



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΩΡΙΜΑΝΣΗ
ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΤΥΡΙΟΥ ΦΕΤΑ**

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΘΩΔΗΣ

Τεχνολόγος Τροφίμων και Διατροφής

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Μ.Γ. ΚΟΝΤΟΜΗΝΑΣ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ, 2023

Πίνακας περιεχομένων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ABSTRACT.....	5
Ι.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	7
1.1. Η ιστορία της τυροκομίας.....	7
1.2. Η τυροκομία στην Ελλάδα.....	8
1.3 Μέθοδοι παρασκευής τυριού.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	13
2.1 Συσκευασία τροφίμων.....	13
2.2 Συσκευασία τυριών.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	17
ΤΥΡΙΑ ΑΛΜΗΣ	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	20
ΤΥΡΙ ΦΕΤΑ.....	20
4.1 Ο ορισμός και ιστορία της φέτας.....	20
4.2 Τρόποι παρασκευής φέτας.....	21
4.2.1 Στάδια παρασκευής φέτας.....	21
4.3. Ποιοτικά χαρακτηριστικά.....	22
4.4. Συσκευασία φέτας.....	25
4.4.1. Ξύλινα βαρέλια.....	25
4.4.2.Λευκοσιδηρά δοχεία.....	27
4.4.3. Πλαστικά δοχεία για λιανική πώληση.....	28
4.4.4. Πλαστικές μεμβράνες φραγ.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο	30
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΥΡΙΩΝ	30
5.1. Προσδιορισμός αρώματος με SPME-GC/MS	30
5.2. Προσδιορισμός μηχανικών παραμέτρων τυριών με δυναμόμετρο(Instron)	32
5.3 Οργανοληπτική αξιολόγηση.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	37
ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	37

6.1. Νομοθεσία υλικών συσκευασίας.....	37
6.2. Νομοθεσία που αφορά τη Φέτα.....	40
6.3. Πιστοποίηση και έλεγχος των ελληνικών τυριών ΠΟΠ	41
II.ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	43
2. Χημικές Αναλύσεις	44
Α) Προσδιορισμός λίπους.....	44
Β) Προσδιορισμός υγρασίας	45
Γ) Προσδιορισμός του πρωτεϊνικού αζώτου.....	46
Δ) Προσδιορισμός Αλατιού	51
Ε) Προσδιορισμός Λακτόζης	52
ΣΤ) Προσδιορισμός πτητικών ενώσεων	54
Ζ) Προσδιορισμός των ιδιοτήτων της υφής.....	56
Οργανοληπτική εξέταση.....	57
III.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	61
1. Χημική σύσταση γάλακτος	61
2. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά	62
2.1.Προσδιορισμός pH.....	62
3. Πτητικές ενώσεις τυριού φέτας.....	67
4. Προσδιορισμός ιδιοτήτων υφής των τυριών.....	75
5. Οργανοληπτική αξιολόγηση τυριού φέτας	77
Συμπεράσματα	79
IV.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	81
ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	81
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	82

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών με ειδίκευση στην επιστήμη και τεχνολογία τροφίμων του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Στις σπουδές μου ήταν καθοριστική η συμβολή των καθηγητών μου στα γνωστικά αντικείμενα που παρακολούθησα, στους οποίους οφείλω να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες για τη συμβολή τους στην ολοκλήρωση των σπουδών μου.

Ιδιαίτερα, επιθυμώ να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου και επιβλέποντα, κύριο Κοντομηνά Μ.Γ. για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε εξ' αρχής, αναθέτοντάς μου το συγκεκριμένο θέμα, για την επιστημονική και συμβουλευτική καθοδήγηση που μου προσέφερε σε όλα τα στάδια εκπόνησης της εργασίας με τις εύστοχες και πολύ εποικοδομητικές παρατηρήσεις του, καθώς και για τη συνεχή του υποστήριξη και το αμείωτο ενδιαφέρον που έδειξε από την αρχή μέχρι το τέλος. Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Μπαδέκα για τη συμβολή της στη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τη σύζυγό μου, για τη συμπαράσταση, τη στήριξη και την υπομονή τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία πραγματεύεται την επίδραση του υλικού συσκευασίας κατά την ωρίμανση, στα χαρακτηριστικά και την ποιότητα του τυριού φέτας συσκευασμένου σε τρία διαφορετικά υλικά συσκευασίας. Η εργασία πραγματοποιήθηκε στο ερευνητικό Εργαστήριο Χημείας Τροφίμων του Π.Ι. και στη γαλακτοβιομηχανία ΔΩΔΩΝΗ Α.Ε.

Παρασκευάστηκε τυρί φέτα στη ΔΩΔΩΝΗ Α.Ε. σύμφωνα με τη βιομηχανική πρακτική. Το τυρί συσκευάστηκε σε 3 διαφορετικούς περιέκτες: (α) ξύλινο βαρέλι, (β) σε λευκοσιδηρό δοχείο και (γ) ανοξείδωτη δεξαμενή προς ωρίμανση για διάστημα 7 ημερών σε θερμοκρασία 18°C. Στη συνέχεια τα τυριά τοποθετήθηκαν σε ψυγεία στους 4 °C για διάστημα μέχρι 100 ημέρες.

Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης γινόταν δειγματοληψία και προσδιορίζονταν οι εξής παράμετροι: φυσικοχημικά χαρακτηριστικά (λίπος, υγρασία, pH, πρωτεΐνη, αλάτι, λακτόζη), κλάσματα αζώτου (%TN, %WSN, 12% TCA, 5%PTA) πτητικά συστατικά, ιδιότητες υφής, (σκληρότητα, ευθραυστότητα) και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, (χρώμα, υφή, γεύση, άρωμα).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο χρόνος ωρίμανσης επηρέασε το pH, την υγρασία, τα λιπαρά, τις πρωτεΐνες και τη λακτόζη του τυριού φέτα. Η περιεκτικότητα σε αλάτι επηρεάστηκε σημαντικά και από το υλικό συσκευασίας. Οι δείκτες πρωτεόλυσης: %TN, %WSN, 12% TCA και 5% PTA έδειξαν παρόμοιες τιμές σε όλα τα υλικά συσκευασίας και αυξήθηκαν με το χρόνο ωρίμανσης. Τα πιο άφθονα πτητικά συστατικά ήταν τα ελεύθερα λιπαρά οξέα, οι αλκοόλες και οι εστέρες ακολουθώντας την εξής σειρά την 60^η ημέρα ωρίμανσης: ανοξείδωτη δεξαμενή > ξύλινο βαρέλι > λευκοσιδηρό δοχείο. Τα τυριά σε όλα τα υλικά συσκευασίας (ημέρα 60) εμφάνισαν παρόμοιες τιμές σκληρότητας και ευθραυστότητας. Και οι δύο τιμές παραμέτρων αυξήθηκαν με τον χρόνο ωρίμανσης. Τέλος, τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά δεν επηρεάστηκαν από το υλικό συσκευασίας παρά μόνο από το χρόνο ωρίμανσης.

ABSTRACT

The present study deals with the effect of packaging material during ripening on the quality characteristics of feta cheese packaged in three different packaging materials.

The study was carried out in the Research Laboratory of Food Chemistry, Department of Chemistry, University of Ioannina and in the dairy industry DODONI S.A.

Feta cheese was produced in the DODONI S.A. plant according to the conventional industrial practice. The cheese was packaged in 3 different containers: (a) wooden barrel, (b) tin can and (c) stainless steel tank and ripened initially for 7 days at 18°C and then transferred to refrigerators at 4°C for a period up to 100 days.

During ripening, sampling was carried out and the following parameters were determined: physicochemical characteristics (fat, moisture, pH, protein, salt, lactose), nitrogen fractions (%TN, %WSN, 12% TCA, 5% PTA) volatile compounds, texture parameters (hardness, brittleness, compression) and sensory characteristics (color, texture, taste, aroma).

The results showed that ripening time affected the pH, moisture, fat, protein and lactose of feta cheese. The salt content was also significantly affected by the packaging material. Proteolysis indices: %TN, %WSN, 12% TCA and 5% PTA showed similar values in all packaging materials and increased with ripening time. The most abundant volatile components were free fatty acids, alcohols and esters following the following order on the 60th day of maturation: stainless tank > wooden barrel > tincans. Cheeses in all packaging materials (day 60) showed similar hardness and brittleness values. Both parameter values increased with ripening time. Finally, the sensory characteristics were not affected by the packaging material but only by the ripening time.

Ι.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο άνθρωπος ανακάλυψε το τυρί ήδη από την αρχαιότητα που αποτελεί σημαντικό κομμάτι της διατροφής του μέχρι και σήμερα λόγω της θρεπτικής του αξίας και των ιδιαίτερων οργανοληπτικών του ιδιοτήτων. Πρόκειται για ένα προϊόν με υψηλή βιολογική αξία πρωτεϊνών, λόγω της επιθυμητής ισορροπίας που επιτυγχάνεται στις σχέσεις και τις ποσότητες των αμινοξέων που απαιτούνται για να καλύψουν τις θρεπτικές ανάγκες του ανθρώπου όπως και πλήθος άλλων στοιχείων (ασβέστιο, βιταμίνες, ιχνοστοιχεία, κλπ.).

Η επεξεργασία που μπορεί να υποστεί το γάλα ώστε να μετατραπεί σε τυρί ποικίλλει και ανάλογα με την τεχνολογία παρασκευής που χρησιμοποιείται προκύπτουν τυριά με διαφορετική σύσταση, εμφάνιση και γεύση, καθώς και μικροβιακή χλωρίδα που επηρεάζει τον τρόπο που πρέπει να συντηρούμε και να διατηρούμε το καθένα από αυτά.

Ρόλο κλειδί για την διατήρηση της φέτας παίζει η άλμη που καταφέρνει να διατηρεί αλλά και να διαμορφώνει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της. Το τυρί αυτό είναι παραδοσιακό ελληνικό τυρί Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ) και η παρασκευή του πρέπει να τηρεί κάποια συγκεκριμένα κριτήρια. Χρησιμοποιείται πρόβειο γάλα μόνο ή αναμειγνύεται με αίγιο μέχρι 30% και η υγρασία του δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 56% ενώ η λιποπεριεκτικότητα επί ξηρού ενδείκνυται να φτάνει τουλάχιστον το 43%.

Η φέτα βρίσκεται ψηλά στις προτιμήσεις του Έλληνα καταναλωτή και γενικά προτιμούνται τα τυροκομικά προϊόντα που φέρουν την σφραγίδα ΠΟΠ, καθώς παρουσιάζουν μια σταθερή ποιότητα όσο και γεύση. Την ίδια στιγμή, ο καταναλωτής θέλει να γνωρίζει και τον τόπο παραγωγής αλλά και να επιλέγει ένα προϊόν που συσκευάζεται και διατηρείται σωστά. Άλλωστε με την προστασία της ονομασίας ο καταναλωτής εστιάζει στον ειδικό χαρακτήρα των προϊόντων πέρα από το ότι αποφεύγεται η κακή χρήση και η μίμηση από ανταγωνιστές. Τέλος, ενθαρρύνεται η παραγωγή και δίνεται η ευκαιρία και σε μικρότερους παραγωγούς να προωθήσουν το εμπόρευμα τους.

Η Ελληνική γαλακτοβιομηχανία ψάχνει εναλλακτικούς τρόπους για τη συσκευασία της φέτας, για λόγους διευκόλυνσης (ευκολότερος χειρισμός, μετακίνηση και αποθήκευση σε σχέση με τα ξύλινα βαρέλια και τα λευκοσιδηρά δοχεία) και εξοικονόμησης στη χρήση υλικών συσκευασίας. Σκοπός της εργασίας είναι να ερευνήσει την επίδραση της δεξαμενής από ανοξείδωτο χάλυβα με επένδυση ξύλου από οξιά - ως πειραματικό υλικό συσκευασίας/ωρίμανσης για το τυρί - σε σύγκριση με το συμβατικό ξύλινο βαρέλι και το λευκοσιδηρό δοχείο, στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της φέτας και στην εξέλιξη των ποιοτικών χαρακτηριστικών της φέτας κατά την ωρίμανση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1. Η ιστορία της τυροκομίας

Η ιστορία του τυριού συνδέεται σημαντικά με την εξημέρωση των κατοικίδιων ζώων. Το τυρί ή αλλιώς ο «τυρός» στα αρχαία ελληνικά είναι πιθανό να προέρχεται από το ρήμα *τορέω* που σημαίνει *τρυπώ*, *διατρυπώ* και ενδεχομένως μπορεί να αναφέρεται στις τρύπες του τυριού. Υπάρχει και άλλη μία εκδοχή, η οποία αναφέρει ότι η λέξη τυρί ή «τυρός» προέρχεται από το ρήμα *τυρεύω*, το οποίο σημαίνει *καλουπώνω* (Ψαρούδα, 2014). Το τυρί είναι μία τροφή, η οποία εμφανίζεται σε συσκευασίες με διάφορες αποχρώσεις, μεγέθη, σχήματα και επικαλύψεις. Οι διαφορές αυτών των χαρακτηριστικών του τυριού οφείλονται στα διάφορα είδη γάλακτος από το οποίο είναι φτιαγμένο, στη συγκεκριμένη τεχνολογία παρασκευής του, στις συνθήκες ωρίμανσης, καθώς και στη χημική σύστασή του.

Η τυροκομία αποτελεί την τέχνη παρασκευής τυριού. Η τυροκόμηση, όπως αναφέρει ο Ανυφαντάκης (2004), έως και σήμερα αποτελεί τη κυριότερη μορφή μεταποίησης και αξιοποίησης του γάλακτος για τη παρασκευή ενός από τα πιο σπουδαία τρόφιμα για τον άνθρωπο. Η τυροκομία, πέραν του ότι διασφαλίζει για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα τη διατήρησή του γάλακτος, προσφέρει και ένα πλήθος προϊόντων με υψηλή βιολογική αξία.

Η προέλευση του τυριού τοποθετείται στα οροπέδια του Ιράν μεταξύ 10.000-8.000 π.Χ., όπου για πρώτη φορά εξημερώθηκαν η καμήλα, το πρόβατο και η αίγα. Μετά από χίλια χρόνια στη Βόρεια Ευρώπη, εξημερώνεται η άγρια αγελάδα. Πολλές είναι οι ενδείξεις που υπάρχουν για την εξημέρωση, την άμελξη και επεξεργασία του γάλακτος στην Αφρική, στη Μεσοποταμία από τους Σουμέριους, στην Αίγυπτο μέσω ιερογλυφικών κειμένων και στη Σαχάρα της Λιβύης μέσα από ζωγραφικές παραστάσεις που έχουν βρεθεί σε σπηλιές και αφορούν την επεξεργασία του γάλακτος. Γύρω στο 6.000 - 5.000 π.Χ. υπάρχουν ενδείξεις στη νοτιοανατολική Ευρώπη, ότι η επεξεργασία του γάλακτος ξεκίνησε πρώτα στη Μακεδονία και στη Θεσσαλία (Eeklof-Stork, 1990).

Πηγές προέλευσης του τυριού ή της τυροκομίας υπάρχουν σε γραπτά κείμενα των Βαβυλωνίων το 2.000 π.Χ. και σε ύμνους στα θρησκευτικά βιβλία των Ινδουιστών. Ακόμη και στην ελληνική μυθολογία ο Διόδωρος Έλληνας ιστορικός από τη Σικελία, αναφέρει το 3.000 π.Χ. ότι το τυρί παρασκευαζόταν από πρόβειο γάλα. Έμαθε την τέχνη της τυροκομίας από τις βρεφοκόμους του, τις Νύμφες, και περιγράφει την

εφεύρεση του τυριού στον Αρίσταιο, γιο του Απόλλωνα και εγγονό του Δία. Επίσης και στα κείμενα της Παλαιάς Διαθήκης αναφέρονται συχνά το γάλα και το τυρί. «Ετυρώθη ως γάλα η καρδιά αυτών», ψάλλει ο Δαβίδ. Με το τυρί έχουν ασχοληθεί και πολλοί άλλοι αρχαίοι Έλληνες συγγραφείς. Μεγάλη διάδοση είχαν τα γαλακτοκομικά προϊόντα κατά κύριο λόγο τα τυριά κατά τους ρωμαϊκούς χρόνους, όπου το τυρί την περίοδο εκείνη θεωρούνταν είδος πρώτης ανάγκης και αποτελούσε μέρος του διαιτολογίου των στρατιωτών και ήταν ιδιαίτερα αγαπητό (Ανυφαντάκης, 2004).

Στην ανάπτυξη της τυροκομίας σημαντική ήταν η συμβολή των γαλακτοκομικών συνεταιρισμών, που έγιναν την εποχή του Μεσαίωνα. Το πρώτο συνεταιριστικό τυροκομείο χτίστηκε στην Αυστρία κοντά στο Λίχενενσταϊν γύρω στο 1380. Η τυροκομική τέχνη και οι συνθήκες της παρασκευής των τυριών άλλαξαν ελάχιστα μέχρι τις αρχές του 19ου αιώνα με την απόκτηση γνώσεων Χημείας και Μικροβιολογίας. Η κατάσταση άρχισε σταδιακά να αλλάζει με την πρώτη βιομηχανία τυριού, η οποία δημιουργήθηκε το 1851 στην Αμερική. Από τότε άρχισε η αλματώδης πρόοδος της τυροκομίας (Ανυφαντάκης, 2004).

1.2. Η τυροκομία στην Ελλάδα

Η τυροκομία και τα προϊόντα τυροκόμησης αποτελούν ένα παραδοσιακό κλάδο στη χώρα μας και ένα βασικό είδος της διατροφής των Ελλήνων. Η μακρά ενασχόληση με την τυροκόμηση οδήγησε τους Έλληνες να δημιουργήσουν διάφορους τύπους τυριών που έχουν ιστορία αιώνων κατά τη διάρκεια των οποίων εξελίχθηκαν στη σημερινή τους μορφή και αποτελούν τα ήθη, τα έθιμα, τις διατροφικές συνήθειες και την ιστορία των Ελλήνων

Στην Ελλάδα, το πιο δημοφιλές τυρί είναι η φέτα που αποτελεί και προϊόν Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ). Βέβαια υπάρχουν και άλλα δημοφιλή τυριά, όπως το κασέρι, η γραβιέρα, το κεφαλοτύρι, η κεφαλογραβιέρα κ.α., καθώς και προϊόντα τυρογάλακτος όπως ο ανθότυρος, η μυζήθρα και το μανούρι.

Κατά την περίοδο της Τουρκοκρατίας δεν υπάρχουν ενδείξεις για την εξέλιξη της τυροκομίας μέχρι την απελευθέρωση. Έτσι, λοιπόν, η τυροκομία την περίοδο εκείνη χαρακτηρίζονταν από την παραγωγή τυριών από μικρά οικογενειακά τυροκομεία. Συνεπώς, τουλάχιστον μέχρι τα τέλη του 19ου αιώνα δεν μπορεί να γίνει σοβαρός λόγος για ανάπτυξη στη γαλακτοκομία - τυροκομία στη χώρα μας. Τον 20ο αιώνα, όσον αφορά τον παραγωγικό τομέα, δημιουργείται ένας μεγάλος αριθμός επιχειρήσεων, η πλειονότητα των οποίων είναι μικρού μεγέθους τυροκομικές μονάδες από τις οποίες οι πιο πολλές είναι

οικογενειακές και οι οποίες απευθύνονται σε τοπικό επίπεδο με την παραγωγή παραδοσιακών προϊόντων. Ο αριθμός αυτών των τυροκομικών μονάδων μειώνεται συνεχώς, καθώς μεγάλου μεγέθους παραγωγικές μονάδες εξαγόρασαν τις μικρότερες μονάδες και ίδρυσαν καινούργιες, συγκεντρώνοντας ολοένα και περισσότερο μέρος της παραγωγής συμβάλλοντας στον εκσυγχρονισμό των τυροκομείων (Σιδέρη, 2004). Η παραγωγή των τυροκομικών προϊόντων αποτελεί μία σημαντική παραγωγική δραστηριότητα, η οποία επεκτείνεται συνεχώς, λαμβάνοντας βιομηχανικό χαρακτήρα.

Σύμφωνα με την Πολυμερίδου (2013), τα τυροκομικά προϊόντα είναι ένας από τους μεγαλύτερους κλάδους σε αξία στον χώρο των τροφίμων με ετήσια αξία προϊόντων το 2009 1 δισεκατομμύριο ευρώ και ποσότητες κατανάλωσης 329,5 χιλ. τόνοι τόσο στο εσωτερικό όσο και σε εξαγωγές. Το 2019 η παραγωγή τυροκομικών προϊόντων εκτιμήθηκε σε 288.000 τόνους, σημειώνοντας αύξηση της τάξης του 0.91% έναντι του 2018 (ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ).

Μέχρι τον 12ο μ.Χ. αιώνα, το πιο διαδεδομένο γάλα στην Ευρώπη ήταν το πρόβειο και το γίδινο. Από τότε άρχισε να αναπτύσσεται σταδιακά η αγελαδοτροφία και το αγελαδινό γάλα κέρδιζε έδαφος σε βάρος των δύο άλλων, για να φτάσουμε στη σημερινή πραγματικότητα, όπου το αγελαδινό γάλα δεσπόζει, σε μερικές μάλιστα χώρες της Βόρειας Ευρώπης να είναι ουσιαστικά το μόνο γάλα που αξιοποιείται (Ανυφαντάκης, 2004). Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι στην Ελλάδα χρησιμοποιείται κυρίως το αιγοπρόβειο γάλα, το οποίο είναι γνωστό από παλιά για την παραγωγή τοπικών παραδοσιακών τυριών, τα οποία έχουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και αναδεικνύουν την κουλτούρα και την παράδοση κάθε περιοχής.

Η Ελλάδα είναι η χώρα, η οποία κατέχει την πρώτη θέση στην κατανάλωση τυριών με 23 κιλά ανά άτομο ανά έτος και στη συνέχεια ακολουθεί η Γαλλία με 22 κιλά. Στην Ελλάδα η παραγωγή των τυριών το 2019 ήταν 31,2 χιλιάδες τόνοι σκληρών, 101,5 χιλιάδες τόνοι των μαλακών τυριών και 12,8 χιλιάδες τόνοι τυριών τυρογάλακτος (ΕΛΣΤΑΤ, 2021).

Στη χώρα μας υπάρχουν συγκεκριμένες οργανωμένες μονάδες που παράγουν τυροκομικά προϊόντα, ο αριθμός των οποίων αναφέρεται στον **Πίνακα 1** ανά περιφέρεια για το έτος 2015.

Πίνακας 1: Αριθμός Ελληνικών τυροκομείων ανά Περιφέρεια κατά το έτος 2015 (ΕΦΕΤ)

<i>A/a</i>	<i>Διοικητικές Περιφέρειες</i>	<i>Σύνολο εγκεκριμένων τυροκομείων</i>
1	Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	86
2	Περιφέρεια Αν. Μακεδονίας και Θράκης	44
3	Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	41
4	Περιφέρεια Θεσσαλίας	53
5	Περιφέρεια Ηπείρου	33
6	Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας	68
7	Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας	46
8	Περιφέρεια Αττικής	32
9	Περιφέρεια Πελοποννήσου	68
10	Περιφέρεια Β. Αιγαίου	32
11	Περιφέρεια Ν. Αιγαίου	24
12	Περιφέρεια Κρήτης	67
13	Περιφέρεια Ιονίων Νήσων	18
Σύνολο		613

Λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία της ICAP (2009), ο αριθμός των επιχειρήσεων που παράγουν τυροκομικά προϊόντα στην Ελλάδα ήταν 605 μεταξύ των οποίων οι 340 ήταν επιχειρήσεις μικρού μεγέθους με ετήσια παραγωγή τυριών κάτω από 100 τόνους. Τρεις επιχειρήσεις μόνον είχαν ετήσια παραγωγή πάνω από 10.000 τόνους και όπως αναφέρει ο Μασούρας (2012), οι τυροκομικές επιχειρήσεις μειώθηκαν κατά 3,3% κατά την τριετία 2009 – 2012 σε 585, ενώ την επόμενη τριετία δηλαδή μέχρι το έτος του 2015 παρουσιάστηκε πάλι μία μικρή αύξηση κατά 4,8%.

1.3 Μέθοδοι παρασκευής τυριού

Από την παγκόσμια παραγωγή γάλακτος ένα μεγάλο μέρος αυτής διατίθεται για την παραγωγή τυριού. Κυκλοφορούν πολλά είδη τυριών στην παγκόσμια αγορά από διάφορα είδη γάλακτος πρόβειο, γίδινο, βουβαλίσιο, αγελαδινό και με διάφορες τεχνολογίες παρασκευής τους.

Το τυρί στην πράξη προέρχεται από την ολική ή μερική πήξη του γάλακτος με την δράση της πυτιάς ή άλλων πηκτικών μέσων, όπως η οξίνιση και η θέρμανση και αφού γίνει μερική στράγγιση του ορού του γάλακτος, που προκύπτει μετά από μια τέτοια πήξη. Για την παρασκευή του τυριού μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε, εκτός από τις παραδοσιακές τεχνικές πήξης του γάλακτος όπως είναι η πυτιά, η θερμοκρασία και η οξίνιση, κι άλλες τεχνικές επεξεργασίας, όπως πήξη του γάλακτος με ένζυμα από φυτικούς ιστούς (*Cynara cardunculus*), ένζυμα από μύκητες (*Mucormiehei*, *Mucorpusillus*, *Endothiaparasitica*), ένζυμα από μικροοργανισμούς (*Chymogen*, *Kluyveromyces lactis*), μείγματα (μείγμα πυτιάς μοσχαριών και πεψίνης χοίρων σε αναλογία 50/50 κ.ά.).

Για την παρασκευή τυριού, βασικές πρώτες ύλες είναι το γάλα, τα πηκτικά ένζυμα, πυτιά (υποκατάστατα αυτής), αλάτι, πρόσθετες ύλες (χρωστικές, συντηρητικά, προσθετικά) και οξυγαλακτικήκαλλιέργεια. Τα βασικά στάδια της τυροκόμησης είναι:

- η δημιουργία πήγματος με την προσθήκη πυτιάς ή με οξίνιση
- η αφαίρεση της υγρασίας του πήγματος, η οποία επιτυγχάνεται με τον τεμαχισμό σε κύβους, την πίεση, τη θέρμανση, την ανάπλαση και το αλάτισμα αυτού, καθώς και τρόποι που διευκολύνουν τη συναίρεση του πήγματος,
- τη μορφοποίηση του τυριού (σε εκμαγείο ή με πίεση) και
- το αλάτισμα του τελικού πήγματος (Fox et al., 1999).

Η δημιουργία του πρώτου πήγματος του τυριού αποτελεί μία διαδικασία αφυδάτωσης κατά την οποία τόσο το λίπος όσο και καζεΐνη συμπυκνώνονται από 6 έως 12 φορές ανάλογα με το είδος του τυριού. Το πήγμα δημιουργείται μετά τη διάσπαση της κ-καζεΐνης από τα πρωτεολυτικά ένζυμα της πυτιάς, κυρίως τη χυμοσίνη ή την πεψίνη ή και άλλες μικροβιακής φύσης πρωτεϊνάσες (Fox et al., 1999). Το κυριότερο από τα πεπτικά ένζυμα είναι η χυμοσίνη ή ρεννίνη, η οποία υδρολύει τα μόρια των πρωτεϊνών του γάλακτος προς τα πεπτίδια, μικρά ή μεγάλα, τα οποία είναι αυτά που προσδίδουν κατά την

ωρίμανσηδιάφορα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο τυρί όπως είναι η γεύση και το άρωμα. Η δράση της χυμοσίνης μειώνεται με την αύξηση του pH και η θερμοκρασία και τα ανόργανα άλατα την αδρανοποιούν(Walstra&Jenness, 1984). Η χυμοσίνη παίζει σημαντικό ρόλο στην ωρίμανση του τυριού αφού είναι αυτή η οποία δημιουργεί το πρώτο πήγμα και αποτελεί τη βάση για το τελικό ώριμο προϊόν.

Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης του τυριού πραγματοποιούνται διάφορες βιοχημικές αντιδράσεις, οι οποίες εξαρτώνται από το πήγμα που έχει δημιουργηθεί, από τη δράση της χυμοσίνης, τα ενδογενή ένζυμα του γάλακτος (πρωτεΐνάσες και λιπάσες), τις καλλιέργειες εκκίνησης (LAB-starters) και τέλος τη φυσιολογική χλωρίδα και τα ένζυμα αυτών (Walstra&Jenness, 1984). Οι βασικότερες βιοχημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των τυριών είναι η πρωτεόλυση, λιπόλυση και η γλυκόλυση. Η υγρασία, η ποσότητα του αλατιού, το pH, καθώς και η μικροβιακή χλωρίδα του τυριού συμβάλλουν σημαντικά στις παραπάνω αντιδράσεις που προσδίδουν τα διάφορα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά άρωμα, υφή και γεύση.

Σύμφωνα με τον Ανυφαντάκη (2004), η ποιότητα του τυριού εξαρτάται από το είδος του γάλακτος, την ατομικότητα του ζώου, τη χημική σύσταση του γάλακτος, τον τρόπο και το είδος διατροφής του ζώου, τον τρόπο και τις συνθήκες συλλογής του γάλακτος, τη τεχνολογία παρασκευής και τις συνθήκες ωρίμανσης του προϊόντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 Συσκευασία τροφίμων

Η συσκευασία αποτελεί σημαντικό κομμάτι της προώθησης του προϊόντος, καθώς είναι η τελική μορφή διάθεσης του προϊόντος στους καταναλωτές, παρέχοντας όλα τα εχέγγυα της ποιότητάς του. Συσκευασία τροφίμων είναι ένας διεπιστημονικός κλάδος της τεχνολογίας και αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής ζωής των ανθρώπων. Ο όρος συσκευασία προσδιορίζει τόσο τη διαδικασία όσο και τα μέσα που χρησιμοποιούνται και ως εκ τούτου υπάρχουν διαφορετικοί ορισμοί για αυτήν. Από το Βρετανικό Ινστιτούτο Συσκευασίας ως «**συσκευασία**» ορίζεται:

- ένα σύστημα προετοιμασίας των αγαθών που είναι συντονισμένο για τη μεταφορά, διανομή, αποθήκευση, πώληση και χρήση.
- Ένας τρόπος που διασφαλίζει την ασφαλή διανομή των αγαθών σε καλή κατάσταση στον τελικό καταναλωτή και με ελάχιστο ολικό κόστος.
- Μία τεχνοοικονομική διαδικασία που έχει ως σκοπό να ελαχιστοποιήσει τόσο το κόστος διανομής των αγαθών αλλά και να μεγιστοποιήσει τις πωλήσεις, άρα και τα κέρδη (Παπαδάκης, 2014).

Βάσει του νόμου 2939/01 ως **συσκευασία** (μέσο) νοείται «κάθε προϊόν κατασκευασμένο από οποιοδήποτε είδος υλικού και προοριζόμενο να χρησιμοποιείται για να περιέχει αγαθά. Σκοπός της είναι η προστασία, διακίνηση, διάθεση και η παρουσίαση των αγαθών που ξεκινά από τον παραγωγό μέχρι τον τελικό χρήστη ή τον καταναλωτή». Ακόμη, σύμφωνα με το Διεθνές Ινστιτούτο Συσκευασίας, η συσκευασία ορίζεται ως η τοποθέτηση των προϊόντων σε θήκη, τσάντα, κουτί, φλιτζάνι, δίσκο, κονσέρβα, σωλήνα, μπουκάλι ή άλλη μορφή περιέκτη που εξυπηρετεί τις ακόλουθες λειτουργίες: να περιέχει, να προστατεύει, να συντηρεί, το προϊόν και να παρέχει ευχρηστότητα και επικοινωνία.

Σύμφωνα με τον Παπαδάκη (2014), η συσκευασία θα πρέπει να επιτελεί τις εξής λειτουργίες:

- συγκράτηση του προϊόντος (containment),
- προστασία του περιεχομένου προϊόντος (protection),

- διευκόλυνση στην προμήθεια και χρήση του προϊόντος από τον καταναλωτή (convenience) και
- επικοινωνία με τον καταναλωτή (communication).

Πιο αναλυτικά, σύμφωνα με την Μπαδέκα Α. (2016), η συσκευασία θα πρέπει να πληροί τις εξής προδιαγραφές:

- να περιέχει το τρόφιμο,
- να αποτρέπει τη φυσική, χημική και μικροβιολογική αλλοίωσή του,
- να διατηρεί την ακεραιότητά της,
- να έχει εύκολο χειρισμό,
- να παρεμποδίζει τις επιμολύνσεις από το περιβάλλον,
- να μην είναι τοξική,
- να είναι συμβατή με το τρόφιμο,
- να εξασφαλίζει την αποστείρωση και ασηψία του προϊόντος (στη περίπτωση αποστειρωμένων τροφίμων),
- να ελέγχει την απώλεια ή την πρόσληψη υγρασίας,
- να παρέχει φραγμό στο οξυγόνο, στην υγρασία, τις οσμές και το φως,
- να εξασφαλίζει τη διατήρηση ατμόσφαιρας αερίων κατά τη χρήση τροποποιημένης ή ελεγχόμενης ατμόσφαιρας,
- να εξασφαλίζει καλής ποιότητας εκτύπωση,
- να παρέχει πληροφορίες για το προϊόν για τη χρήση και τη σύσταση του προϊόντος,
- να έχει ελκυστική εμφάνιση,
- να είναι εύκολη στο άνοιγμα και
- να έχει χαμηλό κόστος

2.2 Συσκευασία τυριών

Για τη συσκευασία των τυριών πρέπει να χρησιμοποιούνται υλικά που ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της νομοθεσίας. Ο Ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών ορίζει ότι για τη συσκευασία των τυριών είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν άκαμπτα υλικά, όπως ξύλινοι, μεταλλικοί, πλαστικοί και γυάλινοι περιέκτες, αλλά κι εύκαμπτα υλικά, όπως συνδυασμοί χαρτιού, χαρτονιού, αλουμίνιου και πλαστικού, με την προϋπόθεση ότι δε μεταφέρουν στο προϊόν τοξικές ή καρκινογόνες ουσίες σε ποσοστά μεγαλύτερα από αυτά που ορίζει η νομοθεσία.

Η επιλογή υλικών για συσκευασίες τυριών απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα ως κριτήρια:

- οι ιδιότητες του προϊόντος, που σχετίζονται με τη διαδικασία συσκευασίας (π.χ. σύσταση, μορφή, μέγεθος, κλπ.),
- η επίδραση των εγγενών διεργασιών που, στην περίπτωση του τυριού, είναι προφανώς η ωρίμανση και
- η επίδραση εξωγενών παραγόντων (φως, οξυγόνο, υγρασία) στις ιδιότητες του τυριού που, στην περίπτωση του φωτός ή της οξείδωσης μπορεί να είναι μια μεταβολή στη γεύση ή το χρώμα (Barry&Tamine, 2010).

Στην περίπτωση της ωρίμανσης των τυριών λόγω του μεταβολισμού της μικροχλωρίδας του προϊόντος, υπάρχει παραγωγή μικρής ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα, του οποίου η ποσότητα προφανώς εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του τυριού (το διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να προέρχεται όχι μόνο από γαλακτοβάκιλλους, οι οποίοι παράγουν ίχνη διοξειδίου του άνθρακα, αλλά και από δευτερεύουσες καλλιέργειες - εκκινητές, όπως συμβαίνει με βακτήρια προπιονικού οξέος σε διάφορα σκληρά ή ημίσκληρα τυριά). Ως εκ τούτου, η δυνατότητα μεταφοράς διοξειδίου του άνθρακα μέσω του υλικού συσκευασίας είναι απαραίτητη για την αποφυγή διόγκωσης της συσκευασίας (Kammerlehner, 2003). Το υλικό συσκευασίας που χρησιμοποιείται για την ωρίμανση πρέπει να επιλεγεί λαμβάνοντας υπόψη τις χαρακτηριστικές ιδιότητες της συγκεκριμένης ποικιλίας τυριών, ώστε να αποφευχθεί το μαλάκωμα της επιφάνειας του προϊόντος, η απώλεια βάρους του προϊόντος μέσω απώλειας της υγρασίας ή η διόγκωση της συσκευασίας.

Άλλες λειτουργικές ιδιότητες του υλικού συσκευασίας που αποτελούν σημαντικό παράγοντα για την συντήρηση του τυριού είναι η προστασία του προϊόντος από μόλυνση και αποφυγή πρόσληψης και / ή απελευθέρωσης πτητικών ουσιών. Επιπλέον, η επιλογή υλικού έχει σχέση με τη μηχανική και θερμική σταθερότητα του υλικού, την ικανότητα ‘τρεξίματος’ του υλικού στις μηχανές συσκευασίας, κλπ.(Barry&Tamine, 2010).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΤΥΡΙΑ ΑΛΜΗΣ

Στην κατηγορία των τυριών άλμης ανήκουν εκείνα τα τυριά τα οποία ωριμάζουν και διατηρούνται σε άλμη μέχρι να φτάσουν στον καταναλωτή. Παρακάτω σημειώνονται τα χαρακτηριστικά τους (AbdEl - Salam & Alichanidis, 2004).

- Πρόκειται για τυριά χωρίς επιδερμίδα, τα οποία παράγονται σε διάφορα σχήματα και μεγέθη αλλά δεν ξεπερνούν το 1kg.
- Είναι πιο ξινά και αλμυρά όταν είναι φρέσκα, ενώ αποκτούν πικάντικη γεύση με το πέρασμα του χρόνου.
- Συνήθως, έχουν λευκό χρώμα είτε πρόκειται για τη φυσική απόχρωση του γάλακτος από το οποίο προκύπτει είτε για τεχνητό αποχρωματισμό όπως συμβαίνει με το αγελαδινό. Το πρόβειο, το βουβαλίσιο και το κατσικίσιο γάλα δίνουν τυριά λευκού χρώματος.
- Μεταβολές στη σύσταση και τις ιδιότητες του τυριού κατά την ωρίμανση αλληλοσχετίζονται με αυτές στην άλμη.
- Αποθηκεύονται τόσο σε συσκευασίες που είναι εντελώς σφραγισμένες αλλά και σε αερόβιες συσκευασίες με λίγο αέρα επηρεάζοντας έτσι τις βιοχημικές μεταβολές που συμβαίνουν κατά την ωρίμανση.
- Διαθέτουν άλμη με μεγάλη συγκέντρωση άλατος ώστε να διατηρείται η ποιότητά τους σε θερμές κλιματικές συνθήκες.

Όσον αφορά το τελευταίο χαρακτηριστικό, το αλάτι είναι αυτό το οποίο προστίθεται στα τυριά σε κάποιο στάδιο της παρασκευής τους και έχει πολλές λειτουργίες (Guinee & Fox, 1993):

- επηρεάζει την ανάπτυξη και την επιβίωση των βακτηρίων,
- επηρεάζει τη δραστηριότητα των ενζύμων (ενδογενή ένζυμα γάλακτος, πυτιά)
- προκαλεί φυσικές αλλαγές στις πρωτεΐνες που επηρεάζουν την υφή του τυριού και τη διαλυτότητα των πρωτεϊνών,
- αυξάνει τη συνεκτικότητα του πήγματος, με αποτέλεσμα την αποβολή του ορού γάλακτος και, συνεπώς, την μείωση της περιεκτικότητας σε υγρασία του τυριού,
- συμβάλλει στη διατροφική πρόσληψη νατρίου και
- έχει θετική επίδραση στη γεύση του προϊόντος.

Η συγκέντρωση αλατιού στο τυρί μπορεί να επηρεάσει πολλές από τις χημικές, βιοχημικές και μικροβιολογικές διεργασίες που συμβαίνουν κατά την ωρίμανση των τυριών και έχει ως αποτέλεσμα τη διατήρηση, καθώς και την ανάπτυξη των τυπικών οργανοληπτικών χαρακτηριστικών κάθε ποικιλίας τυριού. Είναι ενδιαφέρον, ότι η επίδραση του αλατιού στο τυρί εξαρτάται από την υγρασία του προϊόντος, που αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για πολλές από τις μικροβιολογικές και βιοχημικές αλλαγές που συμβαίνουν κατά την ωρίμανση του τυριού.

Όλα τα τυριά αλατίζονται μετά την πήξη με τη χρήση πυτιάς και τη μορφοποίηση του πηγματος. Τρεις βασικές μέθοδοι αλάτισης χρησιμοποιούνται στην παρασκευή τυριού:

- ανάμιξη ξηρού αλατιού - άμεση προσθήκη και ανάμιξη αλατιού σε σπασμένο ή αλεσμένο πηγμα,
- επιφανειακό ξηρό αλάτισμα - τρίψιμο αλατιού στην επιφάνεια των τυριών κατά τη διάρκεια της προωρίμανσης και
- εμβάπτιση τυριού σε διάλυμα άλμης (10-27 g NaCl / 100 g).

Τα τυριά άλμης μπορούμε να τα διακρίνουμε σε δύο κατηγορίες, τα μαλακά που παρουσιάζουν ποσοστό υγρασίας 55-65% και τα ημίσκληρα με ποσοστό 45-55%. Τα μαλακά τυριά με τη σειρά τους μπορούμε να τα χωρίσουμε σε εκείνα που πήζουν παρουσία οξέων όπως το αιγυπτιακό Mish και σε αυτά που πήζουν με χρήση πυτιάς. Στα δεύτερα, ανήκουν εκείνα τα οποία προκύπτουν από αλατισμένο πηγμα όπως είναι η ελληνική Φέτα, το ρουμανικό Teleme, το Brinza από Ρωσία και Ισραήλ, το Bjalo από Βουλγαρία κλπ. Στα ημίσκληρα τυριά άλμης ανήκουν το κυπριακό χαλούμι κ.α. (AbdEl - Salam&Alichanidis, 2004).

Τα πιο γνωστά και ευρέως διαδεδομένα λευκά τυριά άλμης που παράγονται στην Ελλάδα είναι η φέτα, η οποία θα αναλυθεί σε παρακάτω κεφάλαιο, και σε μικρότερη κλίμακα τα τυριά Σφέλα, Μπάτζος και Καλαθάκι Λήμνου, ποικιλίες τυριών που έχουν αναγνωριστεί ως προϊόντα ΠΟΠ, καθώς και ο Τελεμές.

Πιο συγκεκριμένα, το τυρί Σφέλα παράγεται στη νότια Πελοπόννησο. Είναι ένα ημίσκληρο, λευκό και πικάντικο τυρί άλμης με πολλές τρύπες, έχει πλούσια υπόξινη γεύση και ωριμάζει σε άλμη μέσα σε ξύλινα βαρέλια ή λευκοσιδηρά δοχεία για τουλάχιστον τρεις μήνες. Η λέξη Σφέλα προέρχεται από τη σφελίδα που σημαίνει φέτα και υποδηλώνει τον τρόπο κοπής της. Παρασκευάζεται από πρόβειο γάλα ή γίδινο ή ανάμειξη πρόβειου και γίδινου. Το πηγμα κόβεται σε λωρίδες και υφίσταται ξηρή αλάτιση για 24 ώρες σε

θερμοκρασία δωματίου πριν μεταφερθεί σε βαρέλια ή λευκοσιδηρά δοχεία που περιέχουν άλμη 20 Be και αποθηκεύονται σε θερμοκρασία δωματίου για ένα μήνα. Τα κομμάτια τυριού τοποθετούνται προσεκτικά δίπλα δίπλα σε σειρές μέσα στα δοχεία και κάθε σειρά τυριών συσκευάζεται σταυρωτά σε σχέση με το προηγούμενο στρώμα έτσι ώστε να μην υπάρχουν κενά μεταξύ των κομματιών τυριού. Μετά από ένα μήνα η άλμη αλλάζει και τα δοχεία σφραγίζονται και μεταφέρονται στα ψυγεία στους 4 - 6° C. Κάτω από αυτές τις συνθήκες και με την προϋπόθεση ότι η άλμη καλύπτει το τυρί όλη την ώρα, η Σφέλα μπορεί να διατηρηθεί για περίπου 2 χρόνια (Anifantakis, 1998).

Το τυρί Μπάτζος είναι ένα σκληρό λευκό τυρί που παρασκευάζεται από γίδινογάλα, πρόβριο ή ανάμειξη των δύο με προέλευση τη Δυτική Μακεδονία. Το μοναδικό χαρακτηριστικό στάδιο της παρασκευής του είναι το κόψιμο του πήγματος σε πολύ μικρά κομμάτια, μέχρι να γίνει η πήξη. Το στραγγισμένο πήγμα αφήνεται στους 16 – 18° C μέχρι να εμφανιστούν οι τρύπες και μετά κόβεται σε κομμάτια και υφίσταται ξηρή αλάτιση. Την επόμενη μέρα, το τυρί τοποθετείται σε λευκοσιδηρά δοχεία που γεμίζεται με άλμη 10 – 12 Bé (Anifantakis, 1998).

Το Καλαθάκι Λήμνου είναι ένα μαλακό λευκό τυρί άλμης με κυλινδρικό σχήμα, το οποίο παρασκευάζεται από πρόβριο ή αιγοπρόβριο γάλα στη Λήμνο (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, 2006). Τα στάδια παρασκευής του είναι σχεδόν ίδια με της φέτας, αλλά το στράγγισμα και το αλάτισμα του πήγματος γίνεται σε ειδικά κυλινδρικά καλούπια που δίνουν στο τυρί το χαρακτηριστικό σχήμα. Στη συνέχεια τοποθετείται σε λευκοσιδηρά δοχεία με άλμη περιεκτικότητας 6 – 8 Bé και ωριμάζει μέσα σε αυτά τα δοχεία για περίπου 3 εβδομάδες στους 14- 18° C. Μετά τοποθετείται σε ψυγεία για να ωριμάσει για τουλάχιστον 2 μήνες.

Τέλος, ο Τελεμές είναι ένα είδος τυριού, το οποίο προέρχεται από τη Ρουμανία και παρασκευάζεται και στην Ελλάδα από το 1906 (Anifantakis, 1998). Πρόκειται για ένα λευκό, μαλακό τυρί που ωριμάζει σε άλμη. Έχει πολλά κοινά χαρακτηριστικά με τη φέτα, αλλά παρουσιάζει μερικές διαφορές που αφορούν κυρίως τα στάδια παρασκευής. Παρασκευάζεται από ανάμειξη διάφορων ειδών γάλακτος ή αποκλειστικά αγελαδινού γάλακτος. Τοποθετείται σε λευκοσιδηρά δοχεία, προστίθεται άλμη 7 -8 Be και στη συνέχεια τα δοχεία σφραγίζονται και διατηρούνται στους 15–16°C για 2 εβδομάδες. Τέλος, μεταφέρονται στα ψυγεία στους 2 - 8° C για να ολοκληρωθεί η ωρίμανση για τουλάχιστον 2 μήνες (Zerfiridis et al., 1989).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΤΥΡΙ ΦΕΤΑ

4.1 Ο ορισμός και ιστορία της φέτας

Η φέτα είναι ένα μαλακό, λευκό τυρί άλμης υψηλής ποιότητας που παρασκευάζεται από πρόβειο γάλα ή από ανάμειξη πρόβειου με γίδινο σε αναλογία 70/30%. Βασίζεται σε μία συγκεκριμένη τεχνολογία, ωριμάζει και αποθηκεύεται σε άλμη. Έχει αλμυρή, ελαφρώς όξινη γεύση και ευχάριστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που στις μέρες μας είναι παγκόσμια αποδεκτά. Ο χρόνος ωρίμανσης θα πρέπει να είναι 60 μέρες, η μέγιστη υγρασία 56% και το ελάχιστο λίπος επί ξηρού 43%.

Αποτελεί ένα σημαντικό γαλακτοκομικό προϊόν στη διατροφή των Ελλήνων από την εποχή του Ομήρου. Το τυρί που φτιάχτηκε από τον Κύκλωπα πολύφημο ήταν αδιαμφισβήτητο ο πρόγονος της σημερινής φέτας και υπάρχουν πολλές αναφορές που αποδεικνύουν την ελληνική προέλευση αυτού του τυριού (Anifantakis, 1990), (Anifantakis, 1998), (Anonymous, 1953), (Courtine, 1972), (Eekhof - Stork, 1976). Για πολλούς αιώνες η φέτα ήταν γνωστή μόνο στις βαλκανικές περιοχές. Όμως κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα λόγω του μεγάλου αριθμού Ελλήνων που εγκαταστάθηκαν σε διάφορες χώρες, όπως κυρίως στην Αυστραλία, στην Αμερική, στον Καναδά και τη Γερμανία, η φέτα έγινε διεθνώς γνωστή. Ακόμη τα τελευταία 30 χρόνια η εξάπλωση της φέτας έχει έφτασε μέχρι τη Μέση Ανατολή (Tamine, 2006).

Υπολογίζεται ότι η μέση ετήσια κατανάλωση φέτας στην Ελλάδα είναι υψηλότερη στον κόσμο και αντιστοιχεί σε κάτι περισσότερο από 12 κιλά ανά άτομο. Η ετήσια παραγωγή φέτας είναι περίπου 140 χιλιάδες τόνοι (Tamine, 2006). Η Ελλάδα προκειμένου να προστατεύσει τους καταναλωτές και την ποιότητα των παραδοσιακών τυριών της έχει εκδόσει κάποια στοιχεία σχετικά με την ταυτότητα της και γι αυτό έχει χαρακτηριστεί από τον κανονισμό της Ευρωπαϊκής Επιτροπής ως προϊόν Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (Π.Ο.Π) (EU, 2002).

4.2 Τρόποι παρασκευής φέτας

Παραδοσιακά η φέτα παρασκευαζόταν από βοσκούς σε πρωτόγονες εγκαταστάσεις χρησιμοποιώντας τον βασικό εξοπλισμό. Σήμερα, η φέτα παρασκευάζεται σε καλώς οργανωμένα και εξοπλισμένα εργοστάσια. Η παραγωγή πρόβειου και γίδινου γάλακτος είναι εποχιακή και η γαλακτική περίοδος των ζώων διαρκεί μόνο τέσσερις με έξι μήνες. Το περισσότερο γάλα παράγεται από τον Δεκέμβριο μέχρι τον Ιούνιο, γιατί οι γέννες λαμβάνουν χώρα κυρίως το φθινόπωρο και συνεπώς οι περισσότερες γαλακτοκομικές εταιρείες στην Ελλάδα παρασκευάζουν τυρί εποχικά. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η φέτα παρασκευάζεται ακολουθώντας τις κύριες αρχές της παραδοσιακής συνταγής που περιλαμβάνει τοπήξιμο του γάλακτος, στράγγισμα του τυροπήγματος μέσω της βαρύτητας, επιφανειακό ξηρό αλάτισμα, προσωρινή συσκευασία και προωρίμανση στους 14 έως 18° C ή μέχρι το pH να πέσει στο 4,4 έως 4,6 και η υγρασία να είναι χαμηλότερη από 56%. Τέλος, το τυρί μεταφέρεται σε ψυγεία και ωριμάζει για τουλάχιστον 60 μέρες. Η περίοδος προωρίμανσης αποτελεί ένα απαραίτητο βήμα για τη διαμόρφωση των τελικών φυσικοχημικών και οργανοληπτικών ιδιοτήτων του τυριού.

4.2.1 Στάδια παρασκευής φέτας

Για την παραγωγή καλής ποιότητας φέτας, η οξύτητα του γάλακτος θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 7,8 και το pH μεγαλύτερο από 6,5. Το λίπος του γάλακτος συνήθως ποικίλλει από 6,5 έως 8%, εξαρτάται από την εποχή, το χειμώνα είναι ψηλότερο από την άνοιξη και συνιστάται το λίπος του γάλακτος που πηγαίνει για τυροκόμηση να είναι μεγαλύτερο από 6%. Η ποιότητα του προστιθέμενου γίδινου γάλακτος μπορεί να επηρεάσει την απόδοση του τυριού. Για παράδειγμα η απόδοση της φέτας που φτιάχνεται από πρόβειο γάλα μόνο ή από ανάμειξη 75% πρόβειου γάλακτος και 25% γίδινο είναι 25,6% και 22,6% αντίστοιχα.

Σε πρώτο στάδιο, το γάλα διηθείται και στη συνέχεια ακολουθεί παστερίωση στους 72°C για 15 δευτερόλεπτα. Εναλλακτικά, το γάλα μπορεί να θερμανθεί σε ανοιχτή δεξαμενή στους 63 με 65°C για 30 λεπτά και αυτή η διαδικασία θέρμανσης είναι γνωστή ως θερμοποίηση. Σε επόμενο στάδιο, το γάλα ψύχεται στους 32 έως 36°C, εμπλουτίζεται με χλωριούχο ασβέστιο πριν από την προσθήκη πυτιάς για να εξασφαλιστεί καλύτερη πήξη και

ποιότητα του πηγματος και στη συνέχεια προστίθεται η καλλιέργεια εκκίνησης. Μετά από περίπου 30 λεπτά από την προσθήκη καλλιέργειας, προστίθεται η πυτιά σε υγρή μορφή και 50 λεπτά αργότερα το πήγμα κόβεται σε κύβους 2 – 3 cm και αφήνεται για 10 λεπτά, ώστε να αποβάλει τον ορό γάλακτος (τυρόγαλα). Στη συνέχεια το διαιρεμένο πήγμα μεταφέρεται σταδιακά και προσεκτικά μέσα σε καλούπια, ώστε να μην παρεμποδιστεί το στράγγισμα. Τα καλούπια δε θα πρέπει να γεμίζονται απευθείας, διότι το στράγγισμα καθυστερεί και το τυρί κατακρατάει περισσότερη πρωτεΐνη και έχει την τάση να σκάει. Όταν περάσουν δύο με τρεις ώρες στραγγίσματος, τα καλούπια αναποδογυρίζονται και αφήνονται σε θερμοκρασία 14 έως 16 °C για δύο με τρεις ώρες, για να ολοκληρωθεί το στράγγισμα. Η θερμοκρασία του δωματίου που διατηρείται το τυρόπηγμα σε αυτό το στάδιο είναι μεγάλης σημασίας για το αποτελεσματικό στράγγισμα. Όταν ο καιρός είναι κρύος και η θερμοκρασία δωματίου δεν ελέγχεται, το στράγγισμα καθυστερεί και διαρκεί περίπου δύο μέρες. Αφού ολοκληρωθεί το στράγγισμα, το τυρί υφίσταται ξηρήαλάτιση και τοποθετείται στον θάλαμο προωρίμανσης όπου διατηρείται για άλλες 24 ώρες. Στο τελικό στάδιο, τα τυριά τοποθετούνται σε λευκοσιδηρά δοχεία ή βαρέλια και προστίθεται άλμη περιεκτικότητας 6 έως 8% NaCl. Στη συνέχεια τοποθετούνται σε θάλαμο ωρίμανσης έως ότου το pH φτάσει 4,4 έως 4,6 και έπειτα σε ψυγεία 2 έως 4 °C όπου ωριμάζουν τουλάχιστον για δύο μήνες (Tamine, 2006).

4.3. Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Τα χαρακτηριστικά της φέτας διαμορφώνονται κατά την περίοδο της ωρίμανσης που χωρίζεται σε δύο χαρακτηριστικές φάσεις, την περίοδο της προωρίμανσης που διαρκεί 2 εβδομάδες στους 16 με 18°C και την περίοδο της ωρίμανσης που αρχίζει από την ώρα που το τυρί μεταφέρεται στα ψυγεία. Είναι γεγονός ότι μεγάλο μέρος των μεταβολών που υφίσταται το τυρί λαμβάνει χώρα κατά την περίοδο της προωρίμανσης.

Ένας μέσος όρος της χημικής σύστασης διαφόρων τυριών φέτας από διάφορα σημεία της αγοράς στην Ελλάδα βρέθηκαν να περιέχουν 52.9% υγρασία, 26.17 % λίπος, 16.71% πρωτεΐνη, 2.94% αλάτι και 0.17% λακτόζη με το pH να κυμαίνεται γύρω στο 4.4. Η περιεκτικότητα σε ασβέστιο μιας φέτας 60 ημερών έχει αναφερθεί ως 519 mg/100gr ή 620 mg/100gr (Katsiari et al., 1997).

Η πλειονότητα των τιμών που έχουν αναφερθεί για τη σκληρότητα, την ευθραυστότητα και τη συμπίεση στο τυρί φέτα κυμαίνονται ως εξής: 2.45N–5.07N, 1.31–2.25N και 15.4–19.8% αντίστοιχα. Επιπλέον, οι μηχανικές ιδιότητες του προϊόντος εξαρτώνται από το ποσοστό του γίδινου γάλακτος που προστίθεται στο πρόβειο. Η αύξηση του ποσοστού του αίγιου γάλακτος στη βάση του τυριού τροποποιεί τη δομή του δικτύου της καζεΐνης κι επομένως επηρεάζει τη σκληρότητα του τυριού (Tsigkros et al., 2003).

Η ποσότητα των ελεύθερων λιπαρών οξέων, ($C_{4:0}$ – $C_{18:2}$) κατά την ωρίμανση της φέτας ποικίλουν από 1000 έως 6000 mg/kg ενώ το επίπεδο των ελεύθερων λιπαρών οξέων (FFA) στο τυρί επηρεάζεται από τον τρόπο παρασκευής του τυριού (Alichanidis et al. 1984; Moatsou et al., 2004). Το ποσοστό των FFA στη φέτα επηρεάζει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος (Kondyli et al., 2002). Οι υψηλές τιμές FFA στο τυρί φέτα έχουν συνδεθεί με:

- α) τη χρήση χαμηλής θερμοκρασίας παστερίωσης του γάλακτος τυροκόμησης, το οποίο δεν οδηγεί σε πλήρη απενεργοποίηση της λιπάσης του γάλακτος,
- β) το χρησιμοποιούμενο μείγμα καλλιέργειας εκκινητή,
- γ) το στράγγισμα του πηγματος σε υψηλές θερμοκρασίες και
- δ) τη χρήση παραδοσιακής πυτιάς (Georgala et al., 2005, Kandarakis et al., 2001, Moatsou et al., 2004).

Η έκταση της πρωτεόλυσης κατά την ωρίμανση του τυριού φέτα σχετίζεται με τις μεταβολές στη χημική του σύσταση και τη μικροβιακή χλωρίδα. Η εξέλιξη της πρωτεόλυσης στη φέτα ενισχύεται από τα ακόλουθα:

- το χαμηλό pH, η υψηλή υγρασία και αλάτι στο προϊόν. Ο ισυνθήκες αυξάνουν τη δράση της χυμοσίνης στο τυρί ενώ αυτό το ένζυμο φαίνεται να είναι ο κύριος πρωτεολυτικός παράγοντας κατά την ωρίμανση της φέτας (AbdEl-Salamand - Alichanidis, 2004),
- τα περισσότερα μεσαίου και μικρού μεγέθους πεπτίδια προκύπτουν από τη δράση των βακτηριακών πρωτεϊνών, συσσωρεύονται κατά τη φάση της προωρίμανσης και αντιπροσωπεύουν σχεδόν τα 2/3 του διαλυτού αζώτου στο τυρί (Michaelidou et al., 2004, Moatsou et al., 2002).

- η υγρασία και οι διαλυτές ενώσεις ανταλλάσσονται μεταξύ του τυριού και της άλμης και επομένως ένα μέρος της καζεΐνης και των υδρολυτικών προϊόντων της πρωτεΐνης γάλακτος διαχέεται στην άλμη ειδικά κατά τη δεύτερη φάση της ωρίμανσης του τυριού στα ψυγεία (Michaelidou et al., 2004). Επομένως οι αλλαγές στο διαλυτό κλάσμα αζώτου δεν είναι πάντα αξιόπιστος δείκτης ωρίμανσης (Katsiari et al., 2000b, Moatsou et al., 2002).

Το σύνολο των ελεύθερων αμινοξέων αυξάνεται με πολύ γρήγορο ρυθμό κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης, παραμένει σχεδόν σταθερό από τις 40 έως 60 μέρες και στη συνέχεια αυξάνεται ως τις 240 μέρες (Katsiari et al., 2000b). Τα πιο άφθονα σε ποσότητα ελεύθερα αμινοξέα που έχουν βρεθεί σε ώριμη φέτα είναι η λευκίνη, η βαλίνη, η φαινυλαλανίνη, η λυσίνη, η αργινίνη, η αλανίνη και το γ-αμινοβουτυρικό οξύ (Katsiari et. al., 2000b, Michaelidou et al., 2004).

Το κύριο χαρακτηριστικό του προφίλ των πτητικών ενώσεων στο τυρί φέτα είναι η εμφάνιση αυξημένων επιπέδων αιθανόλης και βουταν-2-όλης. Άλλες πτητικές ενώσεις που έχουν ταυτοποιηθεί σε μεγάλο ποσοστό είναι η πρόπαν-1-όλη, η βουταν-2-όνη, πενταν-2-όνη, ακετόνη, οξικός αιθυλεστέρας και ακεταλδεΐδη (Kondyli et al., 2002, Sarantinopoulos & Tsakalidou, 2002).

4.4. Συσκευασία φέτας

Η χονδρική συσκευασία της φέτας μπορεί να γίνει σε ξύλινα βαρέλια ή σε λευκοσιδηρά δοχεία. Η λιανική συσκευασία μπορεί να γίνει σε μεταλλικούς ή πλαστικούς περιέκτες καθώς και σε πλαστικές μεμβράνες φραγμού (vacuum) σύμφωνα πάντα με την υφιστάμενη σχετική νομοθεσία.

4.4.1. Ξύλινα βαρέλια

Τα ξύλινα βαρέλια κατασκευάζονται από ξύλο οξιός και είναι στεγανοποιημένα εσωτερικά. Έχουν σχετικά υψηλό κόστος, μεγάλο βάρος και μπορεί να προσδώσουν στο τυρί χαρακτηριστική γεύση και οσμή (Ανυφαντάκης, 2004).

Για αιώνες, το ξύλο θεωρείται ένα φυσικό υλικό για την ωρίμανση διαφόρων τροφίμων, ειδικά του τυριού (Aviat, et al., 2016). Πρόκειται για ένα υλικό, το οποίο χρησιμοποιείται στην παρασκευή και στη συσκευασία της παραδοσιακής φέτας. Η φέτα ωριμάζει σε ξύλινα βαρέλια σε κάποιες περιοχές και είναι γνωστή η ιδιαιτερότητα της όπως προαναφέρθηκε παραπάνω όσον αφορά τη γεύση και την οσμή. Η ποσότητα των τυριών που ωριμάζουν στα ξύλινα βαρέλια εκτιμάται ότι είναι μεγαλύτερη από 350.000 τόνους ετησίως στη Γαλλία, περίπου 300.000 τόνοι ετησίως στην Ιταλία, 100.000 τόνοι ετησίως στην Ελβετία και σημαντικά ποσά στην Ισπανία, την Ελλάδα και την Πορτογαλία (Papademas&Bintsis, 2018). Το ξύλο χρησιμοποιείται ευρέως στην Ιταλία και στην Ισπανία για την παρασκευή παραδοσιακών τυριών.

Σύμφωνα με τον γενικό οδηγό του ΕΦΕΤ (2012) και για την Εφαρμογή Συστήματος βάσει των Αρχών του HACCP σε μικρές γαλακτοκομικές επιχειρήσεις, το ξύλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί υπό προϋποθέσεις ως υλικό σε επαφή με τρόφιμα σε παραδοσιακούς τρόπους παρασκευής τυριών. Λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις της νομοθεσίας και τις προβλεπόμενες παρεκκλίσεις, οι γαλακτοκομικές επιχειρήσεις που παράγουν τυριά με παραδοσιακές τεχνικές έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν ξύλινες συσκευές και βαρέλια για την ωρίμανση τυριών με παραδοσιακά χαρακτηριστικά όπως είναι η φέτα και τα λευκά τυριά άλμης (Λιτοπούλου et al., 2014).

Τα ξύλινα βαρέλια έχουν ουδέτερο pH 7 έως 8,3 υψηλή_w και χαμηλή περιεκτικότητα σε αλάτι 14 mg/cm². Το ξύλο, λόγω των εγγενών υγρασκοπικών ιδιοτήτων του, μπορεί να χάσει ή να διατηρήσει την υγρασία ανάλογα με τη θερμοκρασία και την υγρασία περιβάλλοντος(Papademas & Bintsis, 2018).

Η επιφάνεια του ξύλου που έρχεται σε επαφή με το τυρί καλύπτεται με ένα συνεχές στρώμα μικροοργανισμών που εγκλωβίζεται σε παχύ περίβλημα πολυσακχαριτών, το βιο-υμένιο. Το βιο-υμένιο που υπάρχει στην εσωτερική επιφάνεια των ξύλινων βαρελιών συνεισφέρει καθοριστικά στην όξυνση και τα χαρακτηριστικά των παραγομένων τυριών, καθώς και στη μεταφορά στο τυρί αρωματικών ενώσεων, όπως είναι τα τερπένια (Λιτοπούλου et al., 2014). Τα τυριά που έχουν ωριμάσει σε ξύλινα βαρέλια έδειξαν ένα πλουσιότερο προφίλ αρώματος, καθώς ο παραδοσιακός ξύλινος εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την τυροκομία επιδρά στην ποιότητα και στη φυσική μικροχλωρίδα του ξύλινου βαρελιού, επηρεάζοντας και εμπλουτίζοντας τα πτητικά χαρακτηριστικά του τυριού(Papademas & Bintsis, 2018).

Ένα θέμα το οποίο κεντρίζει ιδιαίτερα το ενδιαφέρον στις ελληνικές τυροκομικές επιχειρήσεις, που παρασκευάζουν τη φέτα σε ξύλινα δοχεία είναι η διασφάλιση της υγιεινής τους κατάστασης κι η αποφυγή μετάδοσης μέσω των ξύλινων βαρελιών παθογόνων μικροοργανισμών στο προϊόν. Στον κανονισμό (Κανονισμός ΕΚ 853/2004) καθορίζονται συγκεκριμένοι κανόνες υγιεινής για την παραγωγή τροφίμων ζωικής προέλευσης, όπως είναι το γάλα και τα προϊόντα αυτού. Ο κατάλληλος καθαρισμός και οι ενδεικνυόμενες τεχνικές εξυγίανσης των ξύλινων βαρελιών τυροκόμησης βοηθούν στην αποφυγή μόλυνσης του παραγόμενου προϊόντος (Λιτοπούλου et al., 2014).

Βάσει ερευνών τα ξύλινα δοχεία (Εικ. 1) αποτελούν δεξαμενές μικρο-οργανισμών που συμβάλλουν σημαντικά στην ποιότητα, την ασφάλεια και το χαρακτήρα των τυριών. Το βιο-υμένιο που σχηματίζεται στην επιφάνεια των ξύλινων επιφανειών είναι ασφαλές και ικανό να περιορίζει την εμφάνιση και εγκατάσταση παθογόνων μικροοργανισμών (Zangerl et al., 2009). Νέοι κανονισμοί για την ασφάλεια των τροφίμων συμβάλλουν στην αντικατάσταση του ξύλου από άλλα υλικά, όπως πολυπροπυλένιο, πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας ή ανοξείδωτο ατσάλι (Galinari et al., 2014, Scatasa, et al., 2015). Ωστόσο, η αντικατάσταση του ξύλου από άλλα υλικά αλλάζει τα χαρακτηριστικά του τυριού,

επηρεάζοντας τη χαρακτηριστική υφή και γεύση του παραδοσιακού τυριού (Galinari et al., 2014).



Εικόνα 1: Φέτα συσκευασμένη σε ξύλινο βαρέλι

4.4.2. Λευκοσιδηρά δοχεία

Τα μεταλλικά δοχεία κατασκευάζονται από φύλλα λευκοσιδήρου, τα οποία έχουν πολυστρωματική δομή. Αποτελούνται από 9 επιμέρους στρώματα στη μέση των οποίων βρίσκεται ένα στρώμα χάλυβα. Αυτό επικαλύπτεται και στις δύο όψεις του στη σειρά με κράμα σιδήρου, κασσίτερου, ελεύθερο κασσίτερο, χρώμιο και οξείδια του κασσίτερου και χρωμίου και στρώμα προστατευτικού λαδιού (Ανυφαντάκης, 2004). Ο χάλυβας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή λευκοσιδήρου είναι χάλυβας με μικρή περιεκτικότητα (περίπου 0,13 % w/w) σε άνθρακα. Επίσης, μπορεί να είναι μόνο από επιχρωμιωμένο χάλυβα χωρίς επικασσιτέρωση, οπότε έχει δομή και κόστος διαφορετικό. Ο επιχρωμιωμένος χάλυβας αποτελείται από 7 στρώματα: α) χάλυβας β) χρώμιο γ) οξείδιο του χρωμίου δ) λιπαντικό. Τα ίδια στρώματα υπάρχουν συμμετρικά του χάλυβα από την άλλη πλευρά (Παπαδάκης, 2014). Το εσωτερικό του λευκοσιδήρου δοχείου καλύπτεται από επίχριση κατάλληλης πολυμερικής λάκας (Ανυφαντάκης, 2004).

Ο λευκοσίδηρος είναι ένα υλικό παραδοσιακό, το οποίο χρησιμοποιείται για τη συσκευασία τροφίμων εδώ και πολλά χρόνια και όπως είναι φυσικό όλα αυτά τα χρόνια έχει σημειωθεί μερική υποκατάσταση αυτού από πιο νέα υλικά, όπως είναι το πλαστικό.

Η χρήση των δοχείων από λευκοσίδηρο (Εικ. 2) συμβάλλει σημαντικά στη διατήρηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της φέτας. Τα δοχεία αυτά είναι χαμηλού κόστους, έχουν μικρό βάρος ανά μονάδα επιφάνειας, είναι εύκολα στον χειρισμό και παρέχουν προστασία από O_2 , υγρασία, φως, οσμές και μικροοργανισμούς, έχουν άριστη μηχανική αντοχή και μπορεί η επιφάνειά τους να τυπωθεί παρέχοντας έτσι πληροφορίες για το προϊόν (Ανυφαντάκης, 2004). Όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά διατηρούν τη φέτα αναλλοίωτη όσον αφορά την ποιότητα της, τη γεύση, την υφή και την εμφάνιση. Αυτή η μορφή συσκευασίας παρέχει ακόμη αυξημένη αντοχή στη διακίνηση/μεταφορά και τις μηχανικές καταπονήσεις, διατηρεί πολύ περισσότερο το προϊόν από οποιαδήποτε άλλη μορφή συσκευασίας και διατηρεί τα αρχικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος.



Εικόνα 2: Λευκοσιδηρά δοχεία φέτας

4.4.3. Πλαστικά δοχεία για λιανική πώληση

Τα πλαστικά δοχεία που χρησιμοποιούνται στη λιανική συσκευασία τυριών (μετά από την ωρίμανση τουλάχιστον 2 μηνών) κατασκευάζονται κυρίως από πολυπροπυλένιο πάχους 2 έως 4 mm και έχουν σχήμα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο ή κυλινδρικό (Εικ.3). Το πολυπροπυλένιο λαμβάνεται με πολυμερισμό του προπυλενίου, δεν είναι τοξικό, παρουσιάζει στο πάχος αυτό καλό φραγμό στα αέρια και την υγρασία, και είναι σε σημαντικό βαθμό χημικά αδρανές.

Είναι από τα πιο διαδεδομένα υλικά συσκευασίας λιανικής πώλησης των τυριών. Μπορεί να είναι μορφοποιημένο σε σακούλα - σκληρά και μαλακά τυριά - σκαφίδιο - τυριά τύπου Cottage ή κύπελλο - τριμμένα τυριά τύπου κεφαλοτυριού ή παρμεζάνας. Σακούλες μπορεί ακόμη να κατασκευάζονται από πολυβινυλιδενοχλωρίδιο (PVDC) (μίγμα 85/15

βινυλιδενοχλωρίδιο/βινυλοχλωρίδιο ή διστρωματικό πολυαμίδιο (PA) και χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλενίου (LPDE). Τα σκαφίδια κατασκευάζονται συνήθως από PP ή πολυαιθυλενοτερεφθαλικό εστέρα (PET) με καπάκι που έχει άριστο φραγμό στον αέρα, την υγρασία, τα λιπαρά και τις οσμές. Έχουν καλές μηχανικές ιδιότητες και δεν είναι τοξικά (Ανυφαντάκης, 2004).



Εικόνα 3: Πλαστικό δοχείο φέτας από Πολυπροπυλένιο

4.4.4. Πλαστικές μεμβράνες φραγμού

Η πλαστική μεμβράνη φραγμού (Εικ. 4) είναι ένα πολυστρωματικό πλαστικό φύλλο πάχους 0,010 inches (=254μm) ή λιγότερο. Προϊόν με πάχος μεγαλύτερο των 254μm αναφέρεται απλώς ως φύλλο και μορφοποιείται συνήθως με τη μέθοδο της θερμομορφοποίησης. Τα κυριότερα πολυμέρη υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή μεμβρανών καθώς και οι εφαρμογές αυτών στη συσκευασία τροφίμων είναι οι εξής: αναγεννημένη κυτταρίνη (φυσικό πολυμερές), οξική κυτταρίνη, (φυσικό πολυμερές) πολυαιθυλένιο, πολυπροπυλένιο, πολυεστέρες, πολυστυρόλιο, πολυβινυλιδενοχλωρίδιο (PVDC), PVC, πολυκαρβονική ρητίνη (PC), πολυαμίδια και ιονομερή (Παπαδάκης, 2014).



Εικόνα 4: Συσκευασία κενού φέτας σε διστρωματικό πολυαμίδιο/πολυαιθυλένιο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΥΡΙΩΝ

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που προσδιορίστηκαν στην παρούσα εργασία είναι το λίπος, η υγρασία, το pH, το αλάτι, η λακτόζη, τα κλάσματα αζώτου, τα πτητικά συστατικά, οι μηχανικές ιδιότητες καθώς και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τυριού φέτα.

5.1. Προσδιορισμός αρώματος με SPME-GC/MS

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για τη βελτιστοποίηση των τεχνικών προσδιορισμού αρωματικών ενώσεων των τροφίμων με κυρίαρχο και πρωταρχικό σκοπό να ελαχιστοποιηθεί η χρήση οργανικών διαλυτών.

Μία από τις τεχνικές εκχύλισης με μικρές ή καθόλου ποσότητες οργανικών διαλυτών είναι η εκχύλιση προσρόφησης. Πρόκειται για εκχυλίσεις στερεάς φάσης (solid – phase extraction – SPE) και μικροεκχυλίσεις στερεάς φάσης (solid – phase microextraction – SPME).

Στην SPE, ένα υγρό δείγμα περνά μέσω ενός ιδιαίτερου προσροφητικού με φύση παρόμοια με τις στατικές φάσεις που χρησιμοποιούνται στη HPLC στο οποίο κατακρατούνται οι προς ανάλυση ενώσεις. Οι ενώσεις στη συνέχεια εκροφώνται από το προσροφητικό, με τη βοήθεια οργανικού διαλύτη και ένα κλάσμα του τελικού εκχυλίσματος στη συνέχεια αναλύεται. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι ο κίνδυνος επιμόλυνσης, καθώς και ότι δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν online με HPLC ή GC (Μπαδέκα, 2016).

Η SPME είναι μία τεχνική απλή, γρήγορη, αποτελεσματική και δεν χρησιμοποιεί οργανικούς διαλύτες. Εφευρέθηκε από τον Pawliszyn και τους συνεργάτες του το 1990 (Arthur & Pawliszyn, 1990). Χρησιμοποιείται για την ανάλυση των πτητικών και μη πτητικών ενώσεων. Έχει μεγαλύτερα όρια ανίχνευσης σε σχέση με την SPE, επειδή η εκχύλιση δεν είναι εξαντλητική και έχει πιο στενή κλίμακα εφαρμογής. Η SPME χρησιμοποιεί μία ίνα πυριτίου επιστρωμένου με μια πολυμερική στατική φάση στην οποία προσροφώνται οι πτητικές ενώσεις. Ο προσδιορισμός επιτελείται σε 3 στάδια:

- Προσρόφηση των πτητικών ενώσεων του δείγματος σε ένα στρώμα πολυμερούς που συγκρατείται σε ίνα από πυρίτιο.
- Επίτευξη ισορροπίας των προς ανάλυση ενώσεων μεταξύ του δείγματος και της ίνας.

- Εκρόφηση των πτητικών ενώσεων από την ίνα με τη βοήθεια υψηλής θερμοκρασίας μέσα στον εισαγωγέα αέριου χρωματογράφου και ακόλουθη ανάλυση (Zhanget. al., 2011).

Στην ανάλυση SPME υπερκείμενου χώρου η ίνα τοποθετείται στον υπερκείμενο χώρο πάνω από το υγρό ή στερεό δείγμα.. Το δείγμα θερμαίνεται σε χαμηλή θερμοκρασία (40-50°C) προς αποκατάσταση ισορροπίας μεταξύ υπερκείμενου χώρου και δείγματος. Στη συνέχεια με τη βοήθεια αεροστεγούς σύριγγας, το δείγμα μεταφέρεται στον εισαγωγέα αέριου χρωματογράφου/φασματογράφου μαζών προς ανάλυση.

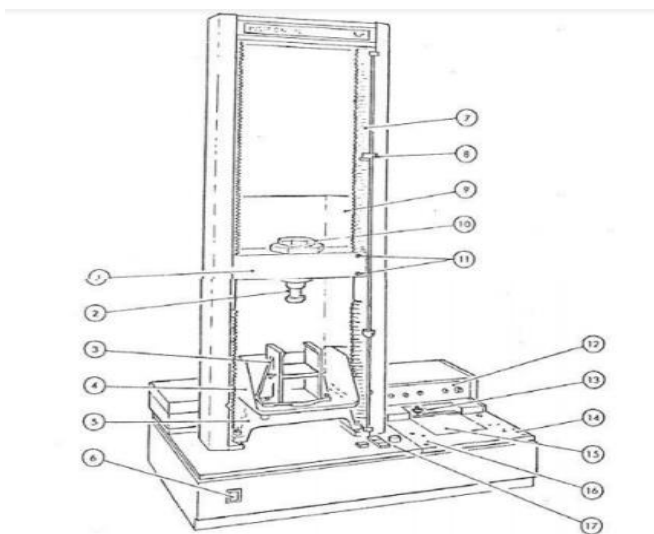
Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο ο συνδυασμός αέριου χρωματογράφου με φασματογράφο μαζών (GC/MS) για το σκοπό αυτό. Η κύρια εφαρμογή του GC/MS στα τρόφιμα είναι στον προσδιορισμό της οσμής, που έχουν ή αναπτύσσουν τα περισσότερα από αυτά κατά τη διάρκεια των διαφόρων κατεργασιών που υφίστανται. Το άρωμα των τροφίμων είναι σχεδόν πάντα πολύπλοκο μείγμα πτητικών οργανικών ενώσεων όπως εστέρες, αλκοόλες, καρβονυλικές ενώσεις, υδρογονάνθρακες, οργανικά οξέα, κ.α. (Κοντομηνάς, 2016).

Η αέρια χρωματογραφία μπορεί να διαχωρίσει τα μόρια ανάλογα με τις χημικές-φυσικές τους ιδιότητες. Μετά τον διαχωρισμό των ενώσεων στη στήλη του αέριου χρωματογράφου με βάση το σημείο ζέσεώς τους, τα μόρια φτάνουν μέσω του διαχωριστή στον ανιχνευτή MS σε διαφορετικό χρόνο όπου βομβαρδίζονται με ηλεκτρόνια και σπάζουν σε μοριακά θραύσματα τα οποία στη συνέχεια ταυτοποιούνται.

Μερικές από τις εφαρμογές της τεχνικής GC/MS είναι: στον προσδιορισμό σειράς πτητικών προϊόντων σε γαλακτοκομικά προϊόντα, οινοπνευματώδη ποτά και αποστάγματα, φρούτα, είδη αρτοποιίας και επεξεργασμένα προϊόντα κρέατος. Ακόμα, στον προσδιορισμό ρυπαντών που επιμολύνουν τα τρόφιμα, όπου οι ενώσεις αυτές είναι πτητικές ή μετρίως πτητικές (Κοντομηνάς, 2016).

5.2. Προσδιορισμός μηχανικών παραμέτρων τυριών με δυναμόμετρο(Instron)

Το δυναμόμετρο (Σχ. 1)είναι μια συσκευή η οποία χρησιμοποιείται για την αντικειμενική αξιολόγηση υφής των τροφίμων, καθώς και για τη μέτρηση των μηχανικών ιδιοτήτων υλικών και μέσων συσκευασίας τροφίμων. Κατά τη διαδικασία ελέγχου χρησιμοποιούνται διάφορα εξαρτήματα δοκιμής, τα οποία συνοδεύουν τη συσκευή. Τα εξαρτήματα αυτά χρησιμοποιούνται ανάλογα με τη γεωμετρική κατασκευή τους για διάτρηση, διάτμηση, συμπίεση και έκταση.



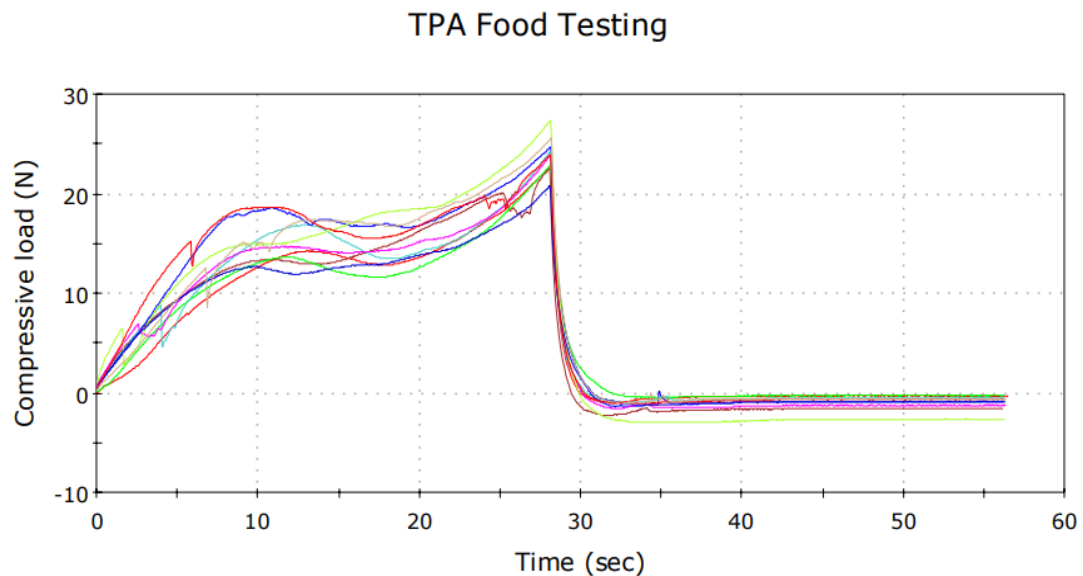
Σχήμα 1.Συσκευή Instron: 1. Κινητή κεφαλή, 2. Σύστημα προσαρμογής εξαρτημάτων, 3. Υποδοχέας δειγμάτων, 4. Δίσκος συγκέντρωσης υγρών, 5. Γέφυρα συμπίεσης, 6. Διακόπτης λειτουργίας, 7. Κάλυμμα κινητηρίου κοχλίας, 8. Όρια διαδρομής κεφαλής, 9. Προστατευτικό κάλυμμα, 10. Σύστημα φορτίσης, 11. Ενδεικτικές λυχνίες ορίων, 12. Ενισχυτής συστήματος φορτίσης, 13. Καταγραφικό σύστημα, 14. Χειριστήριο καταγραφικού μηχανισμού, 15. Καταγραφικός χάρτης, 16. Διακόπτης σήμανσης καταγραφικού χάρτη, 17. Χειριστήριο κεφαλής.

Οι ρεολογικές παράμετροι των τροφίμων, σύμφωνα με τον (Malcolm, 2002)που εξετάζονται κατά τη μέθοδο TPA (Texture Profile Analysis) είναι :

1. Σκληρότητα (Hardness)

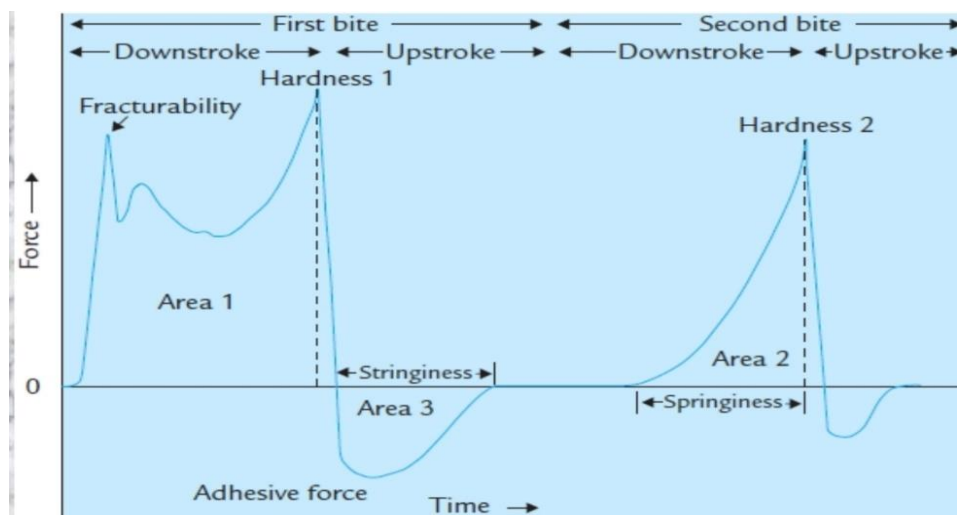
Ως σκληρότητα ορίζεται η δύναμη που απαιτείται για να προκληθεί μια δεδομένη παραμόρφωση σε ένα τρόφιμο. Οργανοληπτικά ορίζεται ως η δύναμη που απαιτείται για τη συμπίεση ενός προϊόντος από τους γομφίους, όταν πρόκειται για στερεό τρόφιμο και μεταξύ

της γλώσσας και του ουρανίσκου, όταν πρόκειται για ημίρευστοτρόφιμο. Η δύναμη αυτή υπολογίζεται συνήθως από την καμπύλη παραμόρφωσης σε μία ανάλυση προφίλ υφής (TPA) και ισούται με το μέγιστο φορτίο που εφαρμόζεται κατά την πρώτη συμπίεση. Υπολογίζεται από τη δύναμη (N) που εφαρμόζεται συναρτήσει της παραμόρφωσης που προκαλείται (mm) και εκφράζεται ως η επιφάνεια της περιοχής (A_1) κάτω από την καμπύλη μέχρι μία δεδομένη απόσταση (Σχ. 2).



Σχήμα 2. Μέθοδος TPA στο τυρί φέτα(10 μετρήσεις)

Στην πράξη η καμπύλη TPA έχει τη μορφή του Σχ. 3.



Σχήμα 3. Ρεολογικές παράμετροι κατά τη μέθοδο TPA

Η σκληρότητα ενός τροφίμου επηρεάζεται από διάφορους και ποικίλους παράγοντες που σχετίζονται με το τρόφιμο, όπως τη σύστασή του, τον τρόπο παρασκευής του, αλλά και τις συνθήκες αποθήκευσης και το υλικό συσκευασίας που χρησιμοποιείται. Μακρο-συστατικά, όπως είναι τα λιπαρά, οι υδατάνθρακες και οι φυτικές ίνες, φαίνεται να επιδρούν σημαντικά στη σκληρότητα του τελικού προϊόντος είτε η αλλαγή αφορά την ποσότητα είτε το είδος του μακρο-συστατικού.

2. Θραυστότητα (fracturability/brittleness)

Ως θραυστότητα ορίζεται η τάση ενός υλικού για θραύση, ράγισμα ή θρυμματισμό κατά την εφαρμογή μιας σχετικά μικρής δύναμης. Εμφανίζεται συνήθως σε προϊόντα με υψηλό βαθμό σκληρότητας και χαμηλό βαθμό συνοχής και είναι η ιδιότητα υφής που εμφανίζεται συνήθως σε ψημένα προϊόντα ή σνακ και γενικά «ξηρά» προϊόντα.

Ο προσδιορισμός της ιδιότητας αυτής πραγματοποιείται με τη χρήση των δοκιμασιών διάτρησης ή συμπίεσης, καθώς, και τη δοκιμή ανάλυσης προφίλ υφής και διαφέρει ανάλογα με το είδος του τροφίμου.

Η θραυστότητα, όπως και η σκληρότητα, επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά του τροφίμου, τα συστατικά του τροφίμου και κυρίως την περιεκτικότητα των λιπαρών, τον τρόπο παρασκευής και τις συνθήκες αποθήκευσης. Επίσης, σημαντική παράμετρο αποτελεί η υγρασία στο περιβάλλον αποθήκευσης, αλλά και ο χρόνος αποθήκευσης, καθώς προκαλούν την αύξηση της περιεχόμενης υγρασίας του τροφίμου και κατ' επέκταση τη μείωση της θραυστότητας.

3. Συνεκτικότητα (cohesiveness)

Ως συνεκτικότητα ορίζεται η έκταση στην οποία ένα υλικό μπορεί να παραμορφωθεί προτού υποστεί θραύση ή ρήξη της δομής του ή ως ο βαθμός στον οποίο ένα υλικό μπορεί να συμπιεστεί από τα δόντια πριν σπάσει. Αποτελεί τον λόγο των επιφανειών A1/A2 του διαγράμματος ανάλυσης προφίλ υφής TPA(Σχ.2).

4. Κολλητικότητα (Gumminess)

Η κολλητικότητα συνιστά την ενέργεια που απαιτείται για τη διύγρυνση ενός ημιστερεού τροφίμου, ώστε να είναι έτοιμο προς κατάποση και αφορά τρόφιμα με μικρή

σκληρότητα και μεγάλη συνεκτικότητα. Προκύπτει, τέλος, από το γινόμενο της σκληρότητας και της συνεκτικότητας.

5. Μασητικότητα (Chewiness)

Ως μασητικότητα ορίζεται η ενέργεια που απαιτείται για τη μάσηση ενός στερεού τροφίμου έως ότου να είναι δυνατή η κατάποση του και προκύπτει από το γινόμενο της κολλητικότητας και της ελαστικότητας. Συχνά ορίζεται και ως ο χρόνος που απαιτείται για τη μάσηση μέχρι το τρόφιμο να μπορεί να καταποθεί, εφαρμόζοντας σταθερό ρυθμό δύναμης.

6. Ελαστικότητα (Springiness)

Ως ελαστικότητα ορίζεται ο βαθμός στον οποίο ένα υλικό που έχει υποστεί παραμόρφωση επιστρέφει στις αρχικές του διαστάσεις μετά την απομάκρυνση της δύναμης παραμόρφωσης. Αναφορικά με τα τρόφιμα, η ελαστικότητα εκφράζει το βαθμό στον οποίο ένα προϊόν επανέρχεται στην αρχική του μορφή, μετά από τη συμπίεσή του ανάμεσα στα δόντια με το τέλος δηλαδή της εφαρμογής δύναμης. Υπολογίζεται, τέλος, από το λόγο μήκος 1/μήκος 2 στο διάγραμμα TPA(Σχ.3).

5.3 Οργανοληπτική αξιολόγηση

Η οργανοληπτική εξέταση των τροφίμων είναι μια πολύ σημαντική διαδικασία, η οποία περιγράφει, αναλύει, χαρακτηρίζει και υπολογίζει τα αποτελέσματα της μέτρησης των ιδιοτήτων του προϊόντος με τα αισθητήρια όργανα. Χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό τόσο για τον έλεγχο της ποιότητας όσο και για την ανάπτυξη και προώθηση νέων προϊόντων.

Κάθε τρόφιμο χαρακτηρίζεται από ορισμένες φυσικές παραμέτρους ποιότητας. Οι παράμετροι αυτές μπορούν να γίνουν αντιληπτές και να προσδιοριστούν είτε με αισθητήρια όργανα του ανθρώπου είτε με εργαστηριακές αναλυτικές συσκευές. Στην πρώτη περίπτωση οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων των τροφίμων είναι «υποκειμενικές» ή οργανοληπτικές. Στον οργανοληπτικό έλεγχο όπως και σε κάθε στατιστική διαδικασία πρέπει να εξασφαλίζονται τέτοιες συνθήκες, ώστε ο κάθε κριτής να απαντά ανεξάρτητα, ανεπηρέαστα και τα δείγματα να παρουσιάζονται κάτω από τις ίδιες συνθήκες σε όλους τους δοκιμαστές. Η ομάδα των δοκιμαστών πλεονεκτεί έναντι του ενός δοκιμαστή, διότι η κρίση ενός μόνο δοκιμαστή δε συμφωνεί απαραίτητα με την εκτίμηση του μέσου καταναλωτή και διότι ένα άτομο μπορεί να μην είναι ευαίσθητο σε κάποια ποιοτική συνιστώσα του εξεταζόμενου τροφίμου (Καραουλάνης, 2005).

Στη δεύτερη περίπτωση, οι μέθοδοι του προσδιορισμού που χρησιμοποιούνται στις εργαστηριακές εξετάσεις με τη βοήθεια αναλυτικών συσκευών είναι «αντικειμενικές». Είναι γνωστό πως κάθε εξωτερικό για το σώμα ερέθισμα φθάνει στον αντίστοιχο υποδοχέα του οργανισμού και προκαλεί τη δημιουργία ενός ερεθίσματος. Το ερέθισμα μεταφέρεται μέσω του νευρικού συστήματος ως «σήμα» στα ανώτερα κέντρα του εγκεφάλου. Εκεί γίνεται η μετάφραση του ερεθίσματος σε αίσθημα.

Οι παράμετροι της ποιότητας των τροφίμων, οι οποίες αξιολογούνται με τον οργανοληπτικό έλεγχο είναι:

- η εμφάνιση του προϊόντος (χρώμα, μέγεθος, σχήμα, πιθανός τραυματισμός, στιλπνότητα κ.τ.λ.),
- η υφή του προϊόντος (ιξώδες, ρεολογικές ιδιότητες, σκληρότητα, χυμώδες κ.τ.λ.) και
- η οσμή και η γεύση του προϊόντος (αρωματικό, μπαγιάτικο, όξινο, δύσοσμο κ.τ.λ.) (Βουδούρης & Κοντομηνάς, 1990).

Επομένως, η εμφάνιση, η οσμή, η γεύση και η υφή του τυριού προκύπτουν από την αλληλεπίδραση μεταξύ του προϊόντος και των αισθητηρίων οργάνων του καταναλωτή (Singh et al., 2005).

5.3.1. Μέθοδοι οργανοληπτικής εξέτασης

Έχουν αναπτυχθεί πολλές μέθοδοι οργανοληπτικής εξέτασης και κάθε μια παρουσιάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Καμιά μέθοδος δεν είναι εφαρμόσιμη σε όλες τις περιπτώσεις. Ο υπεύθυνος για την οργάνωση της εξέτασης πρέπει να επιλέξει την καταλληλότερη κάθε φορά μέθοδο, ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο γίνεται η εξέταση και με τις πληροφορίες που ενδιαφέρει να συλλέξουν.

Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι οργανοληπτικών εξετάσεων. Οι δοκιμές προτίμησης/ αποδοχής (πάνω από 50 μη εκπαιδευμένοι δοκιμαστές) οι οποίες βασίζονται στην προσωπική αίσθηση του κάθε μέλους της ομάδας οι οποίοι δίνουν την προτίμησή τους. Οι δοκιμές διάκρισης (20-25 ημι-εκπαιδευμένοι κριτές) όπου χρησιμοποιούνται για να διαπιστωθεί αν υπάρχει διαφορά μεταξύ των προϊόντων που έχουν παραχθεί με διαφορετικές πρώτες ύλες ή διαφορετική τεχνολογία. Η απάντηση του δοκιμαστή δεν πρέπει να επηρεάζεται από το αν του αρέσει ή όχι το προϊόν. Τέλος, οι περιγραφικές δοκιμές χρησιμοποιούνται για να καθοριστεί η φύση και η ένταση των διαφορών (5-11 εκπαιδευμένοι κριτές).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

6.1. Νομοθεσία υλικών συσκευασίας

Οι γενικές απαιτήσεις για τα υλικά και αντικείμενα συσκευασίας τροφίμων περιγράφονται στο Άρθρο 9 του κεφαλαίου I και στο Άρθρο 21 του κεφαλαίου II του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, καθώς και στον κανονισμό 1935/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και στον Κανονισμό (ΕΚ) 2023/ 2006 της επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με το Άρθρο 9, η συσκευασία τροφίμων πρέπει να παρέχει όλες τις εγγυήσεις προστασίας τους από κάθε επιβλαβή εξωτερική ή εσωτερική επίδραση. Η συσκευασία κάθε τροφίμου πρέπει να γίνεται κατά τρόπο που διασφαλίζει το αμετάβλητο της σύστασης του από την επίδραση του περιβάλλοντος. Κατά το Άρθρο 21, τα υλικά και αντικείμενα που προορίζονται να έρθουν σε επαφή με τρόφιμα πρέπει να κατασκευάζονται σύμφωνα με τις ορθές πρακτικές κατασκευής, ώστε υπό τις κανονικές ή προβλεπόμενες συνθήκες χρησιμοποίησης τους να μη μεταφέρουν στα τρόφιμα τα συστατικά τους σε ποσότητα που θα ήταν δυνατό:

- να θέσει σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία
- να επιφέρει απαράδεκτη μεταβολή στη σύσταση των τροφίμων ή αλλοίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών τους.

Ο κανονισμός 1935/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Οκτωβρίου 2004 σχετικά με τα υλικά και τα αντικείμενα που προορίζονται να έρθουν σε επαφή με τρόφιμα και με την κατάργηση των οδηγιών 80/590/ΕΟΚ και 89/109/ΕΟΚ:

1. Θέτει τις γενικές απαιτήσεις σχετικά με την ασφάλεια των υλικών και αντικειμένων συσκευασίας τροφίμων.
2. Επιτρέπει τη διάθεση στην αγορά «ενεργών» και «έξυπνων» υλικών και αντικειμένων συσκευασίας ενσωματώνοντας τα στη νομοθεσία που διέπει όλα τα υλικά και αντικείμενα που προορίζονται να έρθουν σε επαφή με τρόφιμα.
3. Ορίζει ότι για κάθε ομάδα υλικών και αντικειμένων (μέταλλα, πλαστικά κ.α.) θα εκπονούνται ειδικά (κάθετα) μέτρα.
4. Περιγράφει τη διαδικασία χορήγησης αδείας για νέα ουσία που θα χρησιμοποιείται σε υλικό ή αντικείμενο σε επαφή με τρόφιμα.

5. Ορίζει τις απαιτήσεις σχετικά με την ιχνηλασιμότητα των υλικών που έρχονται σε επαφή με τα τρόφιμα, από την κατασκευή έως τη διάθεσή τους στο εμπόριο.
6. Θεσμοθετεί τη δήλωση συμμόρφωσης ότι τα υλικά και αντικείμενα συσκευασίας τροφίμων πληρούν τους κανόνες που ισχύουν για αυτά.

Ο Κανονισμός (ΕΚ) 2023/2006 της Επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων ορίζει τους γενικούς κανόνες ορθής πρακτικής παραγωγής των υλικών και αντικειμένων που προορίζονται να έλθουν σε επαφή με τρόφιμα, οι οποίοι κανόνες αφορούν την εφαρμογή συστήματος διασφάλισης ποιότητας, έλεγχο της ποιότητας και τεκμηρίωση (Παπαδάκης, 2014).

1. Μέταλλα

Στο Άρθρο 22 του κεφαλαίου II του κώδικα Τροφίμων και Ποτών καθορίζονται τα είδη των μετάλλων από τα οποία μπορούν να κατασκευάζονται μεταλλικά αντικείμενα συσκευασίας τροφίμων, οι προδιαγραφές της σύστασής τους και μέτρα για την ασφαλή χρήση τους. Τα μέταλλα είναι τα εξής: αλουμίνιο, ανοξείδωτος χάλυβας, κασσίτερος, χρώμιο, χαλκός και ψευδάργυρος μόνο για ειδικές χρήσεις (Παπαδάκης, 2014).

Σύμφωνα με το Άρθρο 22 απαγορεύεται η χρήση μεταλλικών υλικών ή αντικειμένων σε επαφή με τρόφιμα ή ποτά όταν παρουσιάζουν αποφλοιώσεις ή/και άλλες εμφανείς αλλοιώσεις όταν τα τρόφιμα είναι ισχυρώς όξινα ($\text{pH} < 2$), όταν η περιεκτικότητά τους σε Pb, As και Cd είναι μεγαλύτερη του 0,5%, 0,05% και 0,05% αντίστοιχα. Ειδικότερα προβλέπονται τα παρακάτω:

- **Αλουμίνιο.** Το επεξεργασμένο αλουμίνιο που επιτρέπεται να έρθει σε επαφή με τρόφιμα και ποτά πρέπει να περιέχει τουλάχιστον 99% κατά μάζα αργίλιο (Al), η δε περιεκτικότητά του σε άλλα στοιχεία δεν πρέπει να υπερβαίνει τα όρια που αναγράφονται στο Άρθρο 22. Ομοίως για τα κράματα του αλουμινίου, η περιεκτικότητά τους σε άλλα στοιχεία δεν πρέπει να υπερβαίνει τις μέγιστες τιμές που αναφέρονται σε πίνακες στο άρθρο 22.
- **Ανοξείδωτος χάλυβας.** Οι ανοξείδωτοι χάλυβες είναι κράματα του σιδήρου που περιέχουν χρώμιο από 12% έως 30% κατά βάρος. Η μέγιστη επιτρεπόμενη περιεκτικότητα στους ανοξείδωτους χάλυβες που προορίζονται να έλθουν σε επαφή με τρόφιμα και ποτά, για διάφορα στοιχεία καθορίζεται στο Άρθρο 22.

- **Κασσίτερος.** Η κατεργασία της εσωτερικής επιφάνειας των επικασσιτερωμένων δοχείων πρέπει να είναι τέτοια ώστε η περιεκτικότητα του Sn στα στερεά τρόφιμα να μην υπερβαίνει τα 200 ppm.
- **Χαλκός – ψευδάργυρος.** Απαγορεύεται η άμεση επαφή των τροφίμων και ποτών με αντικείμενα από χαλκό ή ψευδάργυρο και κράματά τους, με εξαίρεση τα αντικείμενα παραγωγής και επεξεργασίας ειδών καραμελοποιίας, τα δοχεία απόσταξης για παραγωγή οينوπνευματωδών ποτών και τα μέσα μετάγγισης υγρών (σωλήνες, αντλίες κλπ.).

2. Πλαστικά υλικά και αντικείμενα

Η νομοθεσία για τα πλαστικά υλικά για αντικείμενα καλύπτεται από τα άρθρα 26 26α και 27 του κεφαλαίου 2 του κώδικα τροφίμων και ποτών, καθώς και από την οδηγία 2002/72/EK της Επιτροπής, η οποία συνεχώς συμπληρώνεται και τροποποιείται (Οδηγίες 2004/1/EK, 2004/19/EK, 2005/79/EK, 2007/19/EK, 2008/39/EK).

Σύμφωνα με την οδηγία 2007/19/EK πλαστικά είναι και τα στρώματα ή οι επικαλύψεις από πλαστική ύλη που σχηματίζουν συναρμογές στεγανοποίησης πωμάτων και μαζί αποτελούνται από δύο ή περισσότερα στρώματα υλικών διαφόρων τύπων. Τα πλαστικά υλικά και αντικείμενα δεν πρέπει να μεταφέρουν τα συστατικά τους στα τρόφιμα σε ποσότητες μεγαλύτερες από 60 mgαπελευθερωθέντων συστατικών ανά kgτροφίμου (όριο ολικής ή συνολικής μετανάστευσης). Το όριο αυτό γίνεται 10mg ανά dm² επιφάνειας του υλικού η αντικειμένου για αντικείμενα που είναι δοχεία χωρητικότητας μικρότερης των 500 mL ή μεγαλύτερης των 10L, για φύλλα μεμβράνες ή άλλα υλικά ή αντικείμενα που δεν μπορούν να γεμίσουν ή στα οποία δεν είναι πρακτικά δυνατό να εκτιμηθεί η σχέση μεταξύ του εμβαδού της επιφάνειας του υλικού η αντικειμένου και της ποσότητας του τροφίμου που προέρχεται σε επαφή με αυτήν(Παπαδάκης, 2014).

Για την κατασκευή πλαστικών υλικών και αντικειμένων επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται μόνο τα μονομερή και άλλες βοηθητικές ουσίες που περιλαμβάνονται σε παράρτημα της τροποποιημένης οδηγίας 2002/72/EK, τηρουμένων βεβαίως των καθοριζόμενων σε αυτό περιορισμών.

6.2. Νομοθεσία που αφορά τη Φέτα

Η φέτα κατέχει εξέχουσα θέση ανάμεσα στα προϊόντα ΠΟΠ της χώρας μας, όχι μόνο γιατί είναι κατά παράδοση αναπόσπαστο κομμάτι των διατροφικών συνηθειών του Έλληνα, αλλά κυρίως γιατί αποτελεί ένα εθνικό προϊόν-έμβλημα, με τεράστιες εξαγωγικές δυνατότητες.

Οι προδιαγραφές καταχώρισής της υπαγορεύονται από την Υπουργική Απόφαση 313025/11.01.1994 (ΦΕΚ 8Β). Σύμφωνα με αυτήν, το γάλα που χρησιμοποιείται για την παρασκευή της φέτας προέρχεται αποκλειστικά από τις περιοχές Μακεδονίας, Θράκης, Ηπείρου, Θεσσαλίας, Στερεάς Ελλάδας, Πελοποννήσου και τον νομό Λέσβου και από φυλές αιγοπροβάτων, παραδοσιακά εκτρέφόμενες και προσαρμοσμένες στην περιοχή παρασκευής της. Πρόκειται για γάλα πρόβειο ή μίγμα αυτού με γίδινο σε μέγιστο ποσοστό 30%, νωπό ή παστεριωμένο και με συγκεκριμένα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, όπως ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα 6% κ.β. και ελάχιστο pH 6,5. Η Υπουργική Απόφαση για τη φέτα υπαγορεύει αυστηρά την πήξη του γάλακτος εντός 48 ωρών από την άμελξή του, ενώ απαγορεύει ρητά τη συμπύκνωσή του, καθώς και την προσθήκη σκόνης ή συμπυκνώματος ή πρωτεϊνών γάλακτος, καζεϊνικών αλάτων, χρωστικών και συντηρητικών ουσιών σε αυτό. Για την πήξη του γάλακτος επιτρέπεται η προσθήκη παραδοσιακής πυτιάς ή άλλων ενζύμων με ανάλογη δράση. Στο παστεριωμένο γάλα είναι δυνατό να προστεθούν αβλαβείς οξυγαλακτικές καλλιέργειες ή χλωριούχο ασβέστιο σε μέγιστη συγκέντρωση 20g/100kg γάλακτος.

Προκειμένου να διασφαλιστεί η αναγνωρισιμότητα του προϊόντος, αλλά και η δυνατότητα ιχνηλασιμότητάς του από τους ελεγκτικούς φορείς, η Υπουργική Απόφαση αναγνώρισης της φέτας καθιστά υποχρεωτική την αναγραφή στα μέσα συσκευασίας του προϊόντος των κάτωθι ενδείξεων:

- Τυρί
- Φέτα
- Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης (ΠΟΠ)
- Βάρος του περιεχομένου
- Ημερομηνία παραγωγής
- Αύξων αριθμός συσκευασίας, ο οποίος ορίζεται από τα δύο αρχικά γράμματα της λέξης φέτα.
- Επωνυμία και έδρα του παραγωγού.

Οι παραπάνω υποχρεωτικές ενδείξεις αναγράφονται τουλάχιστον στην ελληνική γλώσσα. Τα στοιχεία ελέγχου αναγράφονται με ευθύνη του συσκευαστή κατόπιν έγγραφης άδειας της αρμόδιας Διεύθυνσης Γεωργίας, η οποία τηρεί ειδικό βιβλίο παρακολούθησης και ελέγχου ανά παραγωγό «ΦΕΤΑΣ». Οι ενδείξεις αυτές αναγράφονται υποχρεωτικά σε κάθε συνοδευτικό έγγραφο κατά τη διακίνηση της «ΦΕΤΑΣ». Κατά τα λοιπά η αναγραφή των υποχρεωτικών ενδείξεων γίνεται σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στην παρ. 7 του άρθρου 4 του Π.Δ. 81/1993. Επιπλέον των ενδείξεων που απαιτούνται για κάθε προϊόν ΠΟΠ/ΠΓΕ είναι υποχρεωτική η σήμανση Πιστοποίησης του πρώην AGROCERT.

Γενικές διατάξεις:

1. Για θέματα που δεν ρυθμίζονται με την παρούσα απόφαση έχουν εφαρμογή οι διατάξεις του Π.Δ. 81/1993 καθώς και οι σχετικές εθνικές διατάξεις.
2. Απαγορεύεται η παραγωγή, εισαγωγή, εξαγωγή, διακίνηση και εμπορία τυριού με την ονομασία «ΦΕΤΑ» που δεν πληροί τις προϋποθέσεις της παρούσας.

6.3. Πιστοποίηση και έλεγχος των ελληνικών τυριών ΠΟΠ

Αρμόδιος οργανισμός πιστοποίησης και ελέγχου στην περίπτωση της Φέτας είναι ο «ΕΛΓΟ – ΔΗΜΗΤΡΑ». Ο έλεγχος και η πιστοποίηση των Προϊόντων Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ) και των Προϊόντων Γεωγραφικής Ένδειξης (ΠΓΕ), έχει ανατεθεί, σύμφωνα με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 261611/22-03-2007 (**ΦΕΚ 406Β/22-03-2007**) και την τροποποίηση αυτής, στον Οργανισμό Πιστοποίησης και Επίβλεψης Γεωργικών Προϊόντων (ΟΠΕΓΕΠ- AGROCERT), σημερινό ΕΛΓΟ- ΔΗΜΗΤΡΑ.

Ο ΕΛΓΟ - ΔΗΜΗΤΡΑ είναι υπεύθυνος:

- για τον έλεγχο της τήρησης και τη διασφάλιση των προδιαγραφών καταχώρισης προϊόντων ΠΟΠ/ΠΓΕ, σε συνεργασία με τις Διευθύνσεις Αγροτικής Οικονομίας των Περιφερειακών Ενοτήτων,
- για την Πιστοποίηση των εν λόγω προϊόντων και την έγκριση της χρήσης των καταχωρισμένων ονομασιών και ενδείξεων,
- για την κατάρτιση, τήρηση και δημοσιοποίηση του Μητρώου Εγκεκριμένων Επιχειρήσεων και Δικαιούχων χρήσης των ενδείξεων ΠΟΠ/ΠΓΕ και, τέλος,
- για τον έλεγχο στα σημεία λιανικής και χονδρικής πώλησης ή και διάθεσης προϊόντων ΠΟΠ/ΠΓΕ της ορθής χρήσης των εν λόγω ενδείξεων.

Συνακόλουθα, ο Οργανισμός έχει διαμορφώσει ένα Σύστημα Ελέγχου και Πιστοποίησης στο οποίο εντάσσονται οι επιχειρήσεις που παράγουν ή/και συσκευάζουν με σκοπό την εμπορία προϊόντα ΠΟΠ και ΠΓΕ ή/και χρησιμοποιούν τις καταχωρισμένες ονομασίες, ενδείξεις, το κοινοτικό σύμβολο και το σήμα του AGROCERT. Σε ό,τι αφορά στα τυροκομικά προϊόντα, αυτό σημαίνει ότι εντάσσονται υποχρεωτικά τα τυροκομεία που παράγουν, συσκευάζουν και εμπορεύονται τυριά ΠΟΠ, τα τυποποιητήρια που συσκευάζουν και εμπορεύονται τυριά ΠΟΠ., καθώς και οι επιχειρήσεις εμπορίας προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας.

Στο μητρώο στο οποίο αναφερθήκαμε παραπάνω καταγράφονται όλοι οι δικαιούχοι χρήσης των ενδείξεων ΠΟΠ και ΠΓΕ και καταχωρούνται όλα τα σχετικά στοιχεία όπως η έδρα τους, το είδος και η ονομασία του γεωργικού προϊόντος, η κατηγορία ΠΟΠ και ΠΓΕ και η ημερομηνία έγκρισης, ανανέωσης ή και ανάκλησης του δικαιώματος χρήσης των εν λόγω ενδείξεων. Η πρόσβαση στο μητρώο είναι ελεύθερη για όλους.

II. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Στόχος της έρευνας είναι η μελέτη της επίδρασης του υλικού συσκευασίας κατά την ωρίμανση και του χρόνου ωρίμανσης στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του τυριού φέτα. Τα υλικά συσκευασίας που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το βαρέλι από οξιά (50kg), η ανοξείδωτη δεξαμενή με επένδυση ξύλου (100kg) και το λευκοσιδηρό δοχείο (17 kg). Η φέτα που τοποθετήθηκε στα τρία διαφορετικά υλικά συσκευασίας παρήχθη από το ίδιο γάλα, την ίδια καλλιέργεια και ωρίμασε κάτω από τις ίδιες συνθήκες. Η πυτιά που χρησιμοποιήθηκε ήταν της εταιρείας «ΗΠΕΙΡΩΤΟΠΟΥΛΑ». Η καλλιέργεια εκκίνησης που χρησιμοποιήθηκε ήταν η “CHOOZIT MT1 LYO 10 DCU”, η οποία είναι μίξη μεσόφιλης/θερμόφιλης καλλιέργειας. Αποτελείται από τους εξής μικροοργανισμούς:

- *Lactococcus lactis subsp. Lactis*
- *Lactococcus lactis subsp. Cremoris*
- *Streptococcus thermophilus*
- *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*

1. Στάδια τυροκόμησης

Η τυροκόμηση πραγματοποιήθηκε στο εργοστάσιο της «ΔΩΔΩΝΗ Α.Ε», στη Θήβα Βοιωτίας και η διαδικασία παρασκευής της έγινε με τα ακόλουθα βήματα:

1. Αρχική θέρμανση του γάλακτος στους 40°C και ακολούθως τυποποίηση του σε κορυφολόγο.
2. Παστερίωση στους 63 °C για 30 λεπτά.
3. Ψύξη μέχρι τους 36 °C και προσθήκη ανάλογης καλλιέργειας εκκίνησης με έντονη ανάδευση.
4. Προσθήκη χλωριούχου ασβεστίου 50% σε αναλογία 20 mL ανά 100 kg γάλακτος.
5. Προσθήκη πυτιάς σε αναλογία 15 mL ανά 100 kg γάλακτος.
6. Κοπή του πήγματος σε κύβους διαστάσεις 2cm X 2cm X 2cm.
7. Τοποθέτηση του πήγματος σε καλούπια, πρώτη αναστροφή αυτών σε δύο ώρες, δεύτερη στις επόμενες δύο ώρες και η τρίτη σε πέντε ώρες (τοποθέτηση των καλουπιών στο θάλαμο ωρίμανσης 18 °C).

8. Μετά από 24 ώρες γίνεται ξεκαλούπωμα, τοποθέτηση σε πλαστικά δοχεία από πολυπροπυλένιο και ξηρή αλάτιση σε ποσοστό 1,4% w/w.
9. Την επόμενη μέρα αδειάζονται τα πλαστικά δοχεία και τα μπλοκ (στα βαρέλια και σε σχήμα τριγώνου) τοποθετούνται στους διαφορετικούς περιέκτες (λευκοσιδηρό δοχείο, ανοξείδωτη δεξαμενή, βαρέλι) με άλμη 7Baume (7 kγαλάτισε 93 kgνερό). Η αναλογία τυριού/άλμης είναι για το λευκοσιδηρό δοχείο 3/1, στο βαρέλι γίνεται ξηρή αλάτιση και για την ανοξείδωτη δεξαμενή 5/1.
10. Ακολουθεί κλείσιμο των δοχείων και τοποθέτηση αυτών σε θαλάμους ωρίμανσης στους 18°C μέχρι να επιτευχθεί πτώση του pH σε τιμή περίπου 4,5 και η περιεκτικότητα σε υγρασία να αποκτήσει τιμή κάτω από 56%.
11. Μετά την αρχική ωρίμανση, γίνεται τοποθέτηση σε ψυγεία στους 4°C για παραμονή μέχρι την 100η ημέρα.

2.Χημικές Αναλύσεις

A) Προσδιορισμός λίπους

Για τον προσδιορισμό του λίπους χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Gerber Van Gulik.

Αρχή Μεθόδου

Με χρησιμοποίηση θειϊκού οξέος ειδικού βάρους 1,5 g/cm³ επιτυγχάνεται κατακρήμνιση των πρωτεϊνών του γάλακτος, χωρίς όμως και προσβολή του λίπους που ελεύθερο πλέον διαχωρίζεται με φυγοκέντρηση με τη βοήθεια αμυλικής αλκοόλης.

Υλικά Αναφοράς/Αντιδραστήρια

- Θειϊκό οξύ. Διαλύεται 0,5 lt πυκνού θειϊκού οξέος σε 330 mL απιονισμένου νερού.
- Ισοαμυλική αλκοόλη ειδικού βάρους 0,81 g/mL.

Εξοπλισμός

- Βουτυρόμετρα τυριού.
- Αναλυτικός ζυγός.
- Στατώβουτυρομέτρων
- Υδατόλουτρο θερμοκρασίας 65°C
- Φυγόκεντρος Gerber με 1200 στρ/min

Μέθοδος

- Στην ειδική υποδοχή του βουτυρόμετρου, ζυγίστηκαν 3 g τυριού και η υποδοχή τοποθετήθηκε με προσοχή στη βάση του βουτυρόμετρου. Από το επάνω άνοιγμα του βουτυρόμετρου τοποθετήθηκε το θεϊκό οξύ, τόσο όσο για να σκεπάσει την επιφάνεια του τυριού.
- Τα βουτυρόμετρα αφέθηκαν μέσα σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 64°C, για να λιώσει το τυρί. Σε τακτά χρονικά διαστήματα ανακινούνταν τα βουτυρόμετρα, για να υποβοηθηθεί διάλυση του τυριού.
- Αφού βεβαιωθήκαμε ότι δεν υπήρχε κομμάτι τυριού που να μην έχει λιώσει, προστέθηκε 1 mL αμυλικής αλκοόλης και συμπληρώθηκε, μέχρι να καλυφθεί η κλίμακα στο βουτυρόμετρο, με θεϊκό οξύ. Το βουτυρόμετρο σφραγίστηκε με ειδικό ελαστικό πώμα και αναστράφηκε 2-3 φορές .
- Τα βουτυρόμετρα φυγοκεντρήθηκαν με το πώμα προς τα επάνω. Η φυγοκέντρωση έγινε με ταχύτητα 1200 στρ/min για 4-5 min.
- Τα βουτυρόμετρα μετά την εξαγωγή τους από την φυγόκεντρο εισήχθησαν σε υδατόλουτρο για 1 min, και έγινε η ανάγνωση του % λίπους.

B) Προσδιορισμός υγρασίας

Υλικά -Όργανα

- Αναλυτικός ζυγός με ακρίβεια 0,1 mg
- Κλίβανος ξήρανσης, με δυνατότητα διατήρησης της θερμοκρασίας στους 102±2°C.
- Κάψα πορσελάνης.

- Γυάλινη ράβδος με μήκος 85 mm
- Ξηραντήρας εφοδιασμένος με CaCl_2
- Θαλασσινή άμμος ξεπλυμένη με υδροχλωρικό οξύ

Μέθοδος

- Ποσότητα 20-30 g άμμου τοποθετήθηκαν στην κάψα μαζί με τη γυάλινη ράβδο και ξηράθηκαν στους $102 \pm 2^\circ\text{C}$ για μία ώρα.
- Στη συνέχεια, τοποθετήθηκαν στον ξηραντήρα για ψύξη και ζυγίστηκαν (βάρος B1).
- Στην κάψα προστέθηκαν 3,00 g τυριού και ζυγίστηκαν με ακρίβεια 1 mg (βάρος B2).
- Με τη γυάλινη ράβδο αναμίχθηκε το δείγμα με την άμμο και τοποθετήθηκαν στον κλίβανο στους $102 \pm 2^\circ\text{C}$ μέχρι σταθερού βάρους.
- Μετά την ξήρανση ψύχθηκαν στον ξηραντήρα και ζυγίστηκαν (βάρος B3). Η ξήρανση στον κλίβανο επαναλήφθηκε μέχρις ότου η διαφορά μεταξύ δύο διαδοχικών ζυγίσεων να ήταν μικρότερη του 1mg.

Η υγρασία του δείγματος υπολογίστηκε σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{Υγρασία}(\%) = (B3 - B1)/(B2 - B1) \times 100$$

Η τιμή της υγρασίας του δείγματος ήταν ο μέσος όρος δύο μετρήσεων και μάλιστα η μεταξύ τους διαφορά δεν έπρεπε να είναι μεγαλύτερη από 0,19% (Τζουβάρα -Καραγιάννη, 1993).

Γ) Προσδιορισμός του πρωτεϊνικού αζώτου

Ο προσδιορισμός του ολικού αζώτου (TN) γίνεται με τη μέθοδο Kjeldahl και αποτελεί τη βάση για τον υπολογισμό των πρωτεϊνών του τυριού (VDLUFA, 1985).

Υλικά και Όργανα

- Θεϊκό κάλιο (K_2SO_4)
- Θεϊκός χαλκός ($\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$)
- Πυκνό θεϊκό οξύ, ($\rho = 1,84 \text{ g/mL}$ στους 20°C)

- Καυστικό νάτριο, NaOH (30%) διαλύονται σε 1000 mL νερό 300g καυστικού νατρίου
- Βορικό οξύ, H₃BO₃ (4%) διαλύονται σε 1000 mL νερό 40g βορικού οξέος
- Υδροχλωρικό οξύ, HCl 0,1N
- Δείκτης 2g ερυθρού του μεθυλίου και 1g κυανού του μεθυλενίου διαλύονται σε 1000mL αιθυλικής αλκοόλης 96%
- Αναλυτικός ζυγός με ακρίβεια 0,1 mg
- Σωλήνες Kjeldahl των 250 mL
- Συσκευή καύσης
- Συσκευή απόσταξης

Μέθοδος

- Σε σωλήνες Kjeldahl τοποθετήθηκαν δύο κάψουλες, που αποτελούν τους καταλύτες (θειϊκό κάλιο και θειϊκός χαλκός).
- Στη συνέχεια ζυγίστηκαν με ακρίβεια 1g τυριού, που τοποθετήθηκε σε ειδικό χαρτί απαλλαγμένο από άζωτο.
- Έπειτα προστέθηκαν 25 mL θειϊκού οξέος και θερμάνθηκαν προσεκτικά στη συσκευή καύσης μέχρις ότου σταματήσει ο αφρισμός και το περιεχόμενο γίνει υγρό.
- Η θέρμανση συνεχίστηκε έντονα μέχρις ότου το περιεχόμενο γίνει διαυγές. Μετά τη διαύγανση, ο βρασμός συνεχίστηκε για 90min. Το χρώμα που αποκτήθηκε τελικά ήταν πράσινο.
- Ο σωλήνας αφέθηκε να ψυχθεί σε θερμοκρασία δωματίου και το χρώμα έγινε γαλάζιο.
- Ακολούθησε τοποθέτηση στη συσκευή απόσταξης, όπου με 80 mL καυστικό νάτριο και 50ml διάλυμα βορικού οξέος, πραγματοποιήθηκε απόσταξη και κατόπιν τιτλοδότηση με 0,1N υδροχλωρικό οξύ.
- Το ολικό άζωτο του δείγματος υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$\text{Ολικό Άζωτο (\%)} = \frac{(\alpha - \beta) \times N \times 1,4}{B}$$

όπου:

α → τα mL HCl που καταναλώθηκαν κατά τον προσδιορισμό του ολικού αζώτου στο δείγμα

$\beta \rightarrow$ τα mL HCl που καταναλώθηκαν κατά τον προσδιορισμό του ολικού αζώτου στο μάρτυρα

$N \rightarrow$ η κανονικότητα του HCl

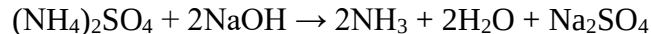
$B \rightarrow$ το βάρος του δείγματος σε g

Τα στάδια της μεθόδου περιληπτικά είναι:

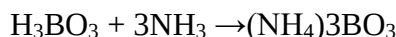
$\rightarrow$ Θέρμανση του δείγματος του τυριού με πυκνό θειικό οξύ παρουσία καταλύτη. Κατά τη θέρμανση γίνεται καύση των οργανικών ουσιών του τυριού και το άζωτο του τυριού μετατρέπεται σε αμμωνιακό.



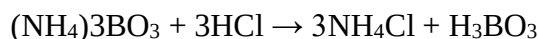
$\rightarrow$ Απελευθέρωση της αμμωνίας με την επίδραση καυστικού νατρίου και διαχωρισμός της με απόσταξη και παραλαβή της σε βορικό οξύ.



$\rightarrow$ Η αμμωνία που αποστάζει δεσμεύεται σε βορικό οξύ



$\rightarrow$ Ογκομέτρηση της περίσσειας βορικού οξέος με πρότυπο διάλυμα υδροχλωρικό οξύ



Από το αποτέλεσμα της τιτλοδότησης υπολογίζεται η περιεκτικότητα του δείγματος σε άζωτο. Η περιεκτικότητα σε άζωτο πολλαπλασιαζόμενη με το συντελεστή 6,38 μας δίνει την περιεκτικότητα του δείγματος σε πρωτεΐνες.

Το ολικό άζωτο (T. N.) εκφράστηκε επί τοις % της ξηράς ουσίας του τυριού, ενώ τα διάφορα κλάσματα του αζώτου εκφράστηκαν ως ποσοστό % του ολικού αζώτου. Για την παρακολούθηση της υδρόλυσης των πρωτεϊνών κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης και διατήρησης των τυριών προσδιορίστηκαν:

Το WSN (υδατοδιαλυτό άζωτο)

Στο WSN (υδατοδιαλυτό άζωτο) εκχυλίζονται υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες, μεσαία και μικρού μεγέθους πεπτίδια, αμινοξέα, αμίνες, ουρία και αμμωνία, εκτός από τις περισσότερες καζεΐνες και τα πρώτα μεγάλα πεπτίδια που προέρχονται από τη δράση της χυμοσίνης (Ανυφαντάκης, 2004). Το υδατοδιαλυτό άζωτο προσδιορίστηκε σε εκχύλισμα δειγμάτων τυριού, όπως περιγράφηκε από τους Kuchroo and Fox (1982), αλλά με αναλογία τυριού/ νερό 1:5.

20 g λειοτριβημένου τυριού ομογενοποιήθηκαν με 100 mL απεσταγμένο νερό. Για την ομογενοποίηση χρησιμοποιήθηκε οικιακός αναμείκτης. Το αιώρημα μεταφέρθηκε σε κωνικές φιάλες των 150 mL (καλυμμένες με parafilm) και διατηρήθηκε στους 40 °C για 1h. Μετά την επώαση διαχωρίστηκαν τα αδιάλυτα συστατικά με φυγοκέντρηση σε 6000 στροφές στους 4 °C για 30 min. Το υπερκείμενο διάλυμα που λήφθηκε ύστερα από τη φυγοκέντρηση, διηθήθηκε μέσω ηθμού No 42 και προσδιορίστηκαν 5 mL από το διήθημα (εις διπλούν) στις φιάλες Kjeldahl.

Υπολογισμοί

$$W.S.N \%TN = \frac{0,14 \times \{ml\ 0,1NHCL - ml(μάρτυρα)\} \times 100}{TN}$$

Τα 5 mL WSN αντιστοιχούν σε 1g τυριού.

Το TCA- N (άζωτο σε 12% τριγλωροξικό οξύ)

Η περαιτέρω κλασμάτωση του υδατοδιαλυτού αζώτου επιτυγχάνεται με την χρήση διαλύματος 12% τριγλωροξικού οξέος. Το διαλυτό αζωτούχο κλάσμα σε τριγλωροξικό οξύ περιέχει μεσαίου και μικρού μεγέθους πεπτίδια, αμινοξέα και αζωτούχες ουσίες (αμίνες, ουρία, αμμωνία) (Ανυφαντάκης, 2004). Το TCA-N (άζωτο σε 12% τριγλωροξικό οξύ, δηλ. το μη πρωτεϊνικό άζωτο) προσδιορίστηκε ως εξής:

Σε 15 mL από το WSN προστέθηκαν 15 mL διαλύματος τριγλωροξικού οξέος και ακολούθησε ανάμιξη. Το μείγμα παρέμεινε σε θερμοκρασία δωματίου για 2 ώρες.

Ακολούθησε διήθηση με ηθμό Νο 42 και προσδιορίστηκαν 10 mL από το διήθημα (εις διπλούν) στις φιάλες Kjeldahl.

$$T.C.A. \%TN = \frac{0,14x\{ml\ 0,1N\ HCL - ml\ (μάρτυρα)\}x100}{TN}$$

Τα 10 mL διηθήματος αντιστοιχούν σε 1g τυριού

Το PTA- N (διαλυτό άζωτο σε 5g φωσφοροβολφραμικό οξύ)

Το διαλυτό αζωτούχο κλάσμα σε 5% φωσφοροβολφραμικό οξύ περιέχει πολύ μικρά πεπτίδια, αμινοξέα και μικρότερου μοριακού βάρους αζωτούχες ουσίες, εκτός από τα διβασικά αμινοξέα και αμμωνία. Το διαλυτό άζωτο σε 53g φωσφοροβολφραμικό οξύ προσδιορίστηκε, σύμφωνα με τη μέθοδο των Stadhouders (1960), με τη διαφορά ότι τα εκχυλίσματα των τυριών προετοιμάστηκαν, όπως περιγράφηκε πιο πάνω. Σε 20 mL διήθημα από το WSN προστέθηκαν 14 mL θεικού οξέος (3,95 M) και 6 mL 5% φωσφοροβολφραμικού οξέος και αναμίχθηκαν. Το μείγμα διατηρήθηκε όλη νύχτα στους 4 °C και στη συνέχεια διηθήθηκε με ηθμό Νο 42 και προσδιορίστηκαν 10 mL από το διήθημα (εις διπλούν) στις φιάλες Kjeldahl.

Υπολογισμοί:

$$P.T.A. \%TN = \frac{0,14x\{ml\ 0,1NHCL - ml(μάρτυρα)\}x100}{TN}$$

Τα 10 mL διηθήματος αντιστοιχούν σε 1 g τυριού.

Σημείωση: η ίδια διαδικασία ακολουθείται και στα δείγματα μάρτυρες (blank)

Δ) Προσδιορισμός Αλατιού

Αρχή Μεθόδου

- Στην τροποποιημένη κατά Volhard μέθοδο συγκεκριμένη ποσότητα N/10 AgNO_3 προστίθεται σε περίσσεια και αντιδρά με την υπάρχουσα ποσότητα του NaCl σχηματίζοντας ίζημα AgCl .
- Η περίσσεια του AgNO_3 ογκομετρείται παρουσία δείκτη εναμμώνιουθειϊκού σιδήρου, με N/10 KSCN μέχρις αλλαγής του κίτρινου χρώματος σε κόκκινο-κεραμιδί.

Υλικά Αναφοράς/Αντιδραστήρια

- Διάλυμα νιτρικού αργύρου 0,1N. Διαλύθηκε αμπούλα AgNO_3 0,1N σε απιονισμένο νερό και συμπληρώθηκε μέχρις όγκου 1L. Φυλάχθηκε σε σκοτεινή φιάλη.
- Διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου 5%. Ζυγίστηκαν 5g KMnO_4 και τοποθετήθηκαν σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL. Συμπληρώθηκε με απιονισμένο νερό και αναδεύτηκε μέχρι να διαλυθεί. Φυλάχθηκε σε σκοτεινή φιάλη.
- Διάλυμα θειοκυανιούχου καλίου 0,1N. Διαλύθηκε αμπούλα KSCN 0,1N σε απιονισμένο νερό και συμπληρώθηκε μέχρις όγκου 1L.
- Διάλυμα εναμμώνιουθειϊκού σιδήρου. Διαλύθηκαν 500 g $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ σε 310 mL HNO_3 10% και θερμάνθηκαν με ανάδευση μέχρι να διαλυθούν. Στη συνέχεια αφέθηκε να κρυώσει μέχρι να κρυσταλλωθεί.
- Πυκνό HNO_3 .

Εξοπλισμός

- Κωνικές φιάλες των 300 mL
- Ογκομετρικός κύλινδρος των 50 mL.
- Πιπέτες των 2,5 και 10 mL.
- Προχοΐδα των 10 mL ανά 0,05 mL.
- Μαγνητικός αναδευτήρας με θέρμανση.
- Φίλτρα μεσαίου μεγέθους No 42
- Ζυγός.

Μέθοδος

- Σε κωνική φιάλη 300 mL ζυγίστηκαν 3 g τυρί.
- Προστέθηκαν 25 mL 0,1N AgNO₃.
- Προστέθηκαν 10 mL πυκνό HNO₃ (σε απαγωγό).
- Προστέθηκαν 50 mL απιονισμένο H₂O.
- Σε απαγωγότοποθετήθηκε κωνική φιάλη με μαγνητικό αναδευτηράκι πάνω σε αναδευτήρα σε κατάλληλη θερμοκρασία ώσπου να βράσει.
- Προστέθηκαν σε 3 δόσεις από 5 mL κάθε φορά KMnO₄ (5%) με πιπέταώσπου το μωβ χρώμα να αλλάξει προς κίτρινο για να βάλουμε την επόμενη δόση.
- Το δείγμα ψύχθηκε στον απαγωγό.
- Προστέθηκε απιονισμένο νερό ώστε να φθάσει τα 100 mL στην κωνική και αφού κατακάθισε το ίζημα, διηθήθηκε σε άλλη κωνική. Συμπληρώθηκε για δεύτερη φορά μέχρι τα 100 mL με νερό.
- Προστέθηκαν 2 mL κορεσμένο διάλυμα εναμμωνίουθειϊκού σιδήρου (δείκτης).
- Τίτλοδοτήθηκε με 0,1N KSCN (η κωνική με μαγνήτη πάνω σε αναδευτήρα). Τελικό χρώμα ογκομέτρησης κόκκινο-κεραμιδί.

Υπολογισμοί

Το αποτέλεσμα εκφράστηκε σε % περιεκτικότητα NaCl στο τυρί.

$$NaCl \% = \frac{(25 - mL\ 0,1N\ KSCN) \times 0,0058}{3} \times 100$$

Ε) Προσδιορισμός Λακτόζης

Αρχή Μεθόδου

Σε διαυγασμένο υδατικό διάλυμα τυριού με NaOH και ZnSO₄, προσδιορίζεται η λακτόζη παρουσία φαινόλης και πυκνού H₂SO₄, φασματοφωτομετρικά, μετρώντας την απορρόφηση στα 490 nm.

Υλικά Αναφοράς/Αντιδραστήρια

- Διάλυμα NaOH 0,5 M. Διαλύθηκαν 2 g στερεού NaOH (σε pellets) σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL και συμπληρώθηκε με απιονισμένο νερό μέχρι όγκου 100 mL.
- Διάλυμα 10% $\text{ZnSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$. Διαλύθηκαν 10 g στερεού $\text{ZnSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$ σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL και συμπληρώθηκε με απιονισμένο νερό μέχρι όγκου 100 mL.
- Διάλυμα φαινόλης 5%. Διαλύθηκαν 5 g φαινόλης σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL και συμπληρώθηκε με απιονισμένο νερό μέχρι όγκου 100 mL.
- Πυκνό H_2SO_4
- Διάλυμα λακτόζης. Για την πρότυπη καμπύλη παρασκευάζεται διάλυμα λακτόζης 400 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Διαλύονται 40 mg ένυδρης με ένα μόριο νερού- λακτόζης σε φιάλη των 100 mL και συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι όγκου 100 mL.

Εξοπλισμός

- Αναλυτικός ζυγός.
- Ογκομετρικές φιάλες των 50, 100 και 200 mL.
- Κωνικές φιάλες των 250 mL.
- Πιπέτες των 10 mL, αυτόματος δοσομετρητής για 5 mL, αυτόματη πιπέτα για 1 mL.
- Ηθμοί διήθησης (ταχείας διήθησης).
- Χωνιά διήθησης.
- Δοκιμαστικοί σωλήνες (180 x 20 mm).
- Ποτήρια ζέσης των 500 mL.
- Φασματοφωτόμετρο ορατού

Μέθοδος

- 1) Σε κωνική φιάλη των 250 mL, ζυγίστηκαν 2 g τυριού.
- 2) Προστέθηκαν 10 mL 0,5 M NaOH και περίπου 100 mL απιονισμένου νερού και ανακατεύτηκαν με το μαχαίρι ομογενοποίησης μέχρι να διασκορπιστεί καλά το δείγμα.
- 3) Το δείγμα μεταφέρθηκε σε ογκομετρική φιάλη των 200 mL και προστέθηκαν 10 mL από το διάλυμα 10% $\text{ZnSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$ και αναδεύθηκε. Συμπληρώθηκε με απιονισμένο νερό μέχρι όγκου 200 mL.

- 4) Ακολούθησε διήθηση με ηθμό No 42.
- 5) Προστέθηκαν εις τριπλούν 1 mL από το διήθημα και 1 mL από το διάλυμα φαινόλης 5% σε δοκιμαστικό σωλήνα και αναδεύθηκαν.
- 6) Με αυτόματο δοσομετρητή προστέθηκαν 5 mL πυκνό H_2SO_4 με γρήγορη ταχύτητα (σε $\frac{1}{2}$ - 1 sec) στα τοιχώματα του δοκιμαστικού σωλήνα και όχι απ' ευθείας μέσα στο διάλυμα και ανακινήθηκαν.
- 7) Στη συνέχεια οι δοκιμαστικοί σωλήνες τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο των 100°C για 10 min.
- 8) Οι δοκιμαστικοί σωλήνες ψύχθηκαν σε υδατόλουτρο στους $15^\circ - 20^\circ\text{C}$ για 5 min.
- 9) Μετρήθηκε απορρόφηση για κάθε σωλήνα στα 490 nm έχοντας χρησιμοποιήσει ως υγρό μηδενισμού το τυφλό από την πρότυπη καμπύλη.
- 10) Παράλληλα ετοιμάστηκαν τα δείγματα λακτόζης, περιοχής συγκέντρωσης από 0 – 200 $\mu\text{g/mL}$. Επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία από το στάδιο 6 μετρήθηκαν οι απορροφήσεις και δημιουργήθηκε η πρότυπη καμπύλη.
- 11) Από την πρότυπη καμπύλη και βάσει των απορροφήσεων για το δείγμα μας, υπολογίστηκε αρχικά η συγκέντρωση 1mL διηθήματος.

Υπολογισμοί

Διαιρώντας δια 100 την τιμή συγκέντρωσης που προκύπτει για όλο το δείγμα, υπολογίζουμε την % περιεκτικότητα λακτόζης στο τυρί.

ΣΤ) Προσδιορισμός πτητικών ενώσεων

- Οι πτητικές ενώσεις του τυριού φέτα προσδιορίστηκαν με την τεχνική της μικροεκχύλισης στερεάς φάσης (SolidPhaseMicroextraction) σε συνδυασμό με αέρια χρωματογραφία-φασματοσκοπία μαζών (GC/MS) και με τη χρήση της ίνας Divinylbenzene/Carbonxen/Polydimethylsiloxane (DVB/CAR/PDMS, Supelco) 2 cm 50/30 μm (Αέριος χρωματογράφος 7890A, Agilent Technologies-φασματογράφος μάζας 5975C, inert XLMSD, Agilent Technologies).

- Σε γυάλινο φιαλίδιο των 20 mL(διαστάσεων 72 x 20 mm.) μεταφέρθηκαν 3g τυριού τριμμένου, το οποίο είχε αποθηκευτεί στους -18 °C και 10 μ Lεσωτερικού προτύπου 4 μεθυλ-2- πεντανόνη.
- Το φιαλίδιο σφραγίστηκε αεροστεγώς με πώμα (septum), επικαλυμμένο με πολύτετραφθοροαιθυλένιο (teflon), ενσωματωμένο σε καπάκι αλουμινίου (crimpcap).
- Το σφραγισμένο φιαλίδιο που περιείχε το τυρί τοποθετήθηκε σε υδατόλουτροθερμοστατούμενο στους 50 °C.
- Το δείγμα αφέθηκε για 15 min, ώστε να επιτευχθεί εξισορρόπηση της θερμοκρασίας. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι ο χρόνος που απαιτείται, για να έλθει το σύστημα σε ισορροπία είναι πολύ σημαντικός για την εκχύλιση. Ο χρόνος επίτευξης ισορροπίας πρέπει να είναι τέτοιος, ώστε το σύστημα να έχει ομοιόμορφη θερμοκρασία, έτσι ώστε να μπορέσουν να ελευθερωθούν και οι λιγότερο πτητικές ουσίες και να περάσουν στον υπερκείμενο χώρο. Με αυτόν τον τρόπο τα αποτελέσματα της εκχύλισης είναι αντιπροσωπευτικά του δείγματος. Αν η ίνα εκτεθεί στον υπερκείμενο χώρο πριν έλθει το σύστημα σε ισορροπία, τότε είναι δυνατό να επέλθει κορεσμός της ίνας από τις περισσότερες πτητικές ουσίες στην αρχή της εκχύλισης. Έτσι δεν θα μπορούν να εκχυλιστούν οι λιγότερο πτητικές ενώσεις (Quechetal., 1999).
- Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας στο σύστημα, έγινε εισαγωγή της σύριγγας στο εσωτερικό του φιαλιδίου. Έγινε προσπάθεια η ίνα να βρίσκεται σε σταθερό ύψος μέσα στο φιαλίδιο, έτσι ώστε να υπάρχει επαναληψιμότητα.
- Μετά από χρόνο έκθεσης 30 min, η ίνα απομακρύνθηκε από το φιαλίδιο και εισήχθηαμέσως στον θάλαμο εξαέρωσης (Injectorport) του αέριου χρωματογράφου.
- Ακολούθησε αεριοχρωματογραφική ανάλυση των προσροφημένων ενώσεων.

Η ταυτοποίηση των κορυφών πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια της βιβλιοθήκης φασμάτων μαζών Wiley καθώς και με τον υπολογισμό δεικτών κατακράτησης (retention indices) με την έγχυση μίγματος υδρογονανθράκων C6-C20 κάτω από τις ίδιες χρωματογραφικές συνθήκες με τα δείγματα τυριού.

Αεριοχρωματογραφικές συνθήκες:

- Θερμοκρασία εγχυτή: 250 °C
- Στήλη: DB-5MS, 60m x 0,32 mm i.d. x 1μm (πολική στήλη)
- Θερμοκρασιακό πρόγραμμα: 40 °C για 5min, άνοδος της θερμοκρασίας 5°C/s μέχρι τους 170 °C και έπειτα 10 °C/s μέχρι τους 260 °C, όπου έμεινε για 2min.
- Θερμοκρασία γραμμής μεταφοράς (transferline): 250°C
- Φέρον αέριο: ήλιο (He) με ταχύτητα ροής 1,5mL/min
- Μέθοδος: split με λόγο 2/1
- Συνθήκες φασματογράφου μαζών:
 - Ανιχνευτής: MS Source: 230 °C, MS Quadrapole, 150 °C
 - Εύρος μαζών σάρωσης (massrange): $m/z = 29-300$
 - Scan/s: 3.

Οι παραπάνω συνθήκες ήταν το αποτέλεσμα βελτιστοποίησης μέσω διαδοχικών δοκιμών.

Z) Προσδιορισμός των ιδιοτήτων της υφής

- Η αξιολόγηση των ιδιοτήτων μακροδομής των τυριών πραγματοποιήθηκε με τη χρήση μηχανικού αναλυτή μεγάλων παραμορφώσεων (InstrontextureAnalyzer, montelo 4411), εφοδιασμένου με έμβολο διαμέτρου 35 mm.
- Από κάθε μπλοκ τυριού πάρθηκαν δείγματα τυριού σε θερμοκρασία 4°C σχήματος κύβου ακμής 20 mm με τη βοήθεια κατάλληλου κυβοειδούς ανοξείδωτου καλουπιού. Η δειγματοληψία έγινε από όλα τα σημεία του τυριού, προκειμένου να υπάρξει αντιπροσωπευτική εικόνα του δείγματος.
- Αμέσως μετά τον τεμαχισμό, τα δείγματα περιτυλίχτηκαν αεροστεγώς με πλαστική μεμβράνη και αφέθηκαν να αποκτήσουν θερμοκρασία δωματίου (περίπου 20 °C), στην οποία πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις. Ο αριθμός των μετρήσεων των δειγμάτων στο καθένα τυρί ανήλθε στις 10, προκειμένου να πετύχουμε μια αντιπροσωπευτικό δείγμα.
- Στα δείγματα εφαρμόστηκε η αξονική συμπίεση των δειγμάτων για ένα κύκλο κατά τη διάρκεια του οποίου καταγράφηκε η τυπική καμπύλη δύναμης - χρόνου.
- Οι συνθήκες που εφαρμόστηκαν ήταν:

- Compressiveload 50 kg
- Crossheadspeed 30 mm/min και

Η παραμόρφωση του δείγματος μετά τη συμπίεση αντιστοιχεί στο 70% του αρχικού ύψους του δοκιμίου.

Οργανοληπτική εξέταση

Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τυριών εξετάστηκαν στο διάστημα από την 1η ημέρα μέχρι το τέλος του πειράματος (την 100η ημέρα), όπου το τυρί θεωρείται πλέον ώριμο, σύμφωνα με τις οδηγίες της Διεθνούς Ομοσπονδίας Γάλακτος (IDF, 1987). Η ομάδα της οργανοληπτικής εξέτασης απαρτιζόταν από συνολικό αριθμό 7 εκπαιδευμένων κριτών, μελών ΔΕΠ και μεταπτυχιακών φοιτητών του Εργαστηρίου Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, καθώς και εργαζομένων του Τμήματος Ποιοτικού Ελέγχου της ΔΩΔΩΝΗΣ Α.Ε. (Descriptive testing). Οι δοκιμαστές βαθμολόγησαν τα τυριά, όσον αφορά την υφή – δομή, το χρώμα, την οσμή - άρωμα και τη γεύση, χρησιμοποιώντας βαθμολογική κλίμακα 0 έως 5, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Κλίμακα αξιολόγησης γαλακτοκομικών προϊόντων (IDF, 1987).

5 - Πολύ καλή, σύμφωνα με τα προκαθορισμένα οργανοληπτικά πρότυπα .
4 - Καλή συμφωνία με τα προκαθορισμένα οργανοληπτικά πρότυπα.
3 - Μέτρια συμφωνία με τα προκαθορισμένα οργανοληπτικά πρότυπα.
2 - Φτωχή συμφωνία με τα προκαθορισμένα οργανοληπτικά πρότυπα.
1 - Πολύ φτωχή συμφωνία με τα προκαθορισμένα οργανοληπτικά πρότυπα.
0 - Ακατάλληλο για κατανάλωση.

Όταν η βαθμολόγηση είναι 3, 2, 1, τότε πρέπει ο δοκιμαστής να δώσει χαρακτηρισμό του ελαττώματος. Τα σημαντικότερα ελαττώματα των τυριών, όπως ορίζονται και στις οδηγίες της Διεθνούς Ομοσπονδίας Γάλακτος (IDF, 1987) δίνονται στον Πίνακα 2. Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στα χαρακτηριστικά της γεύσης - οσμής και της υφής- δομής παρά στην εμφάνιση του τυριού, σύμφωνα με τις οδηγίες της Διεθνούς Ομοσπονδίας Γάλακτος (IDF, 1987). Κατά τη διάρκεια της οργανοληπτικής εξέτασης, οι δοκιμαστές εργάστηκαν σε ξεχωριστούς θαλάμους χωρίς επικοινωνία μεταξύ τους και χωρίς να επηρεάζει ο ένας τον

άλλον. Κάθε δείγμα και κάθε χαρακτηριστικό αξιολογήθηκε χωριστά από τα άλλα. Επιπλέον, λήφθηκε υπόψη πως οι κριτές δεν θα πρέπει να έχουν καταναλώσει πριν την εξέταση αλκοόλ, τρόφιμα με πολλά μπαχαρικά και δεν θα πρέπει να έχουν καπνίσει. Επίσης, ο αριθμός των αξιολογούμενων δειγμάτων δεν θα πρέπει να είναι πολύ μεγάλος. Η οργανοληπτική εξέταση πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Υφή - δομή: εκτιμάται με την αφή, ειδικά μέσω του δέρματος και των μυών του στόματος και των δακτύλων.
- Χρώμα: εκτιμάται με την αίσθηση της όρασης.
- Οσμή / άρωμα – γεύση: η οσμή / άρωμα εκτιμάται, μυρίζοντας το δείγμα και για την εκτίμηση της γεύσης μασώνται μικρά τεμάχια τυριού

Πίνακας2:Ελαττώματα τυριών (IDF, 1987).

Εμφάνιση Εξωτερική (AppearanceExterior)		Εμφάνιση (AppearanceInterior)		Δομή/Υφή (Consistency/texture)	Οσμή/άρωμα- Γεύση (Flavour)
Σχήμα	Πολύ επίπεδο Πολύ υψηλό Παραμορφωμένο Φουσκωμένο Κεκλιμένο	Ανοίγματα	Κανένα Λίγα Πολλά Μικρά σαν από Καρφίτσες Μεγάλα σαν φουσκάλες Μη τυπικά Με ρωγμές Ανομοιόμορφα Υαλώδη Σαν φωλιά Ανομοιόμορφα Κατανεμημένα Μουχλιασμένα Κηλίδες σαπίσματος Ξένα υλικά	Σκληρή Σφιχτή Τραχιά Με σβώλους Με θρόμβους Με σπόρους Βραχεία Εύθραυστη Άκαμπτη Αλευρώδης Σαν κιμωλία Σαν φελλός Κολλώδης Μακριά Ελαστική Λεία Μαλακή Σαν ζάχαρη Παχύρευστη και κολλώδης	Μη καθαρή (unclean) Ξένη (foreign) Μη χαρακτηριστική (noncharacteritic) Γεύση τάγγισης (rancid) Γεύση λίπους (tallowy) Σαπωνώδης(soapy) Γεύση σάπιου (putrid) Γεύση αμμωνίας (ammoniacal) Άνοστη (Flat) Οξεία (Sharp) Γλυκιά (sweet) Πικρή (bitter) Δριμεία (Harsch) Αλμυρή (salty) Μεταλλική (metallic) Χημική (Chemical) Θειώδης (Sulphite) Γεύση
Επι- δερμίδα	Χονδρός Λεπτός Σκληρός Ανομοιόμορφος Σκισμένος Υγρός Σάπιος Με ζάρες			Νερουλή Σώζουσα Σπογγώδης Με διαδοχικά επίπεδα Ανομοιόμορφη	

	Με κηλίδες κηλίδες μούχλας				μπαγιάτικου {stalle} Γεύση καμένου (burnt) Γεύση ζυμωμένου (fermented) Γεύση μαγιάς (yeasty) Γεύση βουτυρικού οξέος (butyric acid) Γεύση άχυρου (freezy) Φρουτώδης (fruity) Εστερική γεύση (Ester) Γεύση ξύλου (woody)
Χρώμα	Δίχρωμο Δίχρωμο Σαν μάρμαρο Με κηλίδες Με βούλες Θαμπό Πεπλατυσμένο Κυρτό Ανομοιόμορφο				

III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στατιστική επεξεργασία

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε μία φορά σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο (άνοιξη 2020). Σε κάθε δοκιμή, συλλέχθηκαν 3 δείγματα, 1 από την επιφάνεια, 1 από τη μέση και ένα από το τέλος και για τα 3 υλικά συσκευασίας (διπλά δείγματα για κάθε υλικό συσκευασίας $\times$ 3 δείγματα $\times$ 3 υλικά συσκευασίας $\times$ 7 ημέρες δειγματοληψίας = 126 δείγματα). Για κάθε ένα δείγμα οι προσδιορισμοί πραγματοποιήθηκαν εις διπλούν ($n = 3 \times 2 = 6$). Τα δεδομένα υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) χρησιμοποιώντας το λογισμικό SPSS (version 27). Διαφορές μεταξύ των μέσων όρων πολλαπλών μεταβλητών αναλύθηκαν με two-way ANOVA. Στατιστικά σημαντικές διαφορές θεωρήθηκαν για $p < 0,05$.

1. Χημική σύσταση γάλακτος

Η χημική σύσταση του αιγοπρόβειου γάλακτος (70 % πρόβειο/30 % γίδινο) που χρησιμοποιήθηκε στην τυροκόμηση είχε ως εξής:

Λίπος: 6,1%

Πρωτεΐνη: 5,58%

Λακτόζη: 5,03%

pH: 6,65

Οξύτητα: 8,2

2. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά

Στους παρακάτω πίνακες δίνονται τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών, όπου θα συγκρίνουμε τη 1^η και την 60^η μέρα που είναι η ελάχιστη περίοδος ωρίμανσης που απαιτείται για να διατεθεί η φέτα στο εμπόριο.

Πίνακας 1. Τιμές Λίπους, Υγρασίας και Πρωτεΐνης τυριού φέτας συναρτήσει του υλικού συσκευασίας και του χρόνου ωρίμανσης

ΗΜΕΡΑ	%ΛΙΠΟΣ			%ΥΓΡΑΣΙΑ			%ΠΡΩΤΕΪΝΗ		
	ΒΑΡΕΛΙ	ΔΟΧΕΙΟ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ	ΒΑΡΕΛΙ	ΔΟΧΕΙΟ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ	ΒΑΡΕΛΙ	ΔΟΧΕΙΟ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ
1	21,5±0,0 ^{a, A}	21,0±0,5 ^{a, A}	21,0±0,5 ^{a, A}	57,9±0,2 ^{c, A}	58,2±0,9 ^{c, A}	58,2±0,2 ^{d, A}	16,4±0,1 ^{a, A}	16,4±0,1 ^{a, A}	16,2±0,1 ^{a, A}
2	23,0±0,5 ^{b, A}	23,5±0,0 ^{a,b, A}	23,0±0,5 ^{b, A}	56,2±0,3 ^{c, A}	56,4±0,3 ^{b,c, A}	56,3±0,2 ^{c, A}	17,7±0,1 ^{b, A}	17,7±0,1 ^{b, A}	17,6±0,1 ^{b, A}
7	24,8±0,8 ^{c, B}	23,3±0,3 ^{b, A}	24,3±0,3 ^{c, A,B}	53,1±0,3 ^{b, A}	53,4±1,3 ^{a, A}	54,5±1,6 ^{b,c, A}	18,6±0,1 ^{c, A}	18,5±0,0 ^{c, A}	18,8±0,2 ^{c, A}
40	25,0±0,3 ^{c, A}	24,2±0,6 ^{b, A}	25,0±0,5 ^{c, A}	52,5±0,3 ^{a,b, A}	53,4±0,4 ^{a, A}	52,8±0,2 ^{a,b, A}	19,0±0,1 ^{d, A}	18,8±0,0 ^{d, A}	19,0±0,2 ^{c, A}
60	24,5±0,5 ^{c, A}	24,0±0,9 ^{b, A}	24,7±0,3 ^{c, A}	52,9±1,4 ^{a,b, A}	53,1±0,7 ^{a, A}	53,0±0,1 ^{a,b, A}	18,9±0,1 ^{d, A}	18,9±0,1 ^{d, A}	19,1±0,1 ^{c,d, A}
80	24,5±0,5 ^{c, A}	23,3±0,8 ^{b, A}	24,7±0,3 ^{c, A}	52,4±0,3 ^{a,b, A}	53,4±0,5 ^{a,b, A}	52,7±0,1 ^{a,b, A}	18,6±0,1 ^{c, A}	18,4±0,1 ^{c, A}	18,7±0,2 ^{c, A}
100	25,2±0,3 ^{c, B}	23,5±0,9 ^{b, A}	25,0±0,5 ^{c, A,B}	52,1±0,2 ^{a, A}	52,2±0,6 ^{a, A}	52,4±0,1 ^{a, A}	18,9±0,2 ^{d, A}	18,8±0,1 ^{d, A}	19,1±0,3 ^{d, A}

^{a,b,c,....} Διαφορετικοί εκθέτες σε κάθε στήλη σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p<0.05$) (συναρτήσει του χρόνου)

^{A,B,C,....} Διαφορετικοί εκθέτες σε κάθε σειρά σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (συναρτήσει της επεξεργασίας) για κάθε παράμετρο.

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι η υγρασία επηρεάστηκε σημαντικά από το χρόνο ωρίμανσης αλλά όχι από το υλικό συσκευασίας. Μειώθηκε με την πάροδο του χρόνου από 58,2% (1^η μέρα) σε 52,91% (60^η μέρα), καθώς κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης το αλάτι διεισδύει στη μάζα του τυριού με αποτέλεσμα να αποβάλλεται η υγρασία (Moatsou, 2002). Σύμφωνα με τον Guinee (2004), η απώλεια της υγρασίας κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης είναι περίπου διπλάσια από την ποσότητα του NaCl που έχει εισχωρήσει στη μάζα του τυριού, σε αναλογία με τα μοριακά μεγέθη των δύο ενώσεων.

Το λίπος και στα τρία υλικά συσκευασίας επηρεάστηκε σημαντικά από τον χρόνο ωρίμανσης αλλά όχι από το υλικό συσκευασίας. Όπως προαναφέρθηκε με την πάροδο της ωρίμανσης παρουσιάζεται πτώση της υγρασίας της φέτας με αποτέλεσμα να αυξάνονται τα στερεά συστατικά και κατ' επέκταση το λίπος. Πιο συγκεκριμένα, το λίπος αυξήθηκε από 21,0% (ημέρα 1) έως 24,7% (ημέρα 60).

Όσον αφορά την πρωτεΐνη, επηρεάστηκε σημαντικά από το χρόνο ωρίμανσης αλλά όχι από το υλικό συσκευασίας. Αυξήθηκε από 16,24% (ημέρα 1) σε 19,11% (ημέρα 60). Η εξήγηση είναι ακριβώς η ίδια με αυτή του λίπους, καθώς με την πάροδο της ωρίμανσης έχουμε πτώση της υγρασίας, άρα και αύξηση των στερεών συστατικών οπότε και της πρωτεΐνης.

Πίνακας 2. Τιμές pH, Λακτόζης και Αλατιού τυριού φέτας συναρτήσει του υλικού συσκευασίας και του χρόνου ωρίμανσης

ΗΜΕΡΑ	pH			%ΛΑΚΤΟΖΗ			%ΑΛΑΤΙ		
	ΒΑΡΕΛΙ	ΔΟΧΕΙΟ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ	ΒΑΡΕΛΙ	ΔΟΧΕΙΟ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ	ΒΑΡΕΛΙ	ΔΟΧΕΙΟ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ
1	4,84±0,02 ^{d, A}	4,85±0,02 ^{c, A}	4,84±0,02 ^{b, A}	0,64±0,06 ^{b, A}	0,83±0,19 ^{b, A}	0,78±0,30 ^{b, A}	1,28±0,06 ^{a, A}	1,45±0,55 ^{a, A}	1,34±0,03 ^{a, A}
2	4,76±0,01 ^{c, A}	4,77±0,01 ^{b, A}	4,77±0,03 ^{b, A}	0,60±0,02 ^{b, A}	0,72±0,03 ^{b, A}	0,65±0,17 ^{b, A}	1,30±0,05 ^{a, A}	1,52±0,02 ^{a, B}	1,36±0,06 ^{a, A}
7	4,47±0,01 ^{b, B}	4,40±0,03 ^{a, A}	4,42±0,03 ^{a, A, B}	0,18±0,05 ^{a, A}	0,23±0,03 ^{a, A}	0,16±0,17 ^{a, A}	1,81±0,06 ^{b, A}	1,71±0,19 ^{a, b, A}	1,63±0,05 ^{b, A}
40	4,41±0,01 ^{a, b, A}	4,38±0,02 ^{a, A}	4,40±0,06 ^{a, A}	0,20±0,04 ^{a, A}	0,24±0,04 ^{a, A}	0,21±0,09 ^{a, A}	1,86±0,05 ^{b, A}	1,74±0,37 ^{a, b, A}	1,81±0,03 ^{c, A}
60	4,40±0,04 ^{a, b, A}	4,36±0,02 ^{a, A}	4,38±0,02 ^{a, A}	0,14±0,04 ^{a, A}	0,22±0,05 ^{a, A}	0,19±0,01 ^{a, A}	2,24±0,05 ^{c, B}	2,00±0,10 ^{a, b, A}	1,93±0,05 ^{d, A}
80	4,38±0,05 ^{a, A}	4,35±0,03 ^{a, A}	4,38±0,02 ^{a, A}	0,16±0,04 ^{a, A}	0,24±0,04 ^{a, B}	0,20±0,02 ^{a, A}	2,27±0,05 ^{c, B}	2,23±0,22 ^{b, B}	1,94±0,03 ^{d, A}
100	4,38±0,02 ^{a, A}	4,34±0,04 ^{a, A}	4,37±0,02 ^{a, A}	0,11±0,03 ^{a, A}	0,29±0,05 ^{a, B}	0,21±0,02 ^{a, B}	2,28±0,05 ^{c, A}	2,29±0,38 ^{a, b, A}	2,03±0,04 ^{d, A}

^{a, b, c, ...} Διαφορετικοί εκθέτες σε κάθε στήλη σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) (συναρτήσει του χρόνου)

^{A, B, C, ...} Διαφορετικοί εκθέτες σε κάθε σειρά σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (συναρτήσει της επεξεργασίας) για κάθε παράμετρο

Το **pH** δεν επηρεάστηκε από το υλικό συσκευασίας αλλά επηρεάστηκε σημαντικά από το χρόνο ωρίμανσης μεταξύ της 1^{ης} και 60^{ης} ημέρας. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης μειώθηκε από 4,84 (ημέρα 1) μέχρι 4,40 (ημέρα 60). Η πτώση του pH οφείλεται στη σταδιακή διάσπαση της λακτόζης για το σχηματισμό γαλακτικού οξέος. Η ανάπτυξη του γαλακτικού οξέος παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην παρασκευή λευκών τυριών άλμης, εξαιτίας της ανασταλτικής δράσης του έναντι διάφορων ανεπιθύμητων μικροοργανισμών, καθώς και την εξασφάλιση της σταθερότητας του πήγματος (Bintsis και Papademas, 2002).

Η **λακτόζη** επηρεάστηκε και αυτή σημαντικά από το χρόνο ωρίμανσης αλλά όχι από το υλικό συσκευασίας. Ελαττώθηκε από 0,83%(ημέρα 1) and 0,14% (ημέρα 60). Το αποτέλεσμα αυτό έρχεται σε πλήρη συμφωνία με τις τιμές pH καθώς η λακτόζη μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ με συνέπεια την πτώση της τιμής της.

Το **αλάτι** επηρεάστηκε σημαντικά και από το χρόνο ωρίμανσης αλλά και από το υλικό συσκευασίας. Αυξήθηκε από 1,28% (ημέρα 1) σε 2,24% (ημέρα 60), καθώς το αλάτι διεισδύει στη μάζα του τυριού με την πάροδο της ωρίμανσης. Η φέτα που ωρίμασε στο ξύλινο βαρέλι είχε μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε NaCl από το λευκοσιδηρό δοχείο και την ανοξείδωτη δεξαμενή, το οποίο πιθανόν να οφείλεται στις διαφορετικές μεθόδους αλάτισης, καθώς στο βαρέλι χρησιμοποιήθηκε ξηρή αλάτιση όπου είναι πιο δραστική από την άλμη.

Πίνακας 3. Τιμές %TN, %WSN, %TCA και %PTA τυριού φέτας συναρτήσει του υλικού συσκευασίας και του χρόνου ωρίμανσης

HMEPA	%TN			%WSN			%TCA			%PTA		
	BAPEAI	ΔΟΧΕΙΟ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ	BAPEAI	ΔΟΧΕΙΟ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ	BAPEAI	ΔΟΧΕΙΟ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ	BAPEAI	ΔΟΧΕΙΟ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ
1	2,57±0,02 ^{a,A}	2,56±0,02 ^{a,A}	2,54±0,02 ^{a,A}	9,74±0,07 ^{a,A}	9,45±0,15 ^{a,A}	9,71±0,03 ^{a,A}	6,22±0,04 ^{a,A}	6,15±0,01 ^{a,A}	6,24±0,05 ^{a,A}	0,98±0,01 ^{a,A}	0,91±0,03 ^{a,A}	0,97±0,03 ^{a,A}
2	2,78±0,04 ^{b,A}	2,81±0,06 ^{b,c,A}	2,77±0,02 ^{b,A}	9,93±0,04 ^{b,B}	9,52±0,18 ^{a,A}	9,77±0,12 ^{a,b,A,B}	6,53±0,11 ^{b,A}	6,25±0,08 ^{a,A}	6,49±0,07 ^{b,A}	1,07±0,03 ^{b,A}	0,99±0,02 ^{b,A}	1,04±0,03 ^{a,A}
7	2,91±0,05 ^{c,A}	2,9±0,04 ^{c,d,A}	2,95±0,04 ^{c,d,A}	9,96±0,03 ^{b,A}	9,79±0,17 ^{a,b,A}	9,90±0,03 ^{b,c,A}	6,95±0,17 ^{c,A}	6,54±0,12 ^{b,A}	7,01±0,04 ^{c,A}	1,20±0,02 ^{c,A}	1,12±0,03 ^{c,A}	1,17±0,04 ^{b,A}
40	2,98±0,04 ^{c,A}	2,94±0,01 ^{c,A}	2,97±0,03 ^{c,d,A}	10,25±0,06 ^{c,A}	9,89±0,16 ^{b,A}	10,00±0,03 ^{c,d,A}	7,98±0,06 ^{d,A}	7,54±0,20 ^{c,A}	7,93±0,03 ^{d,A}	1,44±0,01 ^{d,A}	1,40±0,03 ^{d,A}	1,41±0,01 ^{c,A}
60	2,97±0,02 ^{c,A}	2,96±0,01 ^{c,A}	3,00±0,02 ^{c,d,A}	10,49±0,03 ^{d,A}	10,01±0,06 ^{b,A}	10,07±0,04 ^{d,A}	8,31±0,04 ^{e,A}	8,22±0,09 ^{d,A}	8,29±0,04 ^{e,A}	1,62±0,04 ^{e,A}	1,55±0,02 ^{e,A}	1,58±0,03 ^{d,A}
80	2,91±0,01 ^{c,A}	2,81±0,01 ^{b,c,A}	2,93±0,02 ^{c,A}	11,11±0,06 ^{e,A}	10,75±0,07 ^{c,A}	10,37±0,04 ^{e,A}	8,91±0,05 ^{f,A}	8,78±0,03 ^{e,A}	8,86±0,05 ^{f,A}	1,83±0,06 ^{f,A}	1,76±0,03 ^{f,A}	1,79±0,02 ^{e,A}
100	2,97±0,05 ^{c,A}	2,79±0,06 ^{b,A}	3,00±0,03 ^{d,A}	11,29±0,05 ^{f,A}	11,08±0,07 ^{c,A}	11,00±0,06 ^{f,A}	9,68±0,04 ^{g,A}	9,40±0,02 ^{f,A}	9,20±0,03 ^{g,A}	1,97±0,02 ^{g,A}	1,94±0,04 ^{g,A}	1,92±0,03 ^{f,A}

a,b,c Διαφορετικοί εκθέτες σε κάθε στήλη σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p<0.05$)(συναρτήσει του χρόνου)

A,B,C,... Διαφορετικοί εκθέτες σε κάθε σειρά σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (συναρτήσει της επεξεργασίας) για κάθε παράμετρο

Το **%TN** δεν επηρεάστηκε από το υλικό συσκευασίας αλλά επηρεάστηκε σημαντικά από το χρόνο ωρίμανσης. Οι τιμές του %TN αυξήθηκαν από 2,54% (μέρα 1) σε 3,00% (μέρα 60) γεγονός που έρχεται σε συμφωνία με την πτώση της υγρασίας και την αντίστοιχη αύξηση της πρωτεΐνης.

Το **%WSN** επηρεάστηκε σημαντικά από το χρόνο ωρίμανσης, αλλά όχι από το υλικό συσκευασίας. Με το πέρασμα της ωρίμανσης του τυριού η %WSN αυξήθηκε εξαιτίας της σταδιακής διάσπασης των πρωτεϊνών και κυμάνθηκε από 9,45% (ημέρα 1) έως 10,49% (ημέρα 60). Το κλάσμα WSN περιέχει πρωτεΐνες γάλακτος, πρωτεάση-πεπτόνη (διαλυτές πρωτεΐνες, πεπτίδια, αμινοξέα, αμίνες, ουρία, αμμωνία), χαμηλού μοριακού βάρους πεπτίδια

(<15000 Dalton μοριακή μάζα) που προέρχονται από την υδρόλυση της καζεΐνης. Σύμφωνα με τους Roseiro et al., (2003) οι ενώσεις διαλυτού αζώτου παράγονται κυρίως από τη δράση της πυτιάς.

Το **%TCA** επηρεάστηκε σημαντικά από το χρόνο ωρίμανσης, αλλά όχι από το υλικό συσκευασίας. Αυξήθηκε εξαιτίας της σταδιακής διάσπασης των πρωτεϊνών από 6,15% (ημέρα 1) έως 8,31% (ημέρα 60). Το μεγαλύτερο μέρος του υδατο-διαλυτού αζώτου αποτελείται από άζωτο που είναι διαλυτό σε 12% τριχλωροξικό οξύ (TCA), που αντιστοιχεί σε μεσαίου και μικρού μεγέθους (600-15000 Dalton μοριακό βάρος) πεπτίδια με 22 αμινοξέα (Moatsou et al., 2002). Οι Fox et al., (1993), ανέφεραν ότι πυτιά, οι βακτηριακές πρωτεΐνες και πεπτιδάσες είναι υπεύθυνες για το σχηματισμό κάποιων ενώσεων διαλυτών σε 12% TCA.

Τέλος, το **%PTA** επηρεάστηκε κι αυτό σημαντικά από το χρόνο ωρίμανσης, αλλά όχι από το υλικό συσκευασίας. Ακολούθησε την ίδια τάση με το %WSN και το %TCA και κυμάνθηκε από 0,91% (ημέρα 1) έως 1,62% (ημέρα 60). Το %PTA αποτελείται από αμινοξέα και πεπτίδια με μοριακό βάρος <600 Dalton, που είναι διαλυτά και είναι άμεσα συνδεδεμένα με την ηλικία και την ένταση της γεύσης του τυριού (Moatsou et al., 2002).

Η μόνη σχετική μελέτη στη βιβλιογραφία Kondyli et al., (2012), διερεύνησε την επίδραση του υλικού συσκευασίας (ξύλινο βαρέλι και λευκοσιδηρό δοχείο) στις φυσικοχημικές παραμέτρους του τυριού φέτα που παρασκευάστηκε από 100 % πρόβειο γάλα χρησιμοποιώντας συνδυασμό (α) κανονική καλλιέργεια εκκίνησης (*Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*) και (β) παραδοσιακή πυτιά κατσικιών και αρνιών. Αυτοί οι ερευνητές ανέφεραν χαμηλότερη υγρασία και υψηλότερη περιεκτικότητα σε λιπαρά για το τυρί φέτα συσκευασμένο σε ξύλινα βαρέλια σε σύγκριση με το λευκοσιδηρό δοχείο. Η φέτα, ωστόσο, σε βαρέλια είχε χαμηλότερη περιεκτικότητα σε αλάτι από τα τυριά φέτα που είναι αποθηκευμένα σε λευκοσιδηρό δοχείο και παρόμοια περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στις 60 ημέρες αποθήκευσης (ελάχιστη περίοδος ωρίμανσης σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων, 1998). Οι ερευνητές δεν ανέφεραν καμία επίδραση του υλικού συσκευασίας στους δείκτες πρωτεόλυσης. Όλες οι τιμές φυσικοχημικών παραμέτρων που αναφέρονται στην παρούσα μελέτη συμφωνούν γενικά με αυτές των Katsiari et al., (2002), Moatsou et al., (2004) για τυρί φέτα, Sahingil et al., (2014) για αγελαδινά τυριά άλμης. Zaravela et al., (2021) για το

πλήρες και με μειωμένο λίπος κατσικίσιο τυρί άλμης και Plessas et al., (2022) για πρόβεια τυριά άλμης. Οι διαφορές μεταξύ των μελετών, ιδίως εκείνων στα κλάσματα πρωτεόλυσης μπορεί να σχετίζονται με την προσθήκη διαφορετικής πυτιάς, τη χρήση διαφορετικού τύπου γάλακτος (100 % πρόβειο) και μικρές διαφορές στη διαδικασία παρασκευής τυριού.

Πτητικές ενώσεις τυριού φέτας

Οι πτητικές ενώσεις τυριών που συσκευάστηκαν στα τρία υλικά συσκευασίας την ημέρα 1, 7, 40, 60, 80 και 100 δίνονται στους Πίνακες 1-3:

Πίνακας 4. Πτητικές ενώσεις τυριού Φέτα (μg/kg) που συσκευάστηκε σε ξύλινο βαρέλι, κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης.

Ενώσεις	R _{πειρ} .*	R _{βιβλ.} .*	Ημέρες						
			1	2	7	40	60	80	100
Αλκοόλες									
αιθανόλη	<500	427	80,9±6,7 ^a	μ.α.	112,2±37,8 ^b	1500,4±493,3 ^c	1533,7±105,6 ^c	1468,5±590,6 ^c	1538,3±77,8 ^c
1-προπανόλη	538	554	μ.α.	μ.α.	14,5±5,2 ^b	8,3 ±2,3 ^a	μ.α.	μ.α.	μ.α.
1-βουτανόλη	649	669	46,7±12,7 ^b	15,8±7,4 ^a	1382,9±185,8 ^d	341,5±62,1 ^c	362,6±143,0 ^c	392,3±158,3 ^c	333,9±35,8 ^c
1-βουτανόλη, 3-μεθυλ-2-μεθυλοβουταν-1-όλη	726	736	μ.α.	μ.α.	μ.α.	306,7±83,1 ^a	608,0±170,8 ^b	1058,9±223,6 ^c	523,8±209,1 ^b
1-πεντανόλη	730	748	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	35,1±10,9 ^a	63,1±10,4 ^b	64,2±5,6 ^b
1-εξανόλη	757	765	73,8±28,2 ^b	21,3±16,9 ^a	131,3±27,5 ^c	48,5±12,0 ^b	30,9±7,0 ^a	32,6±6,4 ^a	μ.α.
1-εξανόλη	859	862	34,4±15,5	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
Σύνολο			235,8±17,1	37,1±13,0	1640,9±95,8	2205,4±225,5	2570,3±110,4	3015,4±291,2	2460,2±113,0
Κετόνες									
2,3-βουτανεδιόνη	574	584	μ.α.	17,0±9,5	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
2-βουτανόνη, 3-υδροξυ-2-επτανόνη	703	717	253,6±39,9 ^c	164,5±85,0 ^c	103,8±10,6 ^b	48,9±14,6 ^a	190,4±48,0 ^c	31,8±5,0 ^a	28,4±9,2 ^a
	881	888	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	12,4±2,4	μ.α.	μ.α.
Σύνολο			253,6±39,9	181,5±60,5	103,8±10,6	48,9±14,6	202,8±34,0	31,8±5,0	28,4±9,2
Αλδεΐδες									
βουτανάλη, 3-μεθυλ-εξανάλη	645	650	μ.α.	μ.α.	μ.α.	8,3±4,4	μ.α.	μ.α.	μ.α.
2-εξανάλη	793	810	886,9±376,8 ^c	799,6±262,5 ^c	459,5±143,9 ^b	689,8±254,4 ^c	492,3±42,9 ^b	193,3±71,4	225,7±23,7 ^a
πεντανάλη	848	854	26,2±12,7 ^b	24,8±11,6 ^b	6,6±1,4 ^a	28,4±5,8 ^b	4,3±1,5 ^a	μ.α.	μ.α.
η-επτανάλη	690	695	59,7±16,5 ^b	43,6±8,2 ^b	17,2±2,8 ^a	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
οκτανάλη	895	899	478,0±226,0 ^d	484,0±190,1 ^d	269,6±25,3 ^c	359,9±147,1 ^{c,d}	192,7±33,3 ^b	122,1±28,0 ^a	88,6±16,3 ^a
εννεανάλη	997	1002	14,2±4,6	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
	1098	1104	μ.α.	32,5±8,2	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
Σύνολο			1465,0±196,7	1384,5±145,1	752,9±73,1	1086,4±147,0	689,3±19,2	315,4±54,2	314,3±20,3
Εστέρες									
οξικός, μεθυλεστέρας	515	522	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	49,3±12,8 ^b	27,9±8,3 ^a	18,7±3,3
οξικός, αιθυλεστέρας	601	614	μ.α.	μ.α.	μ.α.	172,9±63,6 ^a	285,0±32,6 ^b	228,1±98,9 ^{a,b}	196,4±55,6 ^a
βουτανικός, μεθ	713	735	440,1±91,2 ^a	403,9±78,0 ^a	548,0±164,2 ^b	415,5±116,3 ^a	627,0±96,6 ^b	892,6±150,8 ^c	333,0±98,6 ^a

υλεστέρας βουτανικός, αιθυ- λεστέρας	791	798	108,3±36,0 ^a	μ.α.	μ.α.	355,0±107,6 ^c	171,5±24,4 ^b	256,0±90,2 ^c	284,7±70,5 ^c
εξανικός, μεθυλεστέρας	791	798	368,3±51,8 ^a	518,2±28,7 ^b	477,4±226,3 ^b	654,9±127,0 ^c	608,9±52,0 ^c	639,3±257,7 ^c	347,0±125,8 ^a
βουτανικός, 2- μεθυλοπροπυλο- εστέρας	945	953	μ.α.	μ.α.	μ.α.	6,2±1,7	μ.α.	μ.α.	μ.α.
εξανικός, αιθυλε- στέρας	987	996	μ.α.	μ.α.	μ.α.	223,4±27,3 ^b	143,1±37,8 ^a	230,5±81,1 ^b	248,5±94,0 ^b
οκτανικός, αιθυλ- εστέρας	1184	1193	μ.α.	μ.α.	μ.α.	31,0±6,0 ^b	μ.α.	18,2±3,5 ^a	41,9±18,8 ^b
δεκανικός, μεθυλεστέρας	1318	1324	53,9±13,7	123,1±29,5	75,7±22,6 ^{a,b}	100,9±18,0 ^b	51,6±11,2 ^a	79,5±19,7 ^{a,b}	46,5±12,5 ^a
Σύνολο			970,6±55,9	1045,2±50,9	1101,1±162,0	1959,8±76,1	1936,4±46,9	2372,1±119,4	1516,7±73,3
Υδρογονάνθρακες									
κυκλοπεντάνιο	549	563	34,0±3,1 ^b	14,8±5,7	14,6±5,2 ^a	μ.α.	μ.α.	23,1±10,0 ^{a,b}	9,2±1,0 ^a
πεντάνιο, 3- μεθυλ- εξάνιο	564	570	12,3±1,7 ^b	5,1±0,8 ^a	5,1±1,5 ^a	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
	581	600	4501,2±311,1 ^e	3634,8±1220,0 ^{d,e}	2816,5±1106,9 ^d	1015,5±356,9 ^{b,c}	1165,4±259,8 ^c	683,9±105,4 ^b	114,5±21,1 ^a
κυκλοπεντάνιο, μεθυλ- επτάνιο	618	635	32,0±2,2 ^b	12,6±2,9 ^a	25,8±12,5 ^{a,b}	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
	692	700	μ.α.	μ.α.	μ.α.	144,4±27,7 ^b	μ.α.	μ.α.	12,6±2,2 ^a
βενζόλιο, αιθυλ- στυρόλιο	861	856	μ.α.	μ.α.	μ.α.	30,0±3,7	μ.α.	μ.α.	μ.α.
	892	895	55,7±10,6 ^c	μ.α.	10,3±1,9 ^b	57,1±14,0 ^c	7,1±1,2 ^a	11,0±1,1 ^b	μ.α.
βενζόλιο, 1- μεθύλιο	1026	1041	8,1±0,9 ^c	2,6±0,5 ^a	5,9±1,2 ^b	37,7±5,0 ^d	μ.α.	μ.α.	μ.α.
Σύνολο			4643,3±127,1	3669,9±545,6	2878,2±451,9	1284,7±160,2	1172,2±183,7	718,0±61,1	136,3±60,9
Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα									
οξκόοξύ	577	595	4,0±0,9 ^a	μ.α.	μ.α.	15,8±2,3	μ.α.	μ.α.	μ.α.
βουτανικό οξύ	780	784	24,1±11,8 ^a	395,9±27,9 ^c	2383,7±1246,2 ^d	2273,1±731,4 ^d	2153,2±624,1 ^d	218,6±78,7 ^b	1514,1±336,8 ^d
εξανικό οξύ	955	970	μ.α.	μ.α.	μ.α.	128,9±23,2	110,7±9,0 ^b	36,5±7,0 ^a	μ.α.
Σύνολο			28,1±8,4	395,9±27,9	2383,7±1246,2	2417,8±422,5	2263,9±441,5	255,1±55,9	1514,1±336,8
Τερπένια									
α-πινένιο	937	943	16,5±3,0 ^a	33,3±10,2 ^b	23,7±11,6 ^{a,b}	31,1±2,9 ^b	30,6±4,6 ^b	37,7±14,5 ^b	30,5±14,3 ^b
dl-λιμονένιο	1032	1039	22,6±1,2	3,7±0,4 ^a	7,6±1,3 ^b	47,2±8,4 ^d	μ.α.	μ.α.	μ.α.
Σύνολο			39,1±2,3	37,0±7,2	31,3±8,2	78,3±6,3	30,6±4,6	37,7±14,5	30,5±14,3
Φουράνια									
φουράνιο, 2- εθυλ-	692	706	μ.α.	13,8±3,8	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
φουράνιο, 2- πεντυλ-	985	998	μ.α.	2,6±0,5	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
Σύνολο			-	16,4±2,7	-	-	-	-	-
Σύνολο			7635,5±112,9	6767,5±270,5	8891,9±372,6	9081,3±193,8	8865,8±156,5	6745,5±159,8	6000,5±102,2

* Πειραματικές τιμές δεικτών Kovats με βάση τους υπολογισμούς που χρησιμοποιούν το πρότυπο μείγμα αλκανίων,** Δείκτες Kovats των ταυτοποιημένων ενώσεων σύμφωνα με τα δεδομένα της βιβλιογραφίας που αναφέρονται στη βιβλιοθήκη NIST-MS, "μ.α." μη ανιχνεύσιμο

Πίνακας 5, Πτητικές ενώσεις τυριού Φέτα (μg/kg) που συσκευάστηκε σε λευκοσιδηρό δοχείο, κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης.

Ενώσεις	R _{πειρ} , *	R _{ββλ} , **	Ημέρες						
			1	2	7	40	60	80	100
Αλκοόλες									
αιθανόλη	<500	427	80,3±16,1 ^a	53,3±16,5 ^a	120,3±24,7 ^b	291,3±67,0 ^c	957,8±211,7 ^d	1070,9±194,1 ^d	1024,7±388,1 ^d
1-βουτανόλη	650	669	34,5±5,2 ^a	40,2±6,0 ^a	44,2±11,7 ^a	μ.α.	μ.α.	34,6±3,3 ^a	μ.α.
1-βουτανόλη, 3-μεθυλ-	726	736	μ.α.	μ.α.	47,9±8,0 ^b	20,9±6,2 ^a	90,5±8,4 ^c	509,1±128,0 ^d	365,2±150,4 ^d
1-πεντανόλη	757	765	512,2±163,3 ^c	60,5±16,3 ^b	17,4±3,1 ^a	μ.α.	21,0±6,5 ^a	μ.α.	μ.α.
1-εξανόλη	859	862	694,9±142,8 ^b	72,1±7,0 ^a	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
Σύνολο			1321,9±108,8	226,1±12,5	229,8±14,3	312,2±47,6	1069,3±122,4	1614,6±134,2	1389,9±194,3
Κετόνες									
2,3-βουτανεδιόνη	573	584	15,6±5,7 ^b	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	6,6±1,0 ^a	μ.α.
2-βουτανόνη, 3-υδροξυ-	702	717	10,6±1,8 ^a	227,4±112,4 ^d	92,2±13,8 ^c	μ.α.	72,0±13,5 ^c	49,9±4,4 ^b	38,0±6,8 ^b
2-επτανόνη	881	888	72,6±9,6 ^c	7,7±3,3 ^a	μ.α.	μ.α.	11,6±2,0 ^a	28,5±6,2 ^b	μ.α.
Σύνολο			98,8±6,5	235,1±79,5	92,2±13,8	μ.α.	83,6±9,6	85,0±4,4	38,0±6,8
Αλδεΐδες									
προπανάλη	<500	537	29,2±5,6 ^a	39,6±9,6 ^a	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
βουτανάλη, 3-μεθυλ-	645	650	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	8,7±0,8 ^a	8,3±1,4 ^a
πεντανάλη	691	695	77,5±16,3 ^c	31,4±3,4 ^a	48,8±4,4 ^b	μ.α.	μ.α.	μ.α.	69,9±21,7 ^c
εξανάλη	793	810	98,6±8,8 ^a	1448,7±315,1 ^d	715,8±306,4 ^c	420,7±76,1 ^{b,c}	593,3±206,9 ^c	238,8±56,0 ^b	302,7±97,4 ^{b,c}
2-εξανάλη	848	854	718,9±71,3 ^d	64,1±11,5 ^c	23,9±2,1 ^b	μ.α.	9,3±1,6 ^a	μ.α.	μ.α.
η-επτανάλη	895	899	139,8±48,1 ^a	943,5±185,8 ^c	454,1±188,9 ^c	304,4±17,0 ^b	279,8±137,6 ^b	83,6±27,7 ^a	121,2±36,5 ^a
οκτανάλη	997	1002	33,9±17,7 ^a	98,9±23,3 ^b	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
εννεανάλη	1098	1104	39,9±19,1 ^a	61,6±5,8 ^b	33,6±3,0 ^a	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
2-εννεανάλη	1159	1146	139,5±66,7 ^b	34,3±9,4 ^a	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
Σύνολο			1277,3±40,2	2722,1±129,8	1276,2±136,1	725,1±55,1	882,4±143,5	331,1±36,1	502,1±53,1
Εστέρες									
οξικός, μεθυλεστέρας	512	522	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	28,6±9,5 ^a	31,5±5,5 ^a	μ.α.
οξικός, αιθυλεστέρας	601	614	μ.α.	μ.α.	μ.α.	27,8±4,3 ^a	246,6±61,6 ^c	284,3±46,0 ^c	80,8±13,9 ^b
βουτανικός, αιθυλεστέρας	791	798	105,4±18,2 ^a	95,8±37,2 ^a	μ.α.	240,4±134,9 ^b	95,7±8,2 ^a	124,1±16,9 ^a	314,4±84,3 ^b
εξανικός, μεθυλεστέρας	914	934	378,4±61,3 ^a	486,5±109,7 ^a	336,9±98,5 ^a	345,9±199,1 ^a	316,4±150,2 ^a	454,1±114,8 ^a	498,6±129,9 ^a
εξανικός, αιθυλεστέρας	987	996	μ.α.	μ.α.	μ.α.	138,9±55,8 ^b	μ.α.	μ.α.	41,4±7,2 ^a
οκτανικός, μεθυλεστέρας	1115	1125	47,5±6,0 ^a	192,5±20,1 ^c	114,6±37,3 ^b	90,1±44,5 ^b	80,4±36,7 ^b	93,5±19,2 ^b	101,1±26,6 ^b
δεκανικός, μεθυλεστέρας	1320	1324	83,9±7,6 ^b	146,6±27,8 ^c	69,1±37,3 ^b	56,6±7,3 ^b	20,3±5,1 ^{a,b}	43,1±17,7 ^{a,b}	47,6±27,6 ^{a,b}
Σύνολο			615,1±32,3	921,4±60,4	520,6±64,5	899,7±102,5	788,0±68,2	1030,6±52,1	1083,9±65,4
Υδρογονάνθρακες									
κυκλοπεντάνιο	550	563	6,1±1,0 ^a	23,5±2,5 ^c	11,8±2,0 ^b	μ.α.	41,1±3,5 ^d	56,2±4,8 ^d	48,3±10,2 ^{c,d}
πεντάνιο, 3-μεθυλ-	566	570	38,2±5,1 ^c	120,0±18,4 ^d	9,5±3,9 ^b	μ.α.	μ.α.	μ.α.	2,0±0,3 ^a
εξάνιο	583	600	3,9±0,6 ^a	3712,8±1273,8 ^e	3621,1±1083,6 ^e	39,3±6,8 ^b	1121,6±541,2 ^c	1216,6±210,0 ^c	2006,4±909,2 ^c
κυκλοπεντάνιο, μεθυλ-	619	635	4499,2±310,6 ^b	22,9±5,8 ^a	24,1±2,1 ^a	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
βενζόλιο, αιθυλ-	861	856	50,3±4,3 ^b	μ.α.	μ.α.	12,7±2,1 ^a	μ.α.	μ.α.	μ.α.
στυρόλιο	892	895	7,7±1,3 ^a	135,2±50,0 ^d	34,8±17,0 ^c	43,3±14,0 ^c	11,3±1,9 ^a	μ.α.	18,1±1,6 ^b
βενζόλιο, μεθυλ-	1026	1041	53,8±6,1 ^c	15,6±6,1 ^b	4,0±0,7 ^a	26,0±12,6 ^b	μ.α.	μ.α.	4,5±0,8 ^a
Σύνολο			4659,2±117,4	4030,0±520,5	3705,3±442,4	121,3±10,0	1174,0±312,5	1272,8±148,5	2079,3±406,6
Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα									
οξικό οξύ	577	595	15,7±2,7 ^a	40,2±4,7 ^b	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
βουτανικό οξύ	780	784	μ.α.	μ.α.	1177,5±618,1 ^c	778,0±47,1 ^b	565,5±104,7 ^a	434,4±166,5 ^a	1081,3±322,6 ^c
εξανικό οξύ	961	970	μ.α.	μ.α.	135,1±15,9 ^b	10,5±0,8 ^a	88,7±10,5 ^b	7,2±1,2 ^a	106,3±24,6 ^b
Σύνολο			15,7±2,7	40,2±4,7	1312,6±437,2	788,5±33,3	654,2±74,4	441,6±117,7	1187,6±228,8

Τερπένια									
α-πινένιο	937	943	366,4±110,6 ^c	17,8±4,6 ^{a,b}	13,8±5,2 ^a	16,0±5,9 ^{a,b}	14,8±3,2 ^a	20,3±1,5 ^b	20,3±4,5 ^b
dl-λιμονένιο	1032	1039	39,6±10,8 ^c	28,7±3,7 ^c	12,9±5,6 ^b	34,4±14,4 ^c	μ.α.	μ.α.	5,6±0,9 ^a
Σύνολο			406,0±78,6	46,5±4,2	26,7±5,4	50,4±11,0	14,8±3,2	20,3±1,5	25,9±3,2
Φουράνια									
φουράνιο, 2-αιθυλ-	985	993	83,1±33,6 ^b	10,6±1,8 ^a	9,2±1,6 ^a	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
φουράνιο, 2-πεντυλ-	985	993	3,8±0,6 ^a	63,6±10,6 ^b	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
Σύνολο			86,9±23,8	74,2±7,6	9,2±1,6	-	-	-	-
Σύνολο			8481,0±75,0	8295,6±248,3	7172,6±266,1	2897,2±65,2	4666,3±148,1	4796,0±85,5	6306,7±227,8

* Πειραματικές τιμές δεικτών Kovats με βάση τους υπολογισμούς που χρησιμοποιούν το πρότυπο μείγμα αλκανίων,** Δείκτες Kovatsτων ταυτοποιημένων ενώσεων σύμφωνα με τα δεδομένα της βιβλιογραφίας που αναφέρονται στη βιβλιοθήκη NIST-MS , " μ.α." μη ανιχνεύσιμο

Πίνακας 6, Πτητικές ενώσεις τυριού Φέτα (μg/kg) που συσκευάστηκε σε ανοξείδωτη δεξαμενή, κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης.

Ενώσεις	R _{πειρ} ,*	R _{βιβλ} **	Ημέρες						
			1	2	7	40	60	80	100
Αλκοόλες									
αιθανόλη	<500	427	72,2±6,4 ^a	μ.α.	129,5±11,2 ^b	1057,5 ±200,4 ^c	1745,6±179,2 ^d	1535,6±272,0 ^d	1420,9±118,3 ^d
1-προπανόλη	538	554	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	53,8±6,0 ^{a,b}	68,9±13,4 ^b	38,6±9,7 ^a
3-μεθυλ-1-βουτανόλη	726	736	μ.α.	μ.α.	51,8±8,9 ^a	282,6±24,6 ^b	736,3±135,6 ^c	530,7±101,2 ^c	218,5±49,5 ^b
1-βουτανόλη	649	669	41,6±3,7 ^a	μ.α.	130,8±13,7 ^b	μ.α.	194,2±101,8 ^c	μ.α.	190,1±28,2 ^c
1-πεντανόλη	757	765	34,8±3,0 ^a	26,3±4,5 ^a	27,8±4,8 ^a	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
1-εξανόλη	859	862	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	103,1±48,6	μ.α.	μ.α.
Σύνολο			148,6±4,6	26,3±4,5	339,9±10,2	1340,1±142,8	2833,2±110,7	2135,2±167,7	1868,1±65,8
Κετόνες									
2-βουτανόνη, 3-υδροξυ-	703	717	415,4±69,7 ^d	167,4±28,9 ^c	46,7±4,4 ^a	μ.α.	μ.α.	75,6±5,5 ^b	μ.α.
2-επτανόνη	881	888	μ.α.	μ.α.	8,0±3,9	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
Σύνολο			415,4±69,7	167,4±28,9	54,7±4,1	-	-	75,6±5,5	-
Αλδεϋδες									
προπανάλη	<500	537	μ.α.	21,1±3,6	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
εξανάλη	793	810	743,6±126,6 ^c	715,9±272,7 ^c	692,2±279,9 ^c	107,3±45,9 ^a	274,9±90,2 ^b	240,9±16,3 ^b	160,0±14,9 ^a
2-εξενάλη	848	854	8,3±1,4 ^a	15,6±2,7 ^b	21,8±2,2 ^c	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
η-επτανάλη	895	899	367,9±112,4 ^b	442,5±129,5 ^b	398,4±177,6 ^b	70,0±6,0 ^a	108,1±50,8 ^a	75,7±9,8 ^a	66,7±6,2 ^a
3-μεθυλ-βουτανάλη	645	650	μ.α.	μ.α.	μ.α.	19,8±3,4 ^a	μ.α.	414,3±21,0 ^b	μ.α.
πεντανάλη	690	695	35,3±3,0 ^b	39,7±4,6 ^b	34,2±5,9 ^b	97,4±9,1 ^c	μ.α.	μ.α.	25,9±4,4 ^a
εννεανάλη	1098	1104	μ.α.	μ.α.	19,0±3,2	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
Σύνολο			1155,1±84,7	1234,8±135,0	1165,8±148,3	294,5±23,6	383,0±73,2	730,9±16,4	252,6±9,7
Εστέρες									
βουτανικός, μεθυλεστέρας	713	735	866,0±254,9 ^b	396,6±137,6 ^a	360,5±161,2 ^a	280,3±109,2 ^a	587,5±218,2 ^b	588,8±118,1 ^b	418,0±140,4 ^a
βουτανικός, αιθυλεστέρας	791	798	80,4±6,9 ^a	146,0±56,9 ^b	μ.α.	375,4±136,0 ^c	254,5±104,7 ^{b,c}	221,3±51,5 ^{b,c}	208,5±99,6 ^{b,c}
βουτανικός, 2-μεθυλπροπυλεστέρας	945	953	μ.α.	μ.α.	μ.α.	9,0±1,5 ^a	μ.α.	μ.α.	μ.α.
βουτανικός, 3-μεθυλ-, αιθυλεστέρας	844	842	μ.α.	μ.α.	μ.α.	10,8±1,8 ^a	μ.α.	108,0±44,4 ^c	42,3±7,3 ^b
οξικός,	515	522	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	106,1±49,6 ^b	μ.α.	43,2±4,4 ^a

μεθυλεστέρας οξικός, αιθυλε στέρας	601	614	μ.α.	μ.α.	μ.α.	146,8±53,5 ^a	288,2±26,5 ^b	294,2±31,2 ^b	192,2±43,4 ^a
1-βουτανόλη, 3-μεθυλ- εξανικός, μεθυλεστέρας εξανικός, αιθυ λεστέρας	866	881	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	24,2±4,1	μ.α.	μ.α.
οκτανικός, μεθ υλεστέρας	914	934	570,5±215,5 ^{a,b}	352,0±150,7 ^a	469,5±174,9 ^{a,b}	416,5±45,5 ^a	684,5±192,7 ^b	671,2±119,3 ^b	332,5±45,0 ^a
οκτανικός, αιθ υλεστέρας	987	996	μ.α.	μ.α.	μ.α.	198,1±19,0 ^b	262,8±78,4 ^b	140,9±49,0 ^{a,b}	117,8±32,3 ^a
δεκανικός, μεθυλεστέρας	1113	1125	130,4±35,0 ^b	98,0±24,5 ^a	139,2±26,5 ^b	85,7±5,6 ^a	182,5±77,4 ^b	154,0±22,0 ^b	86,3±4,0 ^a
δεκανικός, μεθυλεστέρας	1184	1193	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	5,5±0,9	μ.α.	μ.α.
Σύνολο	1318	1324	61,1±28,4 ^a	100,3±23,5 ^b	120,3±11,7 ^b	28,4±2,9 ^a	91,0±9,4 ^b	81,3±3,1 ^b	33,7±3,0 ^a
Υδρογονάνθρακες									
κυκλοπεντάνι ο	549	563	39,5±4,1 ^c	13,9±1,3 ^b	11,8±2,0 ^b	μ.α.	65,8±13,2 ^d	61,7±4,0 ^d	6,2±1,0 ^a
3-μεθυλ- πεντάνιο	564	570	14,3±0,8 ^b	3,3±0,6 ^a	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
εξάνιο	581	600	4160,6±1201,4 ^c	2766,4±1079,6 ^c	4010,7±1237,7 ^c	1378,5±55,6 ^b	1290,8±238,2 ^{a,b}	1043,5±177,8 ^a	1563,9±461,5 ^{a,b}
κυκλοπεντάνι ο, μεθυλ- στυρόλιο	618	635	24,2±2,1 ^b	10,1±1,7 ^a	13,6±2,3 ^a	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
βενζόλιο, αιθυλ- βενζόλιο, μεθυλ-	892	895	77,4±29,5 ^{c,d}	66,6±5,7 ^d	μ.α.	49,2±13,2 ^c	26,0±4,5 ^b	μ.α.	8,9±1,5 ^a
	861	856	μ.α.	μ.α.	μ.α.	27,6±2,5 ^c	μ.α.	μ.α.	μ.α.
Σύνολο	1026	1041	9,2±2,0 ^b	3,7±0,6 ^a	μ.α.	34,8±13,8	μ.α.	μ.α.	4,1±0,7 ^a
Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα									
οξικόοξύ	577	595	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	181,1±13,6 ^a	158,1±24,2 ^a
βουτανικό οξύ	780	784	128,6±61,8 ^a	172,5±50,2 ^a	1713,6±397,9 ^b	1214,6±371,2 ^b	2655,8±833,4 ^c	3361,3±598,8 ^c	2097,2±356,7 ^c
εξανικό οξύ	955	970	-	-	164,0±32,9 ^d	40,8±4,8 ^b	6,1±1,0 ^a	117,1±8,6 ^c	545,1±187,4 ^e
Σύνολο			128,6±61,8	172,5±50,2	1877,6±281,7	1255,4±262,5	2661,9±589,3	3659,5±345,8	2800,4±233,0
Τερπένια									
α-πινένιο	937	943	17,6±3,7 ^b	173,2±76,5 ^c	17,1±5,8 ^b	21,1±5,7 ^b	23,1±1,2 ^b	18,9±3,1 ^b	8,1±0,7 ^a
dl-λιμονένιο	1032	1039	19,6±2,3 ^c	17,0±5,4 ^c	3,9±0,7 ^a	47,3±18,6 ^d	μ.α.	μ.α.	5,8±1,0 ^b
Σύνολο			37,2±3,1	190,2±54,2	21,0±4,1	68,4±13,8	23,1±1,2	18,9±3,1	13,9±0,9
Φουράνια									
φουράνιο, 2- αιθυλ-	692	706	μ.α.	9,1±1,5	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
φουράνιο, 2- , πεντυλ-	985	998	μ.α.	21,0±2,6	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.	μ.α.
Σύνολο			-	30,1±2,1	-	-	-	-	-
Σύνολο			7918,5±269,3	5778,2±238,8	8584,4±290,6	5999,5±97,9	9770,4±201,6	9985,0±160,1	7992,6±130,9

* Πειραματικές τιμές δεικτών Kovats με βάση τους υπολογισμούς που χρησιμοποιούν το πρότυπο μείγμα αλκανίων,** Δείκτες Kovats των ταυτοποιημένων ενώσεων σύμφωνα με τα δεδομένα της βιβλιογραφίας που αναφέρονται στη βιβλιοθήκη NIST-MS, "μ.α." μη ανιχνεύσιμο

Η ενζυμική αποικοδόμηση κυρίως των πρωτεϊνών και των λιπιδίων στο τυρί οδηγεί στην ανάπτυξη της γεύσης και του αρώματος του τυριού. Τόσο το υλικό συσκευασίας όσο και ο χρόνος ωρίμανσης επηρέασαν (p<0,05) το πτητικό προφίλ των τυριών. Κατηγορίες πτητικών ενώσεων που ταυτοποιήθηκαν και ημι-ποσοτικοποιήθηκαν την 60η ημέρα αποθήκευσης (ελάχιστη περίοδος ωρίμανσης σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, 2014) περιλαμβάνουν κατά σειρά φθίνουσας συγκέντρωσης: αλκοόλες> ελεύθερα λιπαρά οξέα> εστέρες> υδρογονάνθρακες> αλδεΐδες > κετόνες >τερπένια για τα

τυριά που συσκευάστηκαν σε ξύλινα βαρέλια και ανοξείδωτες δεξαμενές και αλκοόλες $\geq$ υδρογονάνθρακες $>$ αλδεΐδες $\geq$ εστέρες $>$ ελεύθερα λιπαρά οξέα $>$ κετόνες $>$ τερπένια για τυριά που συσκευάστηκαν σε λευκοσιδηρά δοχεία. Τα τυριά που συσκευάστηκαν σε ανοξείδωτες δεξαμενές και ξύλινα βαρέλια ήταν τα πιο πλούσια σε πτητικές ενώσεις σε σύγκριση με αυτά που συσκευάστηκαν σε λευκοσιδηρά δοχεία την 60η ημέρα αποθήκευσης (9770,6, 8865,6 και 4668,2 $\mu\text{g/kg}$ αντίστοιχα). Κατά την ωρίμανση, τα τυριά συσκευασμένα σε ξύλινα βαρέλια και ανοξείδωτες δεξαμενές παρουσίασαν μεγάλη αύξηση σε αλκοόλες, ελεύθερα λιπαρά οξέα, εστέρες και μείωση σε αλδεΐδες, υδρογονάνθρακες και τερπένια σε σύγκριση με την 1η ημέρα αποθήκευσης. Την ίδια περίοδο τα τυριά που συσκευάστηκαν σε λευκοσιδηρά δοχεία εμφάνισαν αύξηση σε εστέρες και ελεύθερα λιπαρά οξέα και μείωση σε υδρογονάνθρακες, αλδεΐδες και τερπένια. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι τα τυριά που συσκευάζονται σε λευκοσιδηρά δοχεία είχαν περίπου τη μισή ποσότητα πτητικών (ημέρα 60) από αυτά που συσκευάζονται στις ανοξείδωτες δεξαμενές και τα ξύλινα βαρέλια.

Οι αλκοόλες ήταν οι σε μεγαλύτερη αφθονία πτητικές ενώσεις σε όλα τα τυριά. Η αιθανόλη ήταν η κύρια αλκοόλη σε όλα τα τυριά και σχηματίζεται είτε μέσω ζύμωσης της λακτόζης από ετεροζυμωτικά βακτήρια γαλακτικού οξέος (LAB), είτε από τον μεταβολισμό των αμινοξέων, είτε από τη αναγωγή της ακεταλδεΐδης (Kondyli et al., 2012). Οι Bintsis και Robinson (2004) ανέφεραν ότι η αιθανόλη ήταν η κύρια αλκοόλη στο τυρί φέτα. Οι πρωτοταγείς αλκοόλες όπως η βουταν-1-όλη, η πενταν-1-όλη και η επταν-1-όλη, σχηματίζονται κυρίως με την αναγωγή των αντίστοιχων αλδεϋδών τους ακολουθώντας μια οδό αναγωγής που περιλαμβάνει αλκοολικές αφυδρογονάσεις. Οι αλειφατικές πρωτοταγείς αλκοόλες όπως η βουταν-1-όλη και η επταν-1-όλη, πάνω από τα αντίστοιχα κατώτατα όρια συνεισφέρουν με φρουτώδη αρώματα και αρώματα ξηρών καρπών στο τυρί (Ziino et al., 2005). Σύμφωνα με τους Engels et al., (1997) η 3-μεθυλοβουτανόλη συνεισφέρει με αλκοολική λουλουδάτη νότα στα τυριά και προέρχεται από τη λευκίνη με αποικοδόμηση Strecker (Urbach, 1995). Η πεντάν-1-όλη που εντοπίζεται σε όλα τα τυριά συμβάλλει σημαντικά στο άρωμα της ελληνικής φέτας (Kondyli et al., 2012). Η συγκέντρωση των αλκοολών με φθίνουσα σειρά (ημέρα 60) ήταν 2833,1 $>$ 2570,3 $>$ 1069,3 $\mu\text{g/kg}$ για τυριά συσκευασμένα σε ανοξείδωτη δεξαμενή, ξύλινα βαρέλια και λευκοσιδηρά δοχεία, αντίστοιχα.

Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα ήταν οι δεύτερες σε αφθονία πτητικές ενώσεις στα τυριά φέτα. Γενικά, τα FFA βραχείας και μεσαίας αλυσίδας είναι προϊόντα λιπόλυσης και συμβάλλουν στο αρωματικό προφίλ πολλών ποικιλιών τυριού λόγω των χαμηλών ορίων

αντίληψης και της χαρακτηριστικής νότας που προσδίδουν στη γεύση. Σε όλα τα δείγματα τυριού προσδιορίστηκαν οξικό, βουτανικό και εξανικό οξύ. Το οξικό οξύ, το οποίο δίνει μια τυπική γεύση των τυριών που ωριμάζουν σε άλμη, δεν είναι προϊόν λιπόλυσης αλλά παράγεται κυρίως από άλλες βιοχημικές οδούς, πιθανώς από τη ζύμωση γαλακτικού οξέος ή το μεταβολισμό των αμινοξέων από βακτήρια. Συμβάλλει στην τελική γεύση του λευκού τυριού άλμης με «πικάντικες» γευστικές νότες και περιστασιακά προσδιορίζεται στα τυριά άλμης (Hayaloglu et al. 2013). Το βουτανικό οξύ είναι υπεύθυνο για τη βουτυρώδη γεύση και το εξανικό οξύ για την «ιδρωμένη» και μερικές φορές πικάντικη γεύση (D'Incecco et al., 2020). Όταν εμφανίζεται εκτεταμένη λιπόλυση στα τυριά, αυτά χαρακτηρίζονται από ταγγισμένη γεύση, αλλά υπάρχουν ποικιλίες τυριού όπως το bluecheese, τα ιταλικά τυριά και η ελληνική φέτα όπου η υψηλή περιεκτικότητα σε FFA είναι αποδεκτή (Kondyli et al., 2012). Υπάρχει πιθανότητα να συμβεί εκτεταμένη λιπόλυση των τριγλυκεριδίων, προερχόμενη τόσο από μικροβιακά όσο και από φυσικά ένζυμα γάλακτος, όπως λιπάσες και εστεράσες, και τα παραγόμενα FFA μπορούν άμεσα ή έμμεσα να συμβάλλουν στην ανάπτυξη του αρώματος του τυριού (D'Incecco et al., 2020). Το βουτανικό οξύ αναγνωρίστηκε μεταξύ των οξέων ως το πιο άφθονο πτητικό κλάσμα στα τυριά φέτα (Kondyli et al. 2012) και άλλα καρβοξυλικά οξέα συμπεριλαμβανομένων του οξικού και εξανικού οξέος βρέθηκαν να είναι τα κύρια οξέα στα τουρκικά τυριά λευκής άλμης (Ozer et al 2011). Η ποσότητα των ελεύθερων λιπαρών οξέων σε φθίνουσα σειρά (ημέρα 60) ήταν $2261,9 \pm 2263,9 > 654,2$ $\mu\text{g/kg}$ για τυριά συσκευασμένα σε ανοξείδωτη δεξαμενή, ξύλινα βαρέλια και λευκοσιδηρά δοχεία από κασσίτερο, αντίστοιχα.

Οι εστέρες ήταν η τρίτη πιο άφθονη ομάδα πτητικών ενώσεων (ημέρα 60) αποθήκευσης. Οι εστέρες παράγονται κυρίως από ενζυμική ή χημική αντίδραση λιπαρών οξέων με πρωτοταγείς αλκοόλες (Engels et al., 1997) και επίσης με μετεστεροποίηση μερικών γλυκεριδίων με αιθανόλη (Collins et al., 2004). Η πλειονότητα των ταυτοποιημένων εστέρων στην παρούσα μελέτη ήταν αιθυλεστέρες και μεθυλεστέρες βουτανικού, εξανικού και δεκανικού οξέος. Οι Kondyli et al., (2012) ανέφεραν παρόμοιες διαφορές στην περιεκτικότητα σε εστέρες για τυριά φέτα συσκευασμένα σε ξύλινα βαρέλια και λευκοσιδηρά δοχεία. Οι περισσότεροι από τους ταυτοποιημένους εστέρες έχουν χαμηλά όρια αντίληψης, με νότες λουλουδιών και φρούτων και πιθανώς συμβάλλουν στην ισορροπία της γεύσης/αρώματος του τυριού ελαχιστοποιώντας την οξύτητα που προσδίδεται από το FFA (Ferreira et al., 2009). Οι Carbonell et al. (2002) ανέφεραν ότι τα πρόβεια τυριά υψηλής ποιότητας περιείχαν επίσης υψηλές ποσότητες αιθυλεστέρων που συσχετίζονται

θετικά με τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά γαλακτικό, φρουτώδες, λουλουδάτο και καθαρό άρωμα τυριού. Οι Sahingil et al., (2014) ανέφεραν αιθυλεστέρες συμπεριλαμβανομένων οξικού αιθυλεστέρα, βουτανικού αιθυλεστέρα, οκτανικού αιθυλεστέρα και εξανικού αιθυλεστέρα σε λευκά αγελαδινά τυριά. Η ποσότητα των εστέρων με φθίνουσα σειρά (ημέρα 60) ήταν $2486,9 > 1936,3 \approx 788,0$ $\mu\text{g/kg}$, για τυριά συσκευασμένα σε ανοξείδωτη δεξαμενή, ξύλινα βαρέλια και λευκοσιδηρά δοχεία αντίστοιχα.

Κυρίως αλδεϋδες ευθείας αλυσίδας όπως προπανάλη, πεντανάλη, εξανάλη, επτανάλη, οκτανάλη και εννεανάλη προσδιορίστηκαν στα τυριά σε διαφορετικές ποσότητες. Αυτές οι αλδεϋδες μπορούν να σχηματιστούν μέσω β-οξείδωσης ακόρεστων λιπαρών οξέων (Ziino et al., 2005). Οι αλδεϋδες μπορεί να συμβάλουν σημαντικά στη γεύση του τυριού λόγω των χαμηλών ορίων αντίληψής τους. Μεταξύ των αλδεϋδων, οι Sahingil et al. (2014) προσδιόρισαν επίσης την 3-μεθυλ-1-βουτανάλη σε λευκά τυριά άλμης, υπεύθυνη για τις γεύσεις/άρωματα πικάντικου, κακάο, άγουρου, μήλου, τυριού, πράσινου, βύνης σε πολλά τυριά όπως το Proosdj, η παρμεζάνα, το camembert, το bluecheese και το κασέρι. Η 3-μεθυλ-1-βουτανάλη, η οποία επίσης προσδιορίζεται στα τυριά στην παρούσα μελέτη προέρχεται από τη λευκίνη (García-Cayuela et al. 2012). Η ποσότητα των αλδεϋδων με φθίνουσα σειρά (ημέρα 60) ήταν $882,4 > 689,3 > 383,0$ $\mu\text{g/kg}$ για τυριά συσκευασμένα σε λευκοσιδηρά δοχεία, ξύλινα βαρέλια και ανοξείδωτες δεξαμενές αντίστοιχα.

Οι κετόνες δεν ήταν από τις κύριες ομάδες πτητικών ενώσεων που ταυτοποιήθηκαν στα τυριά φέτα. Σε τυριά άλμης όπως η φέτα, οι κετόνες μπορεί να παραχθούν με ενζυμική αποκαρβοξυλίωση λιπαρών οξέων από γαλακτικά βακτήρια (Ferreira et al., 2009). Οι κετόνες συνήθως παίζουν σημαντικό ρόλο στη γεύση/άρωμα των τυριών που έχουν ωριμάσει με μύκητες και αυτές σχηματίζονται από τη δράση των *Penicillium roqueforti*, *P. camemberti* και *Geotrichum candidum* (Collins et al., 2004). Μεταξύ των κετονών, η 3-υδροξυ-2-βουτανόνη ήταν η σε μεγαλύτερη αφθονία κετόνη που προσδιορίστηκε σε όλα τα δείγματα τυριών. Η 3-υδροξυ-2-βουτανόνη, προσδιορίστηκε επίσης από τους Kondyli et al., (2012) στο τυρί φέτα και από τους Sahingil et al., (2014) σε λευκά τυριά άλμης. Η ποσότητα των κετονών σε φθίνουσα σειρά (ημέρα 60) $202,7 > 83,5$ $\mu\text{g/kg}$ για τυριά συσκευασμένα σε ξύλινο βαρέλι και λευκοσιδηρά δοχεία αντίστοιχα. Δεν προσδιορίστηκαν κετόνες στη δεξαμενή από ανοξείδωτο χάλυβα την 60η ημέρα αποθήκευσης.

Σημαντικός αριθμός διαφόρων άλλων πτητικών ενώσεων προσδιορίστηκε στα τυριά (Πίνακες 1-3). Από αυτές, δύο τερπένια, το α-πινένιο και το λεμονένιο με οσμή εσπεριδοειδών, βρέθηκαν στα τυριά. Τα τερπένια μεταφέρονται στο γάλα μέσω της βοσκής

των ζώων σε ορεινούς βοσκότοπους και τελικά ανιχνεύονται στο τυρί (Fernandez-Garcia et al. 2002). Οι γραμμικοί υδρογονάνθρακες που προσδιορίστηκαν στα τυριά πιθανότατα παρήχθησαν κατά την ωρίμανση μέσω της αυτοοξειδωσης των λιπιδίων (Collins et al., 2003). Το εξάνιο υπήρχε σε μεγάλες ποσότητες στα φρέσκα τυριά και μειώθηκε σημαντικά ($p<0,05$) κατά την ωρίμανση. Μεταξύ πολλών γραμμικών υδρογονανθράκων, το εξάνιο προσδιορίστηκε επίσης σε τυριά φέτα διαφόρων γεωγραφικών προελεύσεων από τους Gatzias et al., (2020) και Hayaloglu et al., (2007) στο τυρί Tolum. Ενώσεις όπως το στυρόλιο αποτελούν περιβαλλοντικούς ρύπους. Η παρουσία αρωματικών ενώσεων όπως τα αλκυλοβενζόλια, που έχουν αναφερθεί και σε άλλα τυριά, δεν έχει εξηγηθεί επαρκώς, αν και ορισμένοι συγγραφείς έχουν υποθέσει ότι μπορεί να είναι προϊόντα διάσπασης τουκαροτενίου στο γάλα (Hayaloglu et al., 2007).

3. Προσδιορισμός ιδιοτήτων υφής των τυριών.

Πίνακας 7. Τιμές Σκληρότητας και Ευθραυστότητας τυριού φέτας συναρτήσει του υλικού συσκευασίας και του χρόνου ωρίμανσης

ΗΜΕΡΑ	ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ			ΕΥΘΡΑΥΣΤΟΤΗΤΑ		
	ΒΑΡΕΛΙ	ΔΟΧΕΙΟ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ	ΒΑΡΕΛΙ	ΔΟΧΕΙΟ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ
1	13,51±1,79 ^{a, A}	13,28±2,86 ^{a, A}	14,10±1,61 ^{a, A}	12,15±1,22 ^{a, A}	12,26±2,74 ^{a, A}	11,42±2,16 ^{a, A}
2	20,87±2,57 ^{b, A}	17,61±2,50 ^{a,b, A}	19,90±1,78 ^{b, A}	15,50±1,64 ^{a,b, A}	13,44±2,15 ^{a,b, A}	14,08±0,88 ^{a,b, A}
7	23,76±2,00 ^{b,c, A}	21,38±1,79 ^{b,c, A}	23,89±1,17 ^{c, A}	16,68±1,16 ^{b, A}	16,21±2,55 ^{a,b,c, A}	16,70±3,47 ^{b,c, A}
40	28,46±1,57 ^{c,d, A}	25,52±2,16 ^{c,d, A}	28,52±0,61 ^{d, A}	19,37±0,48 ^{b,c, A}	17,94±2,05 ^{b,c,d, A}	19,07±0,78 ^{c, A}
60	29,11±3,27 ^{c,d, A}	26,61±1,04 ^{c,d, A}	29,75±1,41 ^{d, A}	21,09±1,95 ^{c, A}	18,26±1,12 ^{b,c,d, A}	20,65±1,21 ^{c, A}
80	31,08±1,55 ^{d, A}	27,59±2,12 ^{d, A}	30,16±1,01 ^{d, A}	21,20±0,52 ^{c, A}	19,99±0,54 ^{c,d, A}	20,64±0,46 ^{c, A}
100	32,08±0,16 ^{d, B}	29,45±1,64 ^{d, A}	31,70±0,33 ^{d, A,B}	28,19±2,02 ^{d, B}	23,31±1,70 ^{d, A}	21,27±0,98 ^{c, A}

a,b,c Διαφορετικοί εκθέτες σε κάθε στήλη σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p<0.05$)(συναρτήσει του χρόνου)

A,B,C,.... Διαφορετικοί εκθέτες σε κάθε σειρά σημαίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (συναρτήσει της επεξεργασίας) για κάθε παράμετρο

Από τον **Πίνακα 7**, παρατηρούμε ότι και η σκληρότητα και η ευθραυστότητα επηρεάζονται σημαντικά από το χρόνο ωρίμανσης, αλλά όχι από το υλικό συσκευασίας.

Όσον αφορά τη **σκληρότητα**, παρατηρούμε αύξηση με την πάροδο της ωρίμανσης από 13,28 N την 1^η ημέρα έως 29,75 N την 60^η ημέρα. Σύμφωνα με τους McSweeney et al., (2004) η υφή του τυριού υφίσταται συνεχείς αλλαγές κατά την ωρίμανση ως συνέπεια των βιοχημικών αντιδράσεων, δηλαδή της πρωτεόλυσης, της μείωσης της δραστηριότητας του νερού λόγω της απελευθέρωσης ιοντικών ομάδων που δεσμεύουν το νερό, της ανακατανομής του αλατιού και, σε πολλές περιπτώσεις, της εξάτμισης του νερού καθώς και των αλλαγών του pH. Από τη μία πλευρά, κατά την ωρίμανση του τυριού, οι καζεΐνες υδρολύονται σε πεπτίδια μεγάλου και μεσαίου μεγέθους, τα οποία μετασχηματίζονται περαιτέρω σε μικρότερα πεπτίδια ή αμινοξέα από ένζυμα που απελευθερώνονται από βακτήρια εκκίνησης και μη. Η ενζυμική αποικοδόμηση των πρωτεϊνών αναμένεται να μειώσει τη σκληρότητα του τυριού (Zaravala et al., 2021). Από την άλλη πλευρά, ένα άλλο χαρακτηριστικό της πρωτεόλυσης, είναι επίσης σημαντικό. Καθώς κάθε πεπτιδικός δεσμός διασπάται κατά τη διάρκεια της πρωτεόλυσης, δημιουργούνται δύο νέες ιοντικές ομάδες και καθεμία από αυτές ανταγωνίζεται για το διαθέσιμο νερό στο σύστημα. Έτσι, το νερό που ήταν προηγουμένως διαθέσιμο για τη διάλυση των πρωτεϊνικών αλυσίδων θα συνδεθεί με τις νέες ιοντικές ομάδες. Έτσι, το τυρί γίνεται όλο και πιο σκληρό με την πάροδο του χρόνου και πιο ανθεκτικό στην παραμόρφωση. Η διάχυση του NaCl στη μάζα του τυριού τείνει επίσης να δεσμεύει το διαθέσιμο νερό ενισχύοντας το παραπάνω αποτέλεσμα (Torcu & Saldamli, 2006). Εκτός από τα παραπάνω, η σκληρότητα του τυριού τείνει να αυξάνεται κατά την ωρίμανση καθώς η απώλεια υγρασίας από τη μάζα του τυριού οδηγεί σε αύξηση της αναλογίας καζεΐνης προς υγρασία. Αυτό συχνά κυριαρχεί της φυσιολογικής μείωσης της σκληρότητας λόγω της υδρόλυσης της μήτρας της καζεΐνης (Lawrence et al., 1987).

Για την ευθραυστότητα, παρατηρούμε ότι αυξήθηκε από 11,42 N την 1^η ημέρα έως 21,09 N την 60^η ημέρα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι καθώς προχωρούσε η ωρίμανση, η ικανότητα θραύσης αυξήθηκε λόγω της διάσπασης των πρωτεϊνών με αποτέλεσμα να έχουμε ασθενέστερο δίκτυο καζεΐνης.

Τα παραπάνω αποτελέσματα σχετικά με την υφή συμφωνούν γενικά με εκείνα των Torcu & Saldamli, (2006) για λευκά αγελαδινά τυριά άλμης, των Zaravela et al, (2021) για τα πλήρη και χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά λευκά κατσικίσια τυριά άλμης και αυτά των Basiony & Hassabo, (2022) για το τυρί χαλούμι, που ανέφεραν αυξανόμενη σκληρότητα και καταπόνηση κατά τη θραύση με το χρόνο ωρίμανσης. Σε αντίθεση με τα παραπάνω ευρήματα, οι Sapingil et al (2014) και οι Ozbek & Guzeler (2022) ανέφεραν μια σχετικάμαλακότερη υφή για τα λευκά αγελαδινά τυριά σε άλμη στο τέλος της ωρίμανσης, ως αποτέλεσμα της υδρόλυσης των καζεϊνών.

4. Οργανοληπτική αξιολόγηση τυριού φέτας

Πίνακας 8. Προσδιορισμός Υφής, Γεύσης, Χρώματος και Αρώματος.

ΗΜΕΡΑ	ΥΦΗ			ΓΕΥΣΗ			ΧΡΩΜΑ			ΑΡΩΜΑ		
	BAPEΛI	ΔΟΧΕΙΟ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ	BAPEΛI	ΔΟΧΕΙΟ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ	BAPEΛI	ΔΟΧΕΙΟ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ	BAPEΛI	ΔΟΧΕΙΟ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ
1	3,7±0,3 ^{a, A}	3,6±0,3 ^{a, A}	3,7±0,3 ^{a, A}	3,5±0,0 ^{a, A}	3,5±0,0 ^{a, A}	3,7±0,3 ^{a, A}	4,0±0,0 ^{a, A}	4,0±0,0 ^{a, A}	4,7±0,3 ^{a, B}	3,8±0,3 ^{a, A}	3,7±0,3 ^{a, A}	4,0±0,0 ^{a, A}
2	3,8±0,3 ^{a, b, A}	3,7±0,3 ^{a, A}	3,8±0,3 ^{a, b, A}	3,7±0,3 ^{a, A}	3,5±0,0 ^{a, A}	3,7±0,3 ^{a, A}	4,0±0,0 ^{a, A}	4,0±0,0 ^{a, A}	4,3±0,3 ^{a, A}	3,8±0,3 ^{a, A}	3,7±0,3 ^{a, A}	4,0±0,0 ^{a, A}
7	4,2±0,3 ^{a, b, c, A}	4,0±0,0 ^{a, b, A}	4,2±0,3 ^{a, b, c, A}	3,8±0,3 ^{a, b, A}	4,2±0,3 ^{b, A}	4,0±0,0 ^{a, b, A}	4,3±0,3 ^{a, b, A}	4,7±0,3 ^{b, A}	4,8±0,3 ^{a, A}	4,2±0,3 ^{a, b, A}	4,2±0,3 ^{a, b, A}	4,2±0,3 ^{a, b, A}
40	4,5±0,0 ^{b, c, A}	4,5±0,0 ^{b, c, A}	4,5±0,0 ^{b, c, A}	4,0±0,0 ^{a, b, c, A}	4,5±0,0 ^{b, c, B}	4,2±0,3 ^{a, b, c, A, B}	4,5±0,0 ^{b, c, A}	4,7±0,3 ^{b, A}	4,7±0,3 ^{a, A}	4,3±0,3 ^{a, b, A}	4,5±0,0 ^{b, A}	4,5±0,0 ^{b, c, A}
60	4,3±0,3 ^{a, b, c, A}	4,5±0,0 ^{b, c, A}	4,5±0,0 ^{b, c, A}	4,3±0,3 ^{b, c, d, A}	4,5±0,0 ^{b, c, A}	4,7±0,3 ^{b, c, A}	4,5±0,0 ^{b, c, A}	4,8±0,3 ^{b, A}	4,5±0,0 ^{a, A}	4,5±0,0 ^{a, b, A}	4,5±0,0 ^{b, A}	4,8±0,3 ^{c, d, A}
80	4,7±0,3 ^{c, A}	4,7±0,3 ^{c, A}	4,7±0,3 ^{c, A}	4,5±0,0 ^{c, d, A}	4,5±0,0 ^{b, c, A}	4,5±0,0 ^{b, c, A}	4,8±0,3 ^{c, d, A}	5,0±0,0 ^{b, A}	4,8±0,3 ^{a, A}	4,8±0,3 ^{b, A}	4,7±0,3 ^{b, A}	5,0±0,0 ^{d, A}
100	4,8±0,3 ^{c, A}	4,8±0,3 ^{c, A}	4,8±0,3 ^{c, A}	4,7±0,3 ^{d, A}	4,7±0,3 ^{c, A}	4,8±0,3 ^{c, A}	5,0±0,0 ^{d, A}	5,0±0,0 ^{b, A}	5,0±0,0 ^{a, A}	4,8±0,3 ^{b, A}	4,7±0,3 ^{b, A}	5,0±0,0 ^{d, A}

Από τον **Πίνακα 8**, παρατηρούμε ότι κανένα από τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά δεν επηρεάστηκε από το υλικό συσκευασίας, αλλά όλα επηρεάστηκαν σημαντικά από το χρόνο ωρίμανσης.

Το **χρώμα**, του οποίου τα όρια αποδοχής έχουν να κάνουν με το βαθμό λευκότητας φέτας, αυξήθηκε σε όλα τα τυριά από 4,0 (1^η ημέρα) σε 4,8 (60^ημερα). Η αλλαγή αυτή έχει οφείλεται στο φαινόμενο της διάχυσης του φωτός στις πρωτεΐνες του τυριού, λόγω της συνεχούς διάσπασης κατά την ωρίμανση.Οι Zaravela et al., (2021) δεν ανέφεραν διαφορές στο χρώμα σε πλήρη και χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά τυριά άλμης από γίδινο γάλα κατά την ωρίμανση.

Η **υφή**, της οποίας τα όρια αποδοχής σχετίζονται με το βαθμό σταθερότητας του σώματος του τυριού, αυξήθηκε από 3,6 (1^η ημέρα) σε 4,5 (60^η ημέρα). Το εύρημα αυτό συσχετίζεται με την αύξηση της σκληρότητας του τυριού κατά την ωρίμανση ως αποτέλεσμα της διάχυσης αλατιού στη μάζα του τυριού και της σύγχρονης αποβολής υγρασίας από τη μάζα του.

Η **γεύση**, σημείωσε βαθμολογίες από 3,5 (1^η ημέρα) έως 4,7 (60^η ημέρα).Αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί από την ενζυμική πρωτεόλυση και λιπόλυση (δεν προσδιορίζεται στην παρούσα μελέτη) που οδηγεί στο σχηματισμό τόσο πτητικών όσο και μη πτητικών γευστικών ενώσεων (McSweeney, 2004). Αυτό σύμφωνα με τη βιβλιογραφία είναι πολύ σημαντικό αφού τυριά έως και 1 έτους μπορούν να καταναλωθούν χωρίς να παρουσιάζουν προβλήματα υπερωρίμανσης.

Τέλος στο **άρωμα**, παρατηρούμε βαθμολογίες από 3,7 (1^η ημέρα) έως 4,8 (60^η ημέρα) ως αποτέλεσμα των αντιδράσεων πρωτεόλυσης και λιπόλυσης που λαμβάνουν χώρα στο τυρί.

Τα παραπάνω οργανοληπτικά αποτελέσματα δεν μπορούν να συγκριθούν με τη βιβλιογραφία, καθώς αυτή είναι η πρώτη φορά που πραγματοποιείται οργανοληπτική αξιολόγηση του τυριού φέτα σχετικά με την επίδραση του υλικού συσκευασίας στην αποδοχή του προϊόντος. Η μόνη δημοσιευμένη μελέτη για την επίδραση του υλικού συσκευασίας στην ποιότητα της φέτας, αυτή των (Kondyli et al, 2012) δεν περιλαμβάνει οργανοληπτική αξιολόγηση προϊόντος. Όσον αφορά την επίδραση του χρόνου ωρίμανσης στην ποιότητα του τυριού φέτα, τα παρόντα αποτελέσματα συμφωνούν γενικά με αυτά των Hamdyetal (2021) που δεν αναφέρουν καμία αλλαγή στο χρώμα/εμφάνιση αλλά βελτίωση στη γεύση του τυριού φέτα χαμηλών λιπαρών που παρασκευάστηκε με μείγμα αγελαδινού και βουβαλίσσιου γάλακτος σε περίοδο ωρίμανσης των 30 ημερών.Οι Ozbek &

Guzeler (2022) για αγελαδινά πλήρη λευκά τυριά δεν ανέφεραν αλλαγή στο χρώμα του τυριού σε περίοδο ωρίμανσης 60 ημερών και οι Basiony & Hassabo (2022) ανέφεραν βελτίωση στην εμφάνιση του τυριού αλλά καμία επίδραση στην υφή του τυριού χαλούμι κατά τη περίοδο ωρίμανσης 30 ημερών. Σε αντίθεση με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης, οι Sahingil et al, (2014) δεν ανέφεραν στατιστικά σημαντικές αλλαγές στις οργανοληπτικές ιδιότητες κατά την ωρίμανση των λευκών τυριών άλμης σε διάστημα 120 ημερών. Τέλος, οι Moatsou et al (2004) ανέφεραν ότι η παραδοσιακή φέτα που παρασκευάζεται με πυτιά από κατσίκια και αρνιά και συσκευάζεται σε ξύλινα βαρέλια έχει ως αποτέλεσμα ένα πιο γευστικό τυρί. Αυτός ο τύπος πυτιάς δεν χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη για προφανείς λόγους, καθώς ο στόχος της μελέτης μας ήταν να προσδιορίσουμε την πιθανή επίδραση του περιέκτη συσκευασίας κάτι που απαιτούσε όλες οι άλλες πειραματικές παράμετροι, συμπεριλαμβανομένης της εμπορικής πυτιάς που χρησιμοποιείται, να είναι ίδιες.

Συμπεράσματα

Ο χρόνος ωρίμανσης επηρέασε το pH του τυριού φέτα, την υγρασία, τα λιπαρά, τις πρωτεΐνες και τη λακτόζη. Η περιεκτικότητα σε αλάτι επηρεάστηκε σημαντικά και από το υλικό συσκευασίας, γεγονός που αποδίδεται στην ξηρή αλάτιση που χρησιμοποιήθηκε σαν μέθοδο αλάτισης. Γενικά το ξύλινο βαρέλι και η δεξαμενή από ανοξείδωτο χάλυβα παρουσίασαν παρόμοια συμπεριφορά σε σχέση με αυτή του λευκοσιδηρού δοχείου. Κατά την ωρίμανση, το pH, η υγρασία και η λακτόζη μειώθηκαν ενώ το λίπος, η πρωτεΐνη και το αλάτι αυξήθηκαν στο τυρί. Οι δείκτες πρωτεόλυσης: % TN, % WSN, 12% TCA και 5% PTA έδειξαν παρόμοιες τιμές σε όλα τα υλικά συσκευασίας και αυξήθηκαν με το χρόνο ωρίμανσης. Τα πιο άφθονα πτητικά συστατικά ήταν τα ελεύθερα λιπαρά οξέα, οι αλκοόλες και οι εστέρες. Η αφθονία σε πτητικές ενώσεις την ημέρα 60 ακολούθησε τη σειρά: δεξαμενή από ανοξείδωτο χάλυβα > ξύλινο βαρέλι > λευκοσιδηρό δοχείο. Τα τυριά σε όλα τα υλικά συσκευασίας (ημέρα 60) εμφάνισαν παρόμοιες τιμές σκληρότητας και ευθραυστότητας. Και οι δύο τιμές παραμέτρων αυξήθηκαν με τον χρόνο ωρίμανσης. Τέλος, τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά δεν επηρεάστηκαν από το υλικό συσκευασίας παρά μόνο από το χρόνο ωρίμανσης. Συμπερασματικά, η δεξαμενή από ανοξείδωτο χάλυβα είναι κατάλληλο υλικό συσκευασίας για την ωρίμανση της φέτας κάτι που μπορεί να προταθεί για λόγους ευκολίας στη μεταχείριση, αλλά και οικονομίας των υλικών συσκευασίας.

IV. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ανυφαντάκης, Ε. (2004). *Τυροκομία. Β' Έκδοση*. Εκδόσεις: Σταμούλη, Αθήνα
- Βουδούρης, Ε. Κ., Κοντομηνάς, Μ. (1990). *Ανάλυση Τροφίμων Θεωρία και Εφαρμογές*, ΟΕΔΒ, Αθήνα.
- Γαζέλας, Ε. Π. (1992). *Έρευνα της ελληνικής αγοράς τυριών και βουτύρου*. Αγροτική Τράπεζα της Ελλάδος. Αθήνα.
- ICAP. (2009). *Κλαδική μελέτη για Τυροκομικά προϊόντα*, Αθήνα
- Κανονισμός ΕΚ 853/2004. (n.d.). *Κανονισμός του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 29ης Απριλίου 2004 για τον καθορισμό ειδικών κανόνων υγιεινής για τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης*. Βρυξέλλες
- Καραουλάνης, Γ. (2005). *Εργαστηριακές αναλύσεις και ποιοτικός έλεγχος στις βιομηχανίες τροφίμων. Β' έκδοση* Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης. Αθήνα
- Κοντομηνάς, Μ. (2016). *Σημειώσεις: Προχωρημένα Μαθήματα Ανάλυσης Τροφίμων*. Παν/μιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα.
- Λιτοπούλου, Ε., Τζανετάκη, Ε., Μποζούδη, Δ., & Ξανθόπουλος, Β. (2014). *Το ξύλινο βαρέλι ως υλικό σε επαφή με τρόφιμα στις τυροκομικές επιχειρήσεις: Ο ρόλος του στην ποιότητα και την ασφάλεια του τυριού Φέτα*. Εργαστήριο Μικροβιολογίας και Υγιεινής Τροφίμων, Τομέας Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, Γεωπονική Σχολή, ΑΠΘ & Περιφερειακή Διεύθυνση ΕΦΕΤ Κ. Μακεδονίας
- Μασούρας, Θ. (2012). *Προοπτικές ανάπτυξης της ελληνικής γαλακτοκομίας. Η συμβολή της βιομηχανίας και των μικρών τυροκομείων*. Διαθέσιμο στο διαδίκτυο: <http://www.foodexpoevents.com/files/eisigiseis/Masouras.pdf>
- Μπαδέκα, Α. (2016). *Συσκευασία Τροφίμων. Σημειώσεις μαθήματος Συσκευασίας Τροφίμων*. Ιωάννινα. Τυπογραφείο Παν/μίου Ιωαννίνων. Ιωάννινα.
- Παπαδάκης, Σ. (2014). *Συσκευασία Τροφίμων*. Εκδόσεις Τζιόλα, Αθήνα

- Πολυμερίδου, Κ., 2013. *Αγορά τυριού: Παραδοσιακό προϊόν, μοντέρνο marketing*. Διαθέσιμο στο διαδίκτυο:

<http://www.marketingweek.gr/default.asp?pid=9&la=1&cID=1&arID=48176>

- Ψαρούδα, Α. (2014). *Γευστική αρμονία... κρασί & τυρί*. Διαθέσιμο στο διαδίκτυο: http://www.voldrinks.gr/site/index.php?option=com_k2&view=item&id=1285:%CE%B3%AF&Itemid=16&tmpl=component&print=1

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abd El-Salam M.H., Alichanidis E., Cheese Varieties Ripened in Brine, in: Fox P.F., McSweeney P.L.H., Cogan T.M., Guinee T.P. (Eds.), *Cheese. Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol. 2, 3rd edn., Elsevier, London, UK, 2004, pp. 227–249.
- Alichanidis, E., Anifantakis, E., Polychroniadou, A., and Nanou, M. 1984. Suitability of some microbial coagulants for Feta cheese manufacture. *J. Dairy Res.* 51:141-147.
- Alizadeh M, Hamed M, Khosroshahi A (2006). *Modeling of proteolysis and lipolysis in Iranian white brine cheese*. *Food Chem* 97:294–301
- Anifantakis, E. M. (1998). *Greek Cheeses, a Tradition of Centuries*. National Dairy Committee of Cheese: Athens, Greece.
- Anifantakis, E. M. (1990). *Manufacture of sheep's milk products*. In: *Proceedings of the XXII International Dairy Congress* (vol. 1). Mutual Press, Ottawa.
- Anonymous, (1993). *Recognition of Feta as protected denomination of origin cheese*. Off. J. Hellenic Republ. (1) (No 36, Articles 1, 2, National Printing Office, Athens, Greece.
- Anonymous. (1953). *Cheese varieties and descriptions*. (Vol 54). Washington DC: Laboratory of Eastern Utilization Research and Development Division, Agriculture Research Service.

- Arthur, C., Pawliszyn, J. (1990). *Solid Phase Microextraction with Thermal Desorption Using Fused Silica Optical Fibers*. Analytical Chemistry, 62, 2145-2148
- Aviat, F., Gerhands, C., Rodriguez-Jerez, J., Michel, V., Bayon, I., Ismail, R., και συν. (2016, May). *Microbial Safety of Wood in Contact with Food: A Review*. *Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety*, 15:491-505.
- Barry, A., & Tamine, A. Y. (2010). *Technology of Cheesemaking*. (2nd Edn.). Wiley - BlackWell. United Kingdom (UK).
- Basiony M., Hassabo R. (2022). *Composition and Quality of Low-Fat Halloumi Cheese Made Using Modified Starch as a Fat Replacer*. *Starch*, 74, (3-4) 2100211
- Bintsis, T., Papademas, P. (2002): *Microbiological quality of white brined cheeses: a review*, *International Journal of Dairy Technology* 55:113-120. doi: 10.1046/j.1471-0307.2002.00054.
- Bintsis, T., Robinson, R.K., (2004). *A study of the effects of adjunct cultures on the aroma compounds of Feta-type cheese*. *Food Chem.* 88: 435–441.
- Bourne M.C. (1978). *Texture profile analysis*. *Food Technol.* 62:62–67.
- Carbonell, M., Nunez, M., Fernandez-Garcia, E., (2002). *Evolution of the volatile components of raw ewe milk La Serena cheese during ripening. Correlation with flavour characteristics*. *Lait* 82: 683–698.
- Cogan, T.M., Guinee, T.P. (Eds.), *Cheese: Chemistry Physics and Microbiology*. General Aspects, vol. 1, 3rd edn. Elsevier Academic Press, London, pp. 373–389.
- Collins, Y.F., Mc Sweeny, P.L.H., Wilkinson, M.G., (2003). *Lipolysis and free fatty acids catabolism in cheese: a review of current knowledge*. *Int. Dairy J.* 13: 841–866.
- Courtine, R. J. (1972). *Dictionnaire des fromages*. Pattington Publ. Paris, France.
- Davis. (1965). *Cheese: Basic Technology* (Τόμ. Volume 1). Churchill Livingston Publ. London. UK.
- D’Incecco P., Limbo S., Hogenboom J., Rosi V., Gobbi S., Pellegrino L. (2020). *Impact of Extending Hard-Cheese Ripening: A Multiparameter Characterization of Parmigiano Reggiano Cheese Ripened up to 50 Months*. *Foods*, 9, 268, doi:10.3390/foods9030268

- Eekhof - Stork, N. (1976). *The World Atlas of Cheese*. Pattington Publ. London, UK.
- Eeklof-Stork. (1990). *The world atlas of cheese*. London: Paddihgton Press LTD.
- Engels, W.J.M., Dekker, R., De Jong, C., Neeter, R., Visser, S., (1997). *A comparativestudy of volatile compounds in the water soluble fraction of various types of ripened cheese*. Int. Dairy J. 74: 255–263.
- EU Regulation No 1151/2012 of the European Parliament and of the Council of 21 November 2012on quality schemes for agricultural products and foodstuffs. Official Journal of the European Union 14.12.2012, L 343/1-29.
- EU. (2002). *Commission Regulation. No 1829 - Amending to the Annex to Regulation (EC) No. 1107/96 with regard to the name "Feta"*. Official Journal of the European Communities. (Tόμ. L 277). EU Monitor. pp 1-26
- FAO Food and Nutrition Paper (1986) *In: Manuals of food quality control. 8. Food analysis: quality, adulteration and tests of identity*. Rome, Italy.
- Fernandez-Garcia E, Carbonell M, Nunez M (2002). *Volatile fraction and sensory characteristics of Manchego cheese. 1. Comparison of raw and pasteurized milk cheese*. J Dairy Res 69:579–593
- Ferreira, I.M.P., Pinho, O., Sampaio, P., 2009. *Volatile fraction of DOP“Castelo Branco” cheese: influence of breed*. Food Chem. 112:1053–1059.
- Fox, P.F., Law, J., McSweeney, P.L.H., Wallace, Jt.(1993): *Biochemistry of cheese ripening*. In *Cheese:chemistry, physics and microbiology*. Springer Publ. pp. 389-438.doi: 10.1007/978-1-4615-2650-6_10.
- Fox P.F., McSweeney P.L.H. (1996) *Proteolysis in cheese during ripening*. Food Rev Int 12:457–509.
- Fox, P. F., Law, J., Mc Sweeney, P., & Wallace, J. (1999). *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. Volume 2 Major Cheese Groups. Aspen Publ.
- Galinari, E., Escaria o da No 'brega, J., de Andrade, N. J., & de Lucas Fortes Ferreira, C. (2014). *Mirobiological Aspects of the Biofilm on Wooden utensils used to make a Brazilian artisanal cheese*. Brazilian Journal of Microbiology, Volume 45, 2, 713-720.

- García-Cayuela T., Gómez de Cadiñanos L.P., Peláez C., Requena T. (2012). *Expression in Lactococcus lactis of functional genes related to amino acid catabolism and cheese aroma formation is influenced by branched chain amino acids*. Int. J. Food Microbiol. 159:207–213
- Gatzias, I.S., Karabagias, I.K., Kontominas M.G., Badeka, A.V. (2020). *Geographical differentiation of feta cheese from northern Greece based on physicochemical parameters, volatile compounds and fatty acids*. LWT - Food Science and Technology 131, 109615
- Georgala, A., Moschopoulou, E., Anifantakis, E., Aktypis, A., Massouras, T., Zoidou, E., και συν. (2005). *Evolution of proteolysis during the ripening of traditional Feta Cheese*. Food Chem. Volume 90: 73–80.
- Greek Codex Alimentarius, National Printing Office, Athens, 2014, Vol. 2, chapter IX, pp. 615–618.
- Guinee, T. P., Fox, P. F. (1993). *Salt in cheese: physical, chemical and biological aspects*. In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Chapman & Hall, pp 257–302..
- Guinee, T.P. (2004): Salting and the role of salt in cheese, *International Journal of Dairy Technology* 57: 99-109. doi: 10.1111/j.1471-0307.2004.00145.
- Hailu, Y., Hansen, E. B., Seifu, E., Eshetu, M., Petersen, M. A., Lametsch, R., Rattray, F., & Ipsen, R. (2018). *Rheological and sensory properties and aroma compounds formed during ripening of soft brined cheese made from camel milk*. International Dairy Journal, 81, 122-130
- Hamdy, A.M., Ahmed, M.E., Mehta, D., Elfaruk, M.S., Hammam, R.A., El-Derwy, Y.M.A. (2021). Enhancement of low-fat Feta cheese characteristics using probiotic bacteria. Food Sci. Nutr. 9: 62–70. doi: 10.1002/fsn3.1889
- Hayaloglu, A.A, Cakmakci, S., Brechany, E.Y., Deegan, K.C., and McSweeney P.L.H. (2007). *Microbiology, Biochemistry, and Volatile Composition of Tulum Cheese Ripened in Goat's Skin or Plastic Bags*. J. Dairy Sci. 90:1102–1121

- Hayaloglu, A.A., Tolu, Yasar, C.K., Sahingil, D. (2013). *Volatiles and sensory evaluation of goat milk cheese Gokceadaas affected by goat breeds (Gokceada and Turkish Saanen) and starter culture systems during ripening*. J. DairySci. 96 :2765–2780. doi.org/ 10.3168/jds.2012-6170
- International Dairy Federation (1982) *Cheese and processed cheese: determination of the total solid content*. IDF Standard 4A. Brussels, Belgium
- International Dairy Federation (1987) *Sensory Evaluation of Dairy Products*. IDF Standard 99A. Brussels, Belgium.
- International Dairy Federation (1993). *Milk Determination of nitrogen content*. IDF Standard 20B. Brussels, Belgium.
- Johnson M.E., Olson N.F. (1985). *A comparison of available methods for determining salt levels in cheese*. JDairySci. 68, 1020–1024.
- Kammerlehner, J. (2003). *Kasetechnologie*, Freisinger Kunstlerpresse. Freising, Germany.
- Kandarakis, I., Moatsou, G., Georgala, A., Kaminarides, S., & Anifantakis, E. (2001). *Effect of drain-ing temperature on the biochemical characteristics of Feta Chees*. Food Chem. Volume 72, Issue 3, 369-378
- Katsiari, M., Voutsinas, L., Alichanidis, E., & Roussis, I. (1997). *Reduction of sodium content in Feta cheese by partial substitution of NaCl by KCl*. International Dairy Journal. Volume 7 , 465 – 472.
- Katsiari, M., Alichanidis, E., Voutsinas, L., & Roussis, I. (2000b). *Proteolysis in reduced sodium Feta cheese made by partial substitution of NaCl by KCl* (Τόμ. 10). International Dairy Journal.
- Katsiari, M.C., Voutsinas, L.P., Kondyli, E., Alichanidis, E., (2002). *Flavourenchantment of low-fat Feta-type cheese using a commercial adjunct culture*. Food Chem. 79: 193–198.
- Koca N., Balasubramaniam V.M., Harper W.J. (2011) *High-pressure effects on the microstructure, texture and color of white-brined cheese*. J. Food Sci. 76(5):399–404.

- Kondyli E, Katsiari MC, Masouras T, Voutsinas LP (2002) *Free fatty acids and volatile compounds of low fat Feta-type cheese made with a commercial adjunct culture*. Food Chem 79:199–205
- Kondyli E., Pappa E.C., Vlachou A.M. (2012). *Effect of package type on the composition and volatile compounds of Feta cheese*. Small Ruminant Research, 108: 95– 101.
- Lawrence R.C., Creamer L.K. Gilles J. (1987). *Texture development during cheese ripening*. J. of Dairy Sci. 70 (8): 1748-1760.
- Macedo A.C., Malcata F.X. (1997). *Secondary proteolysis in Serra cheese during ripening and throughout the cheese-making season*. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A 204: 173–179.
- Malcolm, C. (2002). *Food Texture and Viscosity. Concept and Measurement*. (2nd edn). Academic Press. Elsevier Science & Technology Books.
- McSweeney PLH, Sousa MJ (2000). *Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: a review*. Lait 80:293–324
- McSweeney PLH (2004). *Biochemistry of cheese ripening*. Int J Dairy Technol., Volume 57:127–144
- Michaelidou, A., Katsiari, M., Kondyli, E., Voutsinas, L., & Alichanidis, E. (2003). *Effect of a commercial adjunct culture on proteolysis in low - fat Feta - type cheese*. International Dairy Journal, Volume 13, Issues 2–3, 179-189
- Michaelidou, A., Alichanidis, E., Polychroniadou, A., & Zerfiridis, G. (2004). *Equilibrium of water soluble N of Feta between the cheese blocks and the brine*. Abstracts of IDF Symposium on Cheese. (vol. 52). Prague (21 - 24 March): International Dairy Federation Brussels, Belgium.
- Moatsou G., Massouras T., Kandarakis I., Anifantakis E. (2002) *Evolution of proteolysis during the ripening of traditional Feta cheese*. Lait 82: 601–611 DOI: 10.1051/lait:2002036

- Moatsou G., Moschopoulou E., Georgala A., Zoidou E., Kandarakis I., Anifantakis E. (2004). *Effect of artisanal liquid rennet from kids and lambs abomasa on the characteristics of Feta cheese*. Food Chemistry, 88 (4): 517-525.
- Morand-Fehr P., Fedele V., Decandia M., LeFrileux Y. (2007). *Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk*. Small Ruminant Research 68(1): 20-34 DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.09.019
- Ozbek, C., Guzeler, N. (2022). *Effects of stabilisers in brine on soft white cheese quality parameters*. International Dairy Journal, 134, 105446
- Ozer B., Kirmaci H. A., Hayaloglu A. A., Akçelik M., Akkoç N. (2011). *The effects of incorporating wild-type strains of Lactococcus lactis into Turkish white-brined cheese (Beyazpeynir) on the fatty acid and volatile content*. Int. J Dairy Technol. 64: 494–501
- Papademas, P., & Bintsis, T. (2018). *Global Cheesemaking Technology. Cheese Quality And Characteristics*. Publ. Wiley. UK.
- Pappas, C. P., Kondyli, E., Voutsinas, L., & Mallatou, H. (1996a, 1999b). *Effects of starter level, draining time and aging on the physicochemical, sensory and rheological properties of Feta Cheese*. Journal of the Society of Dairy Technology. Volume 49, Issue 3, 73 – 78
- Pereira, C. I., Gomes, E. O., Gomes, A. M. P., & Malcata, F. X. (2008). *Proteolysis in model Portuguese cheeses: Effects of rennet and starter culture*. Food Chemistry, 108: 862–868. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.11.050>
- Plessas, S., Ganatsios, V., Mantzourani, I., Bosnea, L. (2021). *White Brined Cheese Production by Incorporation of a Traditional Milk-Cereal Prebiotic Matrix with a Candidate Probiotic Bacterial Strain*. Appl. Sci., 11, 6182. doi.org/10.3390/app11136182
- Rahimi J., Khosrowshahi A., Madadlou A., Aziznia S. (2007). *Texture of low-fat Iranian white cheese as influenced by gum tragacanth as a fat replacer*. J Dairy Sci., 90(9): 4058–4070.
- Roseiro, L. B., Garcia-Risco, M., Barbosa, M., Ames, J. M., Wilbey, R. A. (2003): *Evaluation of Serpa cheese proteolysis by nitrogen content and capillary zone electrophoresis*. International Journal of Dairy technology 56: 99-104. doi: 10.1046/j.1471-0307.2003.00079.x

- SahingilD., Ali A.,HayalogluA.A.,SimsekO., Ozer B. (2014).*Changes in volatile composition, proteolysis and textural and sensory properties of white-brined cheese: effects of ripening temperature and adjunct culture*. Dairy Sci. & Technol. 94:603–623. DOI 10.1007/s13594-014-0185-2.
- Sarantinopoulos, P., Kalantzopoulos,G.,&Tsakalidou, E. (2002). *Effect of Enterococcus faecium on microbiological, psysicochemical and sensory characteristics of Greek Feta cheese*. International Journal of Food Microbiology, Volume 76, Issues 1–2, 93-105
- Scatasa, M., Cardamone, C., Miraglia, V., Lazzara, F., Fiorenza, G., Macaluso, G., καισυν. (2015). *Characterisation of the microflora contaminating the wooden vats used for traditional Sicilian cheese production*. Italian Journal of Food Safety. Volume 4, Issue 1: 4509, 36-39.
- Singh, T., Cadwallader, K., & Drake, M. (2005). *Cheddar Cheese Flavour*. Volume 9, No. 4 εκδ.). Cheeseworks.UK.
- Sipahioglu O., Alvarez V.B., Solano – Lopez C., (1999). *Structure, physico-chemical and sensory properties of feta cheese made with tapioca starch and lecithin as fat mimetics*. Int Dairy J. 9:783–789.
- Tamine, A. (2006). *Brined cheeses*.BlackWell Publ., Oxford, UK.
- Topcu M., Saldamli I. (2006). *Proteolytical, chemical, textural and sensorial changes during ripening of Turkish white cheese made of pasteurized cow's milk*. Int. J. of Food Properties, 9: 665–678
- Tsigkros, D., Folland, E., Moate, R., & Brennen, C. (2003). *Feta Cheese texture: the effect of caprine and ovine milk concetration*. International Journal of Dairy Technology. Volume 56, Issue 4, 233-236.
- Urbach, G. (1995).*Contribution of Lactic Acid Bacteria to Flavour Compound Formation in Dairy Products*. Int. Dairy Journal, 5: 877-903.
- Walstra, P., & Jenness, R. (1984). *Dairy Chemistry and Physics*. John Wiley & Sons.New York. N.Y.

- Walter, & Hargrove. (1972). *Cheese of the World*. Publications. Inc., New York.N.Y.
- Wang, D., Cheng, F., Wang, Y., Han, J., Gao, F., Tian, J., Zhang, K., Jin, Y. (2022) *The Changes Occurring in Proteins during Processing and Storage of Fermented Meat Products and Their Regulation by Lactic Acid Bacteria*. Foods, 11, 2427.
- Zangerl, P., Matlschweiger, C., Dillinger, K., & Eliskases-Lechner, F. (2009). *Survival of Listeria monocytogenes after cleaning and sanitation of wooden shelves used for cheese ripening*. European Journal of Wood and Wood Products. Volume 68, 415 – 419.
- Zaravela, A., Kontakos, S., Badeka, A.V., Kontominas, M.G. (2021). *Effect of adjunct starter culture on the quality of reduced fat, white, brined goat cheese: part I. Assessment of chemical composition, proteolysis, lipolysis, texture and sensory attributes*. Eur Food Res Technol247:2211–2225.
- Zerfiridis, G., Alichanidis, E., Tzanetakis, N. (1989). *Effect of processing parameters on the ripening of Teleme cheese*. Lebensm: Wiss. Technol.22: 169.
- Zhang, X., Oakes, K., Luong, D. (2011). *Anal. Chem.* Volume 83, 6532-6538.
- Ziino, M., Condurso, C., Romeo, V., Giuffrida, D., Verzera, A., (2005). *Characterization of “ProvoladeiNebrodi”, a typical Sicilian cheese, by volatiles analysis using SPME-GC/MS*. Int. Dairy J. 15:585–593.