, 2013; Sinanoglou *et al.*, 2018). Τα φωσφολιπίδια σε συνδυασμό με τις πρωτεΐνες συμβάλουν σημαντικά

στα λειτουργικά χαρακτηριστικά του παστοურμά. Η ταυτοποίησή τους δηλαδή, αποκαλύπτει την αυξανόμενη συγκέντρωση σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA), η οποία με τη σειρά της αυξάνει την αναλογία κορεσμένων προς πολυακόρεστων λιπαρών οξέων ($\omega 6/\omega 3$) (Smet *et al.*, 2004). Η αύξηση αυτή, μπορεί να οδηγήσει σε ανάπτυξη μιας σειράς ασθενειών και βλαβών στην υγεία. Στην περιοχή επίσης 1172–1157 cm^{-1} εμφανίζονται δονήσεις τάσεις των CO και C–OH ομάδων των αμινοξέων, πρωτεϊνών και υδατανθράκων (Candoğan *et al.*, 2021; Lamya, 2013). Τέλος, στα 1060 cm^{-1} παρατηρούνται δονήσεις τάσεις των νουκλεϊκών οξέων και των πολυσακχαριτών, κυρίως του γλυκογόνου (Candoğan *et al.*, 2021).

Πίνακας 11: Οι φασματικές ζώνες απορρόφησης (εντάσεις) του παστοურμά που παράγεται από πρόβειο κρέας κατά τη διάρκεια της αποθήκευσής του

Περιοχές (cm^{-1})	Ημέρα 1	Ημέρα 4	Ημέρα 8	Ημέρα 11	Ημέρα 14	Ημέρα 16
3500-3300	0.005±0.001a	0.005±0.001a	0.004±0.002a	0.005±0.001a	0.005±0.002a	0.008±0.001b
3290-3287	0.218±0.008a	0.207±0.007a	0.199±0.007a	0.192±0.006a	0.114±0.006a	0.088±0.004b
2960-2950	0.031±0.001a	0.027±0.001a	0.028±0.003a	0.027±0.002a	0.028±0.006a	0.029±0.001a
2922	0.129±0.008a	0.124±0.007a	0.133±0.011ab	0.145±0.007bc	0.159±0.009c	0.192±0.011d
2877-2870	0.005±0.001a	0.008±0.001b	0.007±0.001b	0.008±0.001b	0.006±0.002ab	0.008±0.002b
2854	0.060±0.005a	0.036±0.003b	0.046±0.004c	0.039±0.002b	0.073±0.008d	0.105±0.007e
1743	0.006±0.001ab	0.004±0.001a	0.007±0.001b	0.012±0.000c	0.042±0.001d	0.050±0.001e
1728	-	-	-	-	0.016±0.005a	0.031±0.002b
1630-1627	0.452±0.016a	0.442±0.011a	0.457±0.030a	0.443±0.013a	0.432±0.016a	0.433±0.022a
1544-1541	0.243±0.014a	0.261±0.015a	0.258±0.013a	0.257±0.009a	0.247±0.020a	0.238±0.021a
1452-1450	0.039±0.002ab	0.037±0.001a	0.045±0.004b	0.054±0.003c	0.036±0.002a	0.032±0.002d
1400-1392	0.060±0.003a	0.059±0.002a	0.057±0.005a	0.057±0.002a	0.037±0.003a	0.031±0.002a
1314	0.008±0.001a	0.008±0.000a	0.008±0.001a	0.009±0.001a	0.006±0.001b	0.007±0.001ab
1242-1238	0.033±0.003a	0.030±0.001a	0.032±0.004a	0.032±0.001a	0.034±0.002a	0.030±0.003a
1174-1157	0.011±0.002a	0.009±0.001ab	0.008±0.001b	0.008±0.001b	0.029±0.002c	0.025±0.003c
1083-1078	0.023±0.003a	0.024±0.002a	0.025±0.003ab	0.029±0.003bc	0.031±0.002c	0.037±0.003d

1060	-	-	0.002±0.000a	0.010±0.001b	0.005±0.001c	0.001±0.000d
-------------	---	---	--------------	--------------	--------------	--------------

*Τα αποτελέσματα αφορούν τον μέσο όρο ± τυπική απόκλιση (n=12). Διαφορετικά γράμματα κατά μήκος κάθε στήλης μετά από κάθε τιμή υποδεικνύουν στατιστικά σημαντική διαφορά (P<0,05).

Πίνακας 12: Οι φασματικές ζώνες απορρόφησης (εντάσεις) του παστοურμά που παράγεται από μοσχαρίσιο κρέας κατά τη διάρκεια αποθήκευσής του

Περιοχές (cm ⁻¹)	Ημέρα 1	Ημέρα 4	Ημέρα 8	Ημέρα 11	Ημέρα 14	Ημέρα 16
3500-3300	0.011±0.001a	0.006±0.001b	0.006±0.001b	0.004±0.001b	0.006±0.001b	0.005±0.001b
3290-3287	0.170±0.008a	0.170±0.007a	0.191±0.011b	0.190±0.012b	0.170±0.006a	0.160±0.006a
2960-2950	0.030±0.003a	0.028±0.001a	0.027±0.001a	0.027±0.001a	0.026±0.003a	0.027±0.001a
2922	0.053±0.004a	0.058±0.002a	0.066±0.003b	0.068±0.002b	0.079±0.004c	0.086±0.003d
2877-2870	0.008±0.001a	0.008±0.001a	0.007±0.001a	0.007±0.001a	0.007±0.002a	0.007±0.001a
2854	0.022±0.003a	0.015±0.001b	0.010±0.002c	0.031±0.001d	0.028±0.002d	0.018±0.001e
1743	0.024±0.002a	0.012±0.001b	0.006±0.001c	0.003±0.001d	0.003±0.001d	0.004±0.001d
1728	0.015±0.001	-	-	-	-	-
1630-1627	0.487±0.012a	0.442±0.011b	0.444±0.015b	0.442±0.009b	0.443±0.017b	0.440±0.012b
1544-1541	0.261±0.007a	0.256±0.012ab	0.256±0.009ab	0.243±0.011bc	0.241±0.007c	0.279±0.009d
1452-1450	0.019±0.002a	0.028±0.003b	0.036±0.002cd	0.034±0.002cd	0.032±0.002c	0.037±0.002d
1400-1392	0.053±0.004a	0.056±0.006a	0.056±0.002a	0.055±0.003a	0.051±0.002a	0.056±0.003a
1314	0.008±0.001a	0.009±0.001a	0.009±0.001a	0.009±0.002a	0.008±0.001a	0.009±0.001a
1242-1238	0.028±0.002a	0.033±0.003b	0.031±0.002ab	0.030±0.001ab	0.030±0.003ab	0.031±0.002ab
1174-1157	0.009±0.002ab	0.007±0.001a	0.009±0.001ab	0.011±0.002b	0.009±0.001ab	0.011±0.001b
1083-1078	0.027±0.003a	0.025±0.002a	0.018±0.003b	0.019±0.002b	0.019±0.003b	0.012±0.001c
1060	-	-	-	0.002±0.000a	0.003±0.000b	0.008±0.001c

*Τα αποτελέσματα αφορούν τον μέσο όρο ± τυπική απόκλιση (n=12). Διαφορετικά γράμματα κατά μήκος κάθε στήλης μετά από κάθε τιμή υποδεικνύουν στατιστικά σημαντική διαφορά (P<0,05).

Πίνακας 13: Οι φασματικές ζώνες απορρόφησης (έντασης) του παστοურμά που παράγεται από βουβαλίσιο κρέας κατά τη διάρκεια αποθήκευσής του

Περιοχές (cm ⁻¹)	Ημέρα 1	Ημέρα 4	Ημέρα 8	Ημέρα 11	Ημέρα 14	Ημέρα 16
3500-3300	0.004±0.001a	0.004±0.001a	0.005±0.001a	0.005±0.001a	0.004±0.001a	0.004±0.001a
3290-3287	0.122±0.005a	0.115±0.004a	0.105±0.005b	0.105±0.004b	0.104±0.006b	0.052±0.004c

2960-2950	0.026±0.002a	0.027±0.001a	0.025±0.003a	0.027±0.001a	0.024±0.002a	0.025±0.002a
2922	0.052±0.003a	0.059±0.002b	0.070±0.005c	0.071±0.007c	0.076±0.003c	0.051±0.005a
2877-2870	0.017±0.001a	0.017±0.001a	0.014±0.001b	0.010±0.001c	0.007±0.001d	0.007±0.000d
2854	0.019±0.001a	0.023±0.002b	0.026±0.002b	0.031±0.002c	0.032±0.001c	0.033±0.001c
1743	0.020±0.002a	0.007±0.001b	0.006±0.001b	0.005±0.001b	0.003±0.001c	0.002±0.000c
1728	-	-	-	-	-	-
1630-1627	0.469±0.024a	0.463±0.012a	0.441±0.014a	0.449±0.017a	0.459±0.015a	0.444±0.018a
1544-1541	0.257±0.011a	0.268±0.011a	0.257±0.009a	0.253±0.012a	0.226±0.009b	0.232±0.008b
1452-1450	0.041±0.004a	0.034±0.002b	0.032±0.001b	0.031±0.002b	0.033±0.002b	0.025±0.003c
1400-1392	0.060±0.004a	0.062±0.004a	0.058±0.002a	0.060±0.003a	0.056±0.002a	0.058±0.003a
1314	0.008±0.001a	0.009±0.001a	0.008±0.001a	0.009±0.001a	0.008±0.002a	0.009±0.001a
1242-1238	0.039±0.002a	0.031±0.002b	0.029±0.001b	0.030±0.002b	0.028±0.002b	0.029±0.002b
1174-1157	0.019±0.001a	0.005±0.001b	0.005±0.001b	0.007±0.001b	0.006±0.001b	0.005±0.001b
1083-1078	0.026±0.003a	0.022±0.003a	0.014±0.003b	0.018±0.002b	0.015±0.002b	0.026±0.004a
1060	0.002±0.000a	0.004±0.001b	0.007±0.001c	0.003±0.001b	0.005±0.001bc	0.004±0.001b

*Τα αποτελέσματα αφορούν τον μέσο όρο ± τυπική απόκλιση (n=12). Διαφορετικά γράμματα κατά μήκος κάθε στήλης μετά από κάθε τιμή υποδεικνύουν στατιστικά σημαντική διαφορά (P<0,05).

Στους Πίνακες 11, 12 και 13, παρουσιάζονται οι πιο σημαντικές περιοχές απορρόφησης των δειγμάτων, όπως και οι εντάσεις αυτών κατά την διάρκεια των πειραμάτων διατηρησιμότητας. Συγκεκριμένα, όσον αφορά την περιοχή των 3500-3300 cm⁻¹, στην οποία αποδίδονται δονήσεις τάσεις του δεσμού O-H των πολυσακχαριτών, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση για τον πρόβειο παστοურμά την τελευταία ημέρα διατήρησής του, ενώ στον μοσχαρίσιο παστοურμά μείωση (P<0,05), ήδη από την 4^η ημέρα. Στον βουβαλίσιο όμως παστοურμά δεν παρουσιάστηκε σημαντική αλλαγή. Η διαφορετική συμπεριφορά της ποσότητας των πολυσακχαριτών στα τρία κρέατα, εξηγείται από τη διαφορετική μεταβολική συμπεριφορά των μυϊκών ινών του καθενός και η αύξηση επίσης των πολυσακχαριτών στο μοσχαρίσιο κρέας, υπάρχει περίπτωση να συνδέεται και με την αύξηση των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (Nie *et al.*, 2022).

Η περιοχή των 3290-3287 cm⁻¹, οφείλεται στις δονήσεις τάσεις του δεσμού N-H των αμιδίων I και A των πρωτεϊνών. Στον πρόβειο παστοურμά, φάνηκε η σημαντική μείωσή τους την τελευταία ημέρα αποθήκευσής του, ενώ στον μοσχαρίσιο αυξήθηκαν την 8^η ημέρα και ξανά μειώθηκαν την 14^η ημέρα (P<0,05). Ο βουβαλίσιος παστοურμάς εμφάνισε παρόμοια συμπεριφορά με τον μοσχαρίσιο, με τη διαφορά ότι μειώθηκε περεταίρω (P<0,05) την τελευταία ημέρα διατήρησής του. Αυτή η συμπεριφορά πιθανώς εξηγείται με την μεγαλύτερη υδρόλυση των πρωτεϊνών του πρόβειου από τον μοσχαρίσιο και του μοσχαρίσιου από του βουβαλίσιου παστοურμά αντίστοιχα, άρα και

στην μεγαλύτερη απελευθέρωση αμμωνίας και μετατροπή σε όξινες ομάδες. Η απελευθερωμένη αμμωνία έχει εμπλακεί στο σχηματισμό αρωματικών ενώσεων και χρωστικών λόγω της συμμετοχής της στην αντίδραση Maillard (Hamed *et al.*, 2019).

Στα 2960-2950 cm^{-1} , δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική μεταβολή από κανέναν τύπο παστοურμά. Εφόσον οι ασύμμετρες αυτές δονήσεις που οφείλονται στον δεσμό C-H της ομάδας μεθυλίου των λιπαρών οξέων μακράς αλυσίδας, παρέμειναν σταθερές, πιθανόν να μην έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικές οξειδώσεις και υδρολύσεις των λιπιδίων (Hamed *et al.*, 2019). Οι αντίστοιχες τάσεις του μεθυλενίου των λιπαρών οξέων, στα 2922 cm^{-1} παρουσίασαν σημαντικές διαφορές εντάσεως στον πρόβειο παστοურμά, αφού την 11^η ημέρα ήταν σημαντικά μεγαλύτερες από ό,τι στην 4^η και στη 14^η, ενώ στην 16^η ακόμα μεγαλύτερες ($P < 0,05$). Παρόμοιες διαφορές εμφανίστηκαν και στον μοσχαρίσιο παστοურμά, με αυξήσεις ήδη από την 8^η και 11^η ημέρα, οι οποίες συνεχίστηκαν μέχρι και την τελευταία. Στον βουβαλίσιο παστοურμά, ενώ αυξήθηκαν σημαντικά έως την 14^η ημέρα με την 8^η και την 11^η να διαφέρουν μεταξύ τους ($P < 0,05$), στην τελευταία ημέρα αποθήκευσης δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά από την 1^η ημέρα.

Στα 2877 – 2870 cm^{-1} που πραγματοποιούνται συμμετρικές δονήσεις τάσεις του δεσμού C-H της ομάδας του μεθυλίου των λιπαρών οξέων μακράς αλυσίδας, στον πρόβειο παστοურμά παρατηρήθηκε σημαντική αύξησή της έντασής τους από την 4^η ημέρα με την 14^η να μην διέφερε σημαντικά από την 1^η ενώ η τελευταία ημέρα δεν διέφερε ($P > 0,05$) από την 11^η. Όσον αφορά τις αντίστοιχες δονήσεις στα 2854 cm^{-1} , που οφείλονται στον δεσμό C-H του μεθυλενίου των λιπαρών οξέων, παρατηρήθηκαν σημαντικές αυξήσεις της έντασης από την 4^η ημέρα αποθήκευσης και κάθε επόμενος έλεγχος διέφερε από τον προηγούμενο μέχρι και την τελευταία ημέρα ($P < 0,05$). Αντίστοιχες μεταβολές εμφάνισε και ο μοσχαρίσιος παστοურμάς, ενώ ο βουβαλίσιος παρουσίασε σταθερότητα ($P > 0,05$) από την 11^η ημέρα και μετά. Πιθανώς, το πιο σκούρο χρώμα του πρόβειου παστοურμά τη 14^η ημέρα αποθήκευσης σε σχέση με τους υπόλοιπους, σχετίζεται με την υψηλή συγκέντρωση σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα και συγκεκριμένα του εικοσιδιεξαενοϊκού οξέος (DHA) (Wood *et al.*, 2004) και συνάδει με τις μεγαλύτερες δονήσεις στα 2854 cm^{-1} από τους υπόλοιπους τύπους.

Η ένταση της δόνησης τάσης του δεσμού του καρβονυλίου των εστέρων της χοληστερόλης και των τριγλυκεριδίων (C=O) στα 1743 cm^{-1} , εμφάνισε σημαντικές

αυξήσεις στον πρόβειο παστούρμα, από την 11^η ημέρα, με την 8^η και την 4^η να διαφέρουν μεταξύ τους, όπως και οι τελευταίες ημέρες αποθήκευσης. Στον μοσχαρίσιο μειώθηκαν από την 4^η ημέρα, την 8^η ($P<0,05$) και από την 11^η και μετά παρουσίασαν σταθερότητα. Παρόμοια αποτελέσματα έδωσε και ο βουβαλίσιος παστούρμας στον οποίο μειώθηκε η ένταση δόνησης του καρβονυλίου από την 4^η ημέρα σταθερά έως την 11^η ημέρα, από την οποία ξανά μειώθηκε σταθερά έως την τελευταία ημέρα. Η δόνηση τάσης στα 1728 cm^{-1} , η οποία αντιστοιχεί στον δεσμό C=O των αρωματικών εστέρων, στον πρόβειο παστούρμα δεν εμφανίστηκε πριν την 14^η ημέρα, ενώ την τελευταία αυξήθηκε σημαντικά. Στον μοσχαρίσιο αντίθετα, εμφανίστηκε μονάχα την 1^η ημέρα αποθήκευσης, ενώ στον βουβαλίσιο σε καμία ημέρα. Οι αρωματικοί αυτοί εστέρες δύναται να προέρχονται από πιθανή αποικοδόμηση των λιπιδίων του κρεατοσκευάσματος (Sohail *et al.*, 2022) και προσφέρουν οσμές σε εκείνο, κυρίως θειωδών ενώσεων (Flores, 2017), γεγονός που παρατηρήθηκε οργανοληπτικά στο εργαστήριο, ελαφρώς στον μοσχαρίσιο την 1^η ημέρα και έντονα στον πρόβειο τις τελευταίες ημέρες αποθήκευσης.

Η δόνηση τάσης στα $1630\text{-}1627\text{ cm}^{-1}$ όπου πραγματοποιούνται ισχυρές απορροφήσεις οφειλόμενες στον δεσμό C=O του αμιδίου I των πεπτιδίων και πρωτεϊνών, δεν εμφάνισε σημαντικές μεταβολές εντάσεων στον πρόβειο και στον βουβαλίσιο παστούρμα. Στον μοσχαρίσιο βέβαια, παρουσιάστηκε σημαντική μείωσή τους από την 4^η ημέρα, γεγονός που οφείλεται σε πιθανή υδρόλυση των αμιδίων I (Andrey K, 2014). Στα $1544\text{-}1541\text{ cm}^{-1}$ όπου πραγματοποιούνται δονήσεις τάσης του δεσμού C-N και δονήσεις κάμψης του N-H των ομάδων των πρωτεϊνών και πεπτιδίων, αμιδίων II, δεν παρατηρήθηκαν μεταβολές στον πρόβειο παστούρμα, ενώ από την 14^η ημέρα μειώθηκαν σημαντικά στον βουβαλίσιο. Ο μοσχαρίσιος παρουσίασε σημαντική μείωση της έντασης την 14^η ημέρα, με την 1^η, 14^η και 16^η να διαφέρουν μεταξύ τους.

Οι εντάσεις των δονήσεων κάμψης μεθυλίου και μεθυλενίου, στον πρόβειο παστούρμα παρουσίασαν σημαντική μείωση από την 8^η ημέρα, η οποία διαφέρει από την 4^η και την 11^η, 14^η και 16^η ημέρα, με την 14^η να μη διαφέρει σημαντικά από την 1^η και 4^η ημέρα. Στον μοσχαρίσιο βρέθηκε σημαντική αύξηση εντάσεων από την 4^η ημέρα και την 8^η, η οποία δε διαφέρει σημαντικά από τις επόμενες ημέρες αποθήκευσης, ενώ η τελευταία διαφέρει από την 14^η ημέρα. Τελικά, στον βουβαλίσιο παστούρμα οι εντάσεις μειώθηκαν ($P<0,05$) από την 4^η ημέρα σταθερά, μέχρι την τελευταία ημέρα όπου μειώθηκαν περεταίρω ($P<0,05$).

Στα 1314 cm^{-1} , όπου συμβαίνουν κάμψεις της N-H και του O=C-N και τάσεις του C-N, που οφείλονται στα αμίδια III, στον πρόβειο παστοურμά παρατηρήθηκε σημαντική μείωση της έντασης αυτών την 14^η ημέρα με την τελευταία να μην διαφέρει από τις υπόλοιπες ($P>0,05$). Ο μοσχαρίσιος και ο βουβαλίσιος από την άλλη, δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.

Στα $1242\text{-}1238\text{ cm}^{-1}$, όπου πραγματοποιήθηκαν ασύμμετρες τάσεις του PO₂, παρατηρήθηκε σταθερότητα στον πρόβειο παστοურμά ανά τις ημέρες. Ο μοσχαρίσιος από την άλλη παρουσίασε σημαντική αύξηση της έντασης από την 4^η ημέρα αποθήκευσης με τις υπόλοιπες ημέρες να μην διαφέρουν ούτε από την 1^η ούτε από την 4^η. Ο βουβαλίσιος παστοურμάς εμφάνισε σημαντική μείωση της έντασης από την 4^η ημέρα, έως και την τελευταία, αυξάνοντας τη συγκέντρωση σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, άρα και την αναλογία πολυακόρεστων προς κορεσμένων λιπαρών οξέων ($\omega 6/\omega 3$) (Smet *et al.*, 2004). Οι συμμετρικές τάσεις της αντίστοιχης ομάδας πραγματοποιήθηκαν στα $1083\text{-}1078\text{ cm}^{-1}$ και στον πρόβειο παστοურμά παρουσίασαν σημαντική αύξηση από την 8^η ημέρα και την 14^η όπως και την τελευταία. Ο μοσχαρίσιος παστοურμάς εμφάνισε σημαντική αύξηση της έντασης από την 8^η ημέρα με την τελευταία να μη διαφέρει από την 1^η. Τελικά, ο βουβαλίσιος παστοურμάς εμφάνισε ίδια συμπεριφορά με τις ασύμμετρες τάσεις της ομάδας.

Στην περιοχή $1174\text{-}1157\text{ cm}^{-1}$, όπου συνέβησαν δονήσεις τάσεις του CO και C-OH των αμινοξέων, πρωτεϊνών και υδατανθράκων, ο πρόβειος παστοურμάς παρουσίασε σημαντική μείωση των εντάσεων από την 8^η ημέρα, η οποία δεν διαφέρει από την 4^η, ενώ την 14^η ημέρα αποθήκευσης αυξήθηκε ($P<0,05$). Στον μοσχαρίσιο η ένταση αυξήθηκε σημαντικά την 11^η ημέρα σε σχέση με την 4^η έχοντας την ίδια τιμή την τελευταία ημέρα αποθήκευσης. Στον βουβαλίσιο αντιθέτως, η ένταση μειωνόταν σημαντικά από την 4^η ημέρα έως την τελευταία χωρίς διαφορές ($P>0,05$).

Τέλος, οι δονήσεις τάσεις των νουκλεϊκών οξέων και των πολυσακχαριτών, με κύριο το γλυκογόνο στα 1060 cm^{-1} , στον πρόβειο παστοურμά, δεν εντοπίστηκαν εντάσεις έως την 4^η ημέρα, αλλά από την 8^η και έπειτα, με σημαντική αύξηση την 11^η ημέρα και σημαντικές μειώσεις από τη 14^η έως και την τελευταία ημέρα, γεγονός που αποκαλύπτει την έναρξη της μεταθανάτιας γλυκόλυσης. Ο μοσχαρίσιος εμφάνισε κορυφές από την 8^η ημέρα και έπειτα, ενώ αυξήθηκαν σημαντικά έως και την τελευταία, γεγονός που φανερώνει ότι πρωτεϊνική φωσφατάση-1 (PP1)

αποφωσφορυλίωσε και συνέθεσε παραπάνω γλυκογόνο από τη γλυκόζη που είχε απομείνει στους μύες (Adeva-Andany *et al.*, 2016). Ο βουβαλίσκος εμφάνισε όλες τις ημέρες κορυφές, η οποίες αυξήθηκαν σημαντικά έως την 8^η ημέρα, ενώ μειώθηκαν την 11^η, με την τελευταία και την 14^η ημέρα να μη διαφέρουν σημαντικά από την 4^η. Συνεπώς, ο βουβαλίσκος παστουρμάς σήμανε διάσπαση του γλυκογόνου την 11^η ημέρα. Έχει ερευνηθεί ότι οι μύες με λιγότερο γλυκογόνο και κατ'επέκταση παραπάνω γαλακτικό οξύ, όπως εδώ συμπεριφέρεται ο πρόβειος παστουρμάς, παρουσιάζουν πιο γρήγορη μεταθανάτια γλυκόλυση (*postmortem*), από εκείνους με παραπάνω γλυκογόνο και λιγότερο γαλακτικό οξύ, όπως ο μοσχαρίσιος παστουρμάς (Moreno *et al.*, 2020). Αυτό, συνδέεται με τα αποτελέσματα του αναλυτή υφής, αφού την τελευταία ημέρα αποθήκευσης η σκληρότητα και η μασητικότητα του πρόβειου παστουρμά ήταν μεγαλύτερες από ό,τι του μοσχαρίσιου.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

Η μελέτη της διατηρησιμότητας του μοσχαρίσιου, πρόβειου και βουβαλίσιου παστοურμά, κατά την αποθήκευση υπό ψύξη για διάστημα 3 εβδομάδων, σε εύρος θερμοκρασιών $8\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, RH $60\pm 2\%$, με τη χρήση αναλυτικών μεθόδων παρουσίασε ενδιαφέροντα ευρήματα, παρόλο που αποτελεί προϊόν ωρίμανσης με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από άλλα αλλαντικά.

Αναφορικά με τους φυσικοχημικούς ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν, για τον προσδιορισμό της ενεργότητας ύδατος (a_w) και της υγρασίας των τριών τύπων παστοურμά, έγινε εκτίμηση για τον καθένα ξεχωριστά αλλά και συγκριτικά μεταξύ τους. Ενδιαφέρον για την ενεργότητα ύδατος παρουσίασε η συγκριτική τους μελέτη, εφόσον όλες τις ημέρες οι τιμές μεταξύ τους διέφεραν σημαντικά, με τον πρόβειο να έχει μεγαλύτερες τιμές από τον μοσχαρίσιο, ο οποίος με τη σειρά του από τον βουβαλίσιο, γεγονός που σημαίνει ότι ο πρόβειος θα είναι και πιο επιρρεπής σε μικροβιακή αλλοίωση. Η υγρασία αντίστοιχα στον μοσχαρίσιο παστοურμά μειώθηκε έως την τελευταία ημέρα αποθήκευσης, όπως και στον πρόβειο, με σημαντικότερες μειώσεις. Ο βουβαλίσιος αντίθετα αύξησε υγρασία, που απέδειξε την μη επαρκή ξήρανσή του. Μεταξύ τους οι τρεις τύποι παστοურμά διέφεραν κατά τη διάρκεια αποθήκευσης, με τον πρόβειο να έχει την μικρότερη υγρασία από όλους τους υπόλοιπους, γεγονός που οφείλεται σε διαφορετική ανατομική θέση των μυών του, πιθανή μεγαλύτερη θερμοκρασία στεγνώματος και χρόνου επεξεργασίας, ακόμα και σε πιθανή εξέταση της παρτίδας που βρισκόταν στην κορυφή του περιέκτη.

Σε συνέχεια των φυσικοχημικών ελέγχων, ο προσδιορισμός των παραμέτρων χρώματος των τριών παστοურμάδων, πραγματοποιήθηκε με τη χρήση χρωματόμετρου. Συγκεκριμένα, η φωτεινότητα (L^*) παρουσιάστηκε σημαντικά χαμηλότερη μόνο στον βουβαλίσιο παστοურμά, αναδεικνύοντάς τον πιο σκουρόχρωμο, αποδεικνύοντας έτσι την παρουσία της μεταμυοσφαιρίνης, ενώ ο πιο ανοιχτόχρωμος ήταν ο μοσχαρίσιος. Η παράμετρος a^* εμφανίστηκε μικρότερη στον πρόβειο και βουβαλίσιο παστοურμά, με τον πρώτο να είναι ο ασθενέστερα ερυθρωπός. Η παράμετρος b^* παρουσίασε μεγαλύτερη μείωση κυρίως στον πρόβειο παστοურμά, δίδοντάς του ένα πιο μελανό χρώμα που φανερώνει επίσης την παρουσία μεταμυοσφαιρίνης. Η χροιά h μαρτύρησε την κόκκινη-ιώδη απόχρωση του πρόβειου παστοურμά και κόκκινης-πορτοκαλί του βουβαλίσιου και μοσχαρίσιου αντίστοιχα, άρα και της παρουσίας της οξυμυοσφαιρίνης σε εκείνους. Γενικώς, το συμπέρασμα που εξάγεται είναι ότι εφόσον σε λανθασμένη

αποθήκευση το χρώμα μετατρέπεται σε ανεπιθύμητα θαμπό, ο πρόβειος παστουρμάς φάνηκε να επηρεάστηκε αρνητικά περισσότερο από τον βουβαλίσιο και εκείνος με τη σειρά του από τον μοσχαρίσιο, από τη συγκεκριμένη μέθοδο αποθήκευσης.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα Ανάλυσης Υφής (TPA), η μελέτη των τριών τύπων παστουρμά ξεχωριστά δεν εμφάνισε ενδιαφέροντα αποτελέσματα για τις τρεις εβδομάδες αποθήκευσής τους. Επίσης, από τη συγκριτική μελέτη μεταξύ τους δεν προέκυψαν σημαντικές διαφορές για τις παραμέτρους της σκληρότητας και της ελαστικότητας. Όσον αφορά τις υπόλοιπες παραμέτρους, η συνεκτικότητα εμφανίστηκε μικρότερη στον μοσχαρίσιο παστουρμά, γεγονός που αποδεικνύει την ευκολία στη μάσησή του και την μικρότερη ελαστικότητά του. Η κολλητικότητα αρχικά ήταν μεγαλύτερη για τον βουβαλίσιο και τελικά για τον πρόβειο παστουρμά, καθιστώντας πιο χρονοβόρα την κατάποσή τους. Τέλος, η μασητικότητα του πρόβειου παστουρμά ήταν μεγαλύτερη προς τις τελευταίες ημέρες αποθήκευσης.

Η Φασματοσκοπία Μετασχηματισμού Fourier με Αποσβένουσα Ολική Ανάκλαση (ATR-FTIR), ανέδειξε ενδιαφέροντα συμπεράσματα για την ταυτότητα των χημικών στοιχείων των τριών ειδών παστουρμά. Συγκεκριμένα, στον μοσχαρίσιο και πρόβειο παστουρμά μειώθηκαν την 4^η και αυξήθηκαν την τελευταία ημέρα αποθήκευσης αντίστοιχα οι τάσεις του δεσμού O-H των πολυσακχαριτών. Οι διαφορές στις τάσεις του δεσμού N-H των αμιδίων I και A των πρωτεϊνών τους, απέδειξαν ότι υδρολύθηκαν περισσότερο στον πρόβειο, λιγότερο στον μοσχαρίσιο και ακόμη λιγότερο στον βουβαλίσιο. Λόγω της σταθερότητας των ασύμμετρων δονήσεων του δεσμού C-H της ομάδας μεθυλίου των λιπαρών οξέων, δεν έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικές οξειδώσεις και υδρολύσεις των λιπών, χωρίς βέβαια να εκλείπουν στον μοσχαρίσιο και πρόβειο παστουρμά, αφού αυξήθηκαν οι αντίστοιχες τάσεις του μεθυλενίου από την 8^η ημέρα στον πρώτο και από την 11^η στον δεύτερο. Οι συμμετρικές βέβαια δονήσεις της ομάδας του μεθυλενίου ήταν αυξημένες από την 4^η ημέρα για τον πρόβειο και τον μοσχαρίσιο και από την 11^η ημέρα για τον βουβαλίσιο παστουρμά, με μεγαλύτερες από τους υπόλοιπους στον πρόβειο, γεγονός που αποδείχθηκε και από την ανάλυση χρώματος. Η χοληστερόλη και τα τριγλυκερίδια αυξήθηκαν από την 11^η ημέρα στον πρόβειο αλλά μειώθηκαν από την 4^η ημέρα στον μοσχαρίσιο και τον βουβαλίσιο, ενώ οι αρωματικοί εστέρες εμφανίστηκαν την 14^η ημέρα στον πρόβειο και την 1^η στον μοσχαρίσιο, γεγονός που σχετίστηκε με τις θειώδεις οσμές τους. Πιθανή υδρόλυση των αμιδίων I του μοσχαρίσιου συνέβη από την

4^η ημέρα, ενώ τα αμίδια III μειώθηκαν μόνο για τον πρόβειο παστούρμα την 14^η ημέρα. Η αναλογία των πολυακόρεστων προς κορεσμένων λιπαρών οξέων αυξήθηκε για τον βουβαλίσιο παστούρμα από την 4^η ημέρα, εφόσον οι τάσεις του PO₂ μειώθηκαν. Τελικά, οι δονήσεις τάσεις των νουκλεϊκών οξέων και των πολυσακχαριτών, με κύριο το γλυκογόνο, εμφανίστηκαν την 8^η ημέρα στον πρόβειο, σταδιακά μειούμενες από την 14^η ημέρα, από όπου και άρχισε η μεταθανάτια γλυκόλυση και από την 11^η ημέρα στον βουβαλίσιο. Στον μοσχαρίσιο εμφανίστηκαν την 8^η ημέρα με αύξηση, που φανέρωσε την αποφωσφορλίωση της πρωτεϊνικής φωσφατάσης-1 (PP1). Ο πρόβειος παστούρμας εμφάνισε πιο γρήγορη μεταθανάτια γλυκόλυση, γεγονός που έρχεται σε συμφωνία με την ανάλυση υφής, αφού η σκληρότητα και η μασητικότητα του ήταν μεγαλύτερες από τον μοσχαρίσιο την τελευταία ημέρα αποθήκευσης.

Κεφάλαιο 7: Υποδείξεις για περαιτέρω έρευνα

Ο συνδυασμός των αναλύσεων και μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν στην προκείμενη έρευνα θα μπορούσαν να είχαν υλοποιηθεί για περισσότερες ημέρες αποθήκευσης, εάν υπήρχε παράταση της διατήρησης των δειγμάτων. Ο σκοπός θα ήταν η ανάδειξη αποτελεσμάτων με πιο σημαντικές στατιστικά διαφορές, ιδιαίτερα όσον αφορά την ανάλυση υφής και την υπέρυθη φασματοσκοπία. Επιπλέον, ενδιαφέρον θα εμφάνιζε η μελέτη περισσότερων ειδών παστοურμά, οι οποίοι καταναλώνονται στις Βαλκανικές χώρες, καθώς και η συσχέτιση μεταξύ τους. Η χρήση παραπάνω αναλυτικών μεθόδων θα παρουσίαζε ενδιαφέρον, εφόσον όπως προαναφέρθηκε δεν υπάρχει ποικιλία ερευνών που αφορούν είδη του παστοურμά. Τέλος, η μελέτη τύπων παστοურμά με διαφορετικές μεθόδους αποθήκευσης και συντήρησης, θα αποτελούσε σημαντικό κομμάτι έρευνας.

Κεφάλαιο 8: Βιβλιογραφία

- Abou-Taleb, M., S. Talab, A., A. Ibrahim, M., R. Anees, F., E. Genina, M., M. Mahmoud, M., & M. Abou-Taleb, S. (2018). Quality Evaluation of Three Types of Fish Pastirma during Frozen Storage. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 22(4), 261–273. <https://doi.org/10.21608/ejabf.2018.17162>
- Adeva-Andany, M. M., González-Lucán, M., Donapetry-García, C., Fernández-Fernández, C., & Ameneiros-Rodríguez, E. (2016). Glycogen metabolism in humans. *BBA Clinical*, 5, 85–100. <https://doi.org/10.1016/j.bbacli.2016.02.001>
- Agaoglu, S., Dostbil, N., & Alemdar, S. (2007). Antimicrobial activity of some spices used in the meat industry. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 51(1). <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.agro-article-eecdcbcf0-7b2c-412b-87f0-49da656f8d3f>
- Akköse, A., Kaban, G., Karaoğlu, M. M., & Kaya, M. (2018). Characteristics of Pastirma Types Produced from Water Buffalo Meat. *KAFKAS ÜNİVERSİTESİ VETERİNER FAKÜLTESİ DERGİSİ*, 24(2). <https://doi.org/10.9775/kvfd.2017.18551>
- Aksu, M. I., Dogan, M., & Sirkecioglu, A. N. (2017). Changes in the Total Lipid, Neutral Lipid, Phospholipid and Fatty Acid Composition of Phospholipid Fractions during Pastirma Processing, a Dry-Cured Meat Product. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37(1), 18–28. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.1.18>
- Aksu, M. İ., Erdemir, E., Turan, E., & Öz, F. (2022a). Chemical, microbial, color, oxidative and sensory properties of clean-label pastirma produced with raspberry water extracts as a novel ingredient. *Meat Science*, 186, 108737. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108737>
- Aksu, M. İ., Erdemir, E., Turan, E., & Öz, F. (2022b). Chemical, microbial, color, oxidative and sensory properties of clean-label pastirma produced with raspberry water extracts as a novel ingredient. *Meat Science*, 186, 108737. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108737>
- Aksu, M. İ., & Kaya, M. (2005). Effect of storage temperatures and time on shelf-life of sliced and modified atmosphere packaged Pastirma, a dried meat product, produced

from beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(8), Article 8.

<https://doi.org/10.1002/jsfa.2118>

Aksu, M. İ., Kaya, M., & Ockerman, H. W. (2005). Effect of Modified Atmosphere Packaging and Temperature on the Shelf Life of Sliced Pastirma Produced from Frozen/Thawed Meat. *Journal of Muscle Foods*, 16(3), 192–206.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2005.08404.x>

Aktaş, N., & Gürses, A. (2005). Moisture adsorption properties and adsorption isosteric heat of dehydrated slices of Pastirma (Turkish dry meat product). *Meat Science*, 71(3), 571–576. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.042>

Albarella, U. (2015). *Meat (Archaeology of Food)* (pp. 309–311).

Andrey K (Director). (2014, June 5). *Hydrolysis of Amides*.

https://www.youtube.com/watch?v=Tm5_3qoDb-0

Basics of Spices and Other Non-meat Ingredients. (2023, May 18). Nassau Foods, Inc. <https://nassaufoods.com/resources/basics-of-spices-and-other-nonmeat-ingredients/>

Çakıcı, N., Aksu, M. İ., & Erdemir, E. (2015). A survey of the physico-chemical and microbiological quality of different pastirma types: A dry-cured meat product. *CyTA - Journal of Food*, 13(2), 196–203. <https://doi.org/10.1080/19476337.2014.938123>

Candoğan, K., Altuntas, E. G., & İğci, N. (2021). Authentication and Quality Assessment of Meat Products by Fourier-Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy. *Food Engineering Reviews*, 13(1), 66–91. <https://doi.org/10.1007/s12393-020-09251-y>

Dashdorj, D., Tripathi, V. K., Cho, S., Kim, Y., & Hwang, I. (2016). Dry aging of beef; Review. *Journal of Animal Science and Technology*, 58(1), 20.

<https://doi.org/10.1186/s40781-016-0101-9>

Deniz, E., Güneş Altuntaş, E., Ayhan, B., İğci, N., Özel Demiralp, D., & Candoğan, K. (2018). Differentiation of beef mixtures adulterated with chicken or turkey meat using FTIR spectroscopy. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(10), e13767. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13767>

- Flores, M. (2017). Chapter 13 - The Eating Quality of Meat: III—Flavor. In F. Toldra (Ed.), *Lawrie's Meat Science (Eighth Edition)* (pp. 383–417). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100694-8.00013-3>
- Garcia, C. E. R., Yamashita, F., Youssef, E. Y., Prudencio, S. H., & Shimokomaki, M. (2013). Effect of carrageenan addition on the yield and functional properties of charqui (Jerked Beef). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, *56*, 311–318. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132013000200017>
- Gök, V., Obuz, E., & Akkaya, L. (2008). Effects of packaging method and storage time on the chemical, microbiological, and sensory properties of Turkish pastirma – A dry cured beef product. *Meat Science*, *80*(2), 335–344. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.12.017>
- Govari M. (2015). Nitrates and Nitrites in meat products. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, *66*(3), Article 3. <https://doi.org/10.12681/jhvms.15856>
- Hamed, H., Elkhedir, A. E., Meihu, M., Hydamaka, A. W., Jin, G., Jin, Y., Abdegadir, W. S., & Homaida, M. A. (2019). *Effect of Freeze and Re-freeze on Chemical Composition of Beef and Poultry Meat at Storage Period 4.5 Months (SP4.5)*. 7.
- Hastaoglu, E., & Vural, H. (2018). New Approaches to Production of Turkish-type Dry-cured Meat Product “Pastirma”: Salt Reduction and Different Drying Techniques. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, *38*(2), 224–239. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.38.2.224>
- Hazar, F., Kaban, G., & Kaya, M. (2021). The effects of transglutaminase on the qualitative properties of different pastirma types. *LWT*, *145*, 111289. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111289>
- Işıklı, N. D., & Karababa, E. (2005). Rheological characterization of fenugreek paste (çemen). *Journal of Food Engineering*, *69*(2), 185–190. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.08.013>
- Kaban, G. (2009). Changes in the composition of volatile compounds and in microbiological and physicochemical parameters during pastirma processing. *Meat Science*, *82*(1), Article 1. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.11.017>

- Kaya, M., Oral, Z. F. Y., & Kaban, G. (2022). Pastırma. In J. M. Lorenzo, R. Domínguez, M. Pateiro, & P. E. S. Munekata (Eds.), *Production of Traditional Mediterranean Meat Products* (pp. 143–152). Springer US.
https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2103-5_17
- Kilic, B. (2009). Current trends in traditional Turkish meat products and cuisine. *LWT - Food Science and Technology*, *42*(10), 1581–1589.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.05.016>
- Kim, T.-K., Yong, H.-I., Jung, S., Kim, H.-W., & Choi, Y.-S. (2021). Technologies for the Production of Meat Products with a Low Sodium Chloride Content and Improved Quality Characteristics—A Review. *Foods*, *10*(5), Article 5.
<https://doi.org/10.3390/foods10050957>
- Kim, Y. H. B., Meyers, B., Kim, H.-W., Liceaga, A. M., & Lemenager, R. P. (2017). Effects of stepwise dry/wet-aging and freezing on meat quality of beef loins. *Meat Science*, *123*, 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.09.002>
- Lamyaa, M. A. (2013). Discrimination of pork content in mixtures with raw minced camel and buffalo meat using FTIR spectroscopic technique. *International Food Research Journal*, *20*(3), 1389–1394.
- Lestari, D., Rohman, A., Syofyan, S., Yuliana, N. D., Abu Bakar, N. K. Bt., & Hamidi, D. (2022). Analysis of beef meatballs with rat meat adulteration using Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy in combination with chemometrics. *25*, 12.
- Lücke, F.-K. (1994). Fermented meat products. *Food Research International*, *27*(3), 299–307. [https://doi.org/10.1016/0963-9969\(94\)90098-1](https://doi.org/10.1016/0963-9969(94)90098-1)
- Ly, B. C. K., Dyer, E. B., Feig, J. L., Chien, A. L., & Del Bino, S. (2020). Research Techniques Made Simple: Cutaneous Colorimetry: A Reliable Technique for Objective Skin Color Measurement. *Journal of Investigative Dermatology*, *140*(1), 3-12.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jid.2019.11.003>
- Moreno, I., Lipová, P., Ladero, L., Fernández-García, J. L., & Cava, R. (2020). Glycogen and lactate contents, pH and meat quality and gene expression in muscle

- Longissimus dorsi from iberian pigs under different rearing conditions. *Livestock Science*, 240, 104167. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104167>
- Nie, C., Hu, Y., Chen, R., Guo, B., Li, L., Chen, H., Chen, H., & Song, X. (2022). Effect of probiotics and Chinese medicine polysaccharides on meat quality, muscle fibre type and intramuscular fat deposition in lambs. *Italian Journal of Animal Science*, 21(1), 811–820. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2022.2067489>
- Ren, W.-W., Bekhit, A. E.-D. A., Li, F., Yang, H.-Y., Jiang, X.-F., Zhang, W., & Kong, L.-M. (2015). Physicochemical Properties of Pastirma from Horse Meat, Beef, Mutton and Pork. *Journal of Food Quality*, 38(5), 369–376. <https://doi.org/10.1111/jfq.12152>
- Robach, M. C., & Sofos, J. N. (1982). Use of Sorbates in Meat Products, Fresh Poultry and Poultry Products: A Review1. *Journal of Food Protection*, 45(4), 374–383. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-45.4.374>
- sidra.ghazali@topagency.com. (2021, December 15). *National Cold Cuts Day*. National Today. <https://nationaltoday.com/national-cold-cuts-day/>
- Sinanoglou, V. J., Cavouras, D., Xenogiannopoulos, D., Proestos, C., & Zoumpoulakis, P. (2018). Quality Assessment of Pork and Turkey Hams Using FT-IR Spectroscopy, Colorimetric, and Image Analysis. *Foods*, 7(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/foods7090152>
- Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2017). *Principles of Instrumental Analysis*. Cengage Learning.
- Smet, S. D., Raes, K., & Demeyer, D. (2004). Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: A review. *Animal Research*, 53(2), 81–98. <https://doi.org/10.1051/animres:2004003>
- Sohail, A., Al-Dalali, S., Wang, J., Xie, J., Shakoor, A., Asimi, S., Shah, H., & Patil, P. (2022). Aroma compounds identified in cooked meat: A review. *Food Research International*, 157, 111385. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111385>
- Søltoft-Jensen, J., & Hansen, F. (2005). 15—New Chemical and Biochemical Hurdles. In D.-W. Sun (Ed.), *Emerging Technologies for Food Processing* (pp. 387–416). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012676757-5/50017-7>

Song, P., Wu, L., & Guan, W. (2015). Dietary Nitrates, Nitrites, and Nitrosamines Intake and the Risk of Gastric Cancer: A Meta-Analysis. *Nutrients*, 7(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/nu7125505>

Steele, R. (2004). *Understanding and Measuring the Shelf-Life of Food*. Woodhead Publishing.

Tuoc, K., & Glasgow, S. (2012). *ON THE TEXTURE PROFILE ANALYSIS TEST*.

Uğuz, Ş., Soyer, A., & Dalmiş, Ü. (2011). Effects of Different Salt Contents on Some Quality Characteristics During Processing of Dry-Cured Turkish Pastirma. *Journal of Food Quality*, 34(3), 204–211. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2011.00382.x>

Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., Sheard, P. R., & Enser, M. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Science*, 66(1), 21–32. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00022-6)

Ζαφειριάδης, Θ. (2015). *Παρασκευή παραδοσιακών προϊόντων με βάση το κρέας*. <https://www.slideshare.net/ThomasZafeiriadis/-50809910>

Μπεχτσή, Γ. (2016). *Η ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ :: CORFU CHEF CLUB*. Λέσχη Αρχιμαγείρων Κέρκυρας. <https://leschi-archimageiron-kerkyras.webnode.gr/news/i-orimansi-toy-kreatos/>

Ραμαντάνης, Σ. (2020). *Τεχνολογία Κρέατος και Προϊόντων του* (Τρίτη). Σύγχρονη Παιδεία.

Τι είναι παστράμι; (n.d.). Ti-Einai.Gr. Retrieved May 18, 2023, from <https://ti-einai.gr/pastrami/>