



**Α.Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:**

**«ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΛΙΠΟΥΣ ΣΤΟ ΓΑΛΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ  
ΛΙΠΟΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΤΕΛΙΚΟΥ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ»**

**ΓΙΑΝΝΑΡΑ ΜΑΡΙΑ-ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ (ΑΜ:2009048)**

**ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΒΑΜΒΑΚΑΣ ΣΩΤΗΡΗΣ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2016**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της μελέτης ήταν η συσχέτιση του λίπους του γάλακτος με την υγρασία και το λίπος του παραγόμενου από αυτό τυριού φέτα.

Πραγματοποιήθηκε λήψη δειγμάτων αιγοπρόβειου γάλακτος, και τυριού φέτα πριν την ωρίμανση και μετά την ωρίμανση από το τυροκομείο.

Στα δείγματα γάλακτος προσδιορίστηκαν το λίπος, ενώ στα δείγματα τυριού προσδιορίστηκαν η υγρασία κατά την παρασκευή του τυριού και το λίπος και η υγρασία μετά το τέλος της περιόδου ωρίμανσης με τις κλασικές μεθόδους.

Από τα αποτελέσματα προέκυψε μεγάλη διακύμανση στη λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε για τυροκόμηση που είχε ως αποτέλεσμα μεγάλες διακυμάνσεις στη σύσταση του τελικού προϊόντος (τυρί φέτα). Σε ορισμένα δείγματα τυριού μετά την ωρίμανση προσδιορίστηκαν επίπεδα υγρασίας υψηλότερα από τα επιτρεπόμενα από τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, χωρίς όμως να αποκλίνουν σε μεγάλο βαθμό από την τιμή που ορίζει η νομοθεσία.

Προσδιορίστηκε στατιστικά σημαντική υψηλή αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στην υγρασία του φρέσκου τυριού και το λίπος του ώριμου τυριού φέτα. Δεν προσδιορίστηκε συσχέτιση, χωρίς ωστόσο να μπορεί να αποκλειστεί, ανάμεσα στο λίπος του γάλακτος που τυροκομήθηκε και στην υγρασία του φρέσκου τυριού φέτα, καθώς και ανάμεσα στο λίπος του γάλακτος που τυροκομήθηκε και στο λίπος του ώριμου τυριού φέτα. Μικρότερες αρνητικές ή θετικές συσχετίσεις προέκυψαν ανάμεσα στις υπόλοιπες παραμέτρους που προσδιορίστηκαν.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
A. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> . ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> . ΓΑΛΑ.....	8
2.1 Ορισμός.....	8
2.2 Προδιαγραφές νομοθεσίας.....	9
2.3 Συστατικά του γάλακτος.....	10
2.3.1 Νερό.....	10
2.3.2 Λίπος.....	10
2.3.3 Πρωτεΐνες.....	12
2.3.4 Λακτόζη.....	12
2.3.5 Ανόργανα και οργανικά άλατα.....	13
2.4 Παράγοντες που επηρεάζουν τη σύσταση του γάλακτος.....	13
2.5 Φυσικές ιδιότητες του γάλακτος.....	15
2.5.1 Οργανοληπτικές ιδιότητες.....	15
2.5.2 Ειδικό βάρος.....	15
2.5.3 Σημείο πήξεως.....	16
2.5.4 Οξύτητα.....	16
2.6 Νοθεία του γάλακτος.....	16
2.7 Θρεπτική αξία του γάλακτος.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> . ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΥΡΙΟΥ ΦΕΤΑ.....	18
3.1 Ορισμός.....	18

3.2 Προδιαγραφές νομοθεσίας για τη φέτα .....	19
3.3 Τεχνολογία παρασκευής φέτας .....	21
3.4 Παράγοντες που επηρεάζουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της φέτας .....	26
3.4 Φυσικοχημικές μεταβολές κατά την τυροκόμηση.....	27
<b>B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ .....</b>	<b>29</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....</b>	<b>29</b>
1.1 Δείγματα .....	29
1.2 Αντιδραστήρια .....	29
1.3 Σκεύη και Εξοπλισμός .....	30
1.4 Μεθοδολογία.....	31
1.4.1 Προσδιορισμός λίπους στο γάλα.....	31
1.4.2 Προσδιορισμός υγρασίας στο τυρί.....	32
1.4.3 Προσδιορισμός λίπους στο τυρί.....	33
1.5 Επεξεργασία αποτελεσμάτων .....	33
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>34</b>
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>44</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>45</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</b>	<b>47</b>

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως αντικείμενο τη συσχέτιση του λίπους του γάλακτος με την υγρασία και το λίπος του παραγόμενου από αυτό τυριού φέτα. Η εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη, στο θεωρητικό και το πειραματικό.

Στο θεωρητικό μέρος αναπτύσσονται αρχικά οι προδιαγραφές της νομοθεσίας για το γάλα και τη σύσταση του, και στη συνέχεια, τα συστατικά του γάλακτος, η σημασία του καθενός και οι παράγοντες που επηρεάζουν τις τιμές τους. Ακολουθεί η περιγραφή των φυσικών ιδιοτήτων του γάλακτος και η συμβολή των συστατικών του κατά την τυροκόμηση. Επιπρόσθετα, αναπτύσσεται η διαδικασία της παραγωγής του τυριού φέτα, οι προδιαγραφές της νομοθεσίας για αυτό, καθώς και οι παράγοντες που επηρεάζουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του παραγόμενου τυριού.

Στο πειραματικό μέρος, περιγράφεται αρχικά η μεθοδολογία στο χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό ποιοτικών παραμέτρων στο γάλα και στο παραγόμενο τυρί. Στη συνέχεια, παρατίθενται τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν, σχολιάζονται και επιχειρείται ο συσχετισμός τους.

## **A. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Ο άνθρωπος χρησιμοποιεί το γάλα και τα γαλακτοκομικά και τυροκομικά προϊόντα σε όλη τη διάρκεια της ζωής του για να καλύψει τις διατροφικές του ανάγκες. Τα κύρια είδη γάλακτος που χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό είναι το αγελαδινό, το πρόβειο και το γίδινο (Ζαρμπούτης, 1994).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 28 παράγεται περίπου το 52% της παγκόσμιας παραγωγής γάλακτος. Συγκεκριμένα, τα στοιχεία του Αμερικανικού Υπουργείου Γεωργίας για το 2015 δείχνουν ότι στην Ευρωπαϊκή Ένωση παράχθηκαν 148,1 εκατομμύρια τόνοι γάλακτος, ενώ η παγκόσμια παραγωγή ανήλθε σε 285,5 εκατομμύρια τόνους, για την ίδια περίοδο (USDA, 2015). Στον Πίνακα 1 φαίνονται οι κύριες γαλακτοπαραγωγές χώρες την τελευταία διετία, με βάση τα στοιχεία του ίδιου οργανισμού.

Πίνακας 1. Οι κύριες χώρες παραγωγής γάλακτος (ποσότητες σε εκατομμύρια τόνους)

<b>Χώρα</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Ευρωπαϊκή Ένωση (των 28)</b>	146,5	148,1
<b>Η.Π.Α.</b>	93,5	94,5
<b>Ν. Ζηλανδία</b>	21,9	20,7
<b>Αργεντινή</b>	11,3	11,5
<b>Αυστραλία</b>	9,7	10,0
<b>Σύνολο</b>	<b>282,9</b>	<b>285,5</b>

USDA, 2015

Στη χώρα μας παράγεται γάλα, κυρίως τα είδη που αναφέρθηκαν. Ωστόσο, η Ελλάδα εισάγει γαλακτοκομικά προϊόντα για να καλύψει τις εγχώριες ανάγκες, κυρίως σε τυριά, βούτυρο, συμπυκνωμένο γάλα και γάλα σε σκόνη (Δημητρέλη, 2014).

Τα τυροκομικά προϊόντα απορροφούν περίπου το 15% της παγκόσμιας παραγωγής γάλακτος. Η παγκόσμια παραγωγή τυροκομικών προϊόντων ξεπέρασε τους 20 εκατ. τόννους το 2012 και εκτιμάται ότι θα ξεπεράσει τους 25 εκατ. τόννους το 2020. Στον Πίνακα 2 φαίνονται οι κύριες χώρες - παραγωγοί τυριών, με βάση στοιχεία του 2012. Το 80% της παραγόμενης ποσότητας τυριών παρασκευάζεται από αγελαδινό γάλα, ενώ το υπόλοιπο 20% αντιστοιχεί σε προϊόντα που παρασκευάζονται από πρόβειο, γίδινο και βουβαλίσιο γάλα (PM Food & Dairy Consulting, 2014)

Πίνακας 2. Οι κύριες περιοχές παραγωγής τυριών (ποσότητες σε χιλιάδες τόννους)

Χώρα	2000	2012
<b>Ευρωπαϊκή Ένωση (των 28)</b>	7.709	9.333
<b>Βόρεια Αμερική</b>	4.227	5.618
<b>Νότια Αμερική</b>	1.118	1.625
<b>Μέση Ανατολή + Αφρική</b>	744	1512
<b>Κοινοπολιτεία Ανεξ. Χωρών (Ρωσία + 11 χώρες)</b>	448	866
<b>Ωκεανία</b>	665	700
<b>Ασία</b>	293	456
<b>Σύνολο</b>	<b>15.470</b>	<b>20.401</b>

PM Food & Dairy Consulting, 2014

Για την παραγωγή τυριών στη χώρα μας χρησιμοποιείται κυρίως αιγοπρόβειο

γάλα, σε ποσοστό 71% περίπου, το οποίο άλλωστε διοχετεύεται κατά κύριο λόγο στην τυροκομία. Σε μικρότερο ποσοστό που ανέρχεται σε 22% χρησιμοποιείται για την παραγωγή τυριών το αγελαδινό γάλα, το οποίο διοχετεύεται κυρίως για να καταναλωθεί ως επεξεργασμένο γάλα ή γαλακτοκομικά προϊόντα (Ανυφαντάκης, 1998).

Οι Έλληνες, σύμφωνα με στοιχεία του 2013, καταναλώνουν περισσότερο τυρί από κάθε άλλη χώρα με 27,3 Kg κατά κεφαλή, ενώ ακολουθούν οι Γάλλοι στη δεύτερη θέση με 24 Kg κατά κεφαλή. Τα  $\frac{3}{4}$  των τυριών που καταναλώνονται στη χώρα μας αποτελεί η φέτα (PM Food & Dairy Consulting, 2014).

Η ποιότητα του γάλακτος επηρεάζει άμεσα την ποιότητα των παραγόμενων γαλακτοκομικών και τυροκομικών προϊόντων. Ως ποιότητα ορίζεται το σύνολο των χαρακτηριστικών του τροφίμου που το διαφοροποιούν από άλλες μεμονωμένες μονάδες του τροφίμου και επηρεάζουν την αποδοχή του τροφίμου από τον καταναλωτή (Καραουλάνης, 1998).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>. ΓΑΛΑ

### 2.1 Ορισμός

Ο όρος «γάλα», όταν δεν προσδιορίζεται το είδος του ζώου, υπονοεί το αγελαδινό γάλα, το οποίο έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, δηλαδή είναι νωπό, δεν έχει υποστεί μεταβολή της λιποπεριεκτικότητας του ή προσθήκη άλλων ουσιών και δεν έχει υποστεί επεξεργασίες, όπως είναι η αφυδάτωση ή συμπύκνωση (Μάντης, 2000).

Ο ορισμός που δίνεται στον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (2009) για το νωπό γάλα είναι ο εξής:

*«το γάλα που εκκρίνεται από τους μαζικούς αδένες μιας ή περισσότερων αγελάδων, προβατινών, αιγών ή βουβαλίδων, το οποίο δεν έχει θερμανθεί πέραν των 40°C, ούτε έχει υποβληθεί σε επεξεργασία με ισοδύναμο αποτέλεσμα»*

Γάλατα που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων μπορεί να προέρχονται και από άλλα ζώα, όπως τα πρόβατα, κατσίκια, τα βουβάλια, τα γαϊδούρια κ.α.

Πίνακας 3. Μέση χημική σύσταση του γάλακτος διαφόρων ειδών ζώων (g/100ml)

Είδος ζώων	Συνολικά στερεά	Λίπος	Πρωτεΐνες ορού	Λακτόζη	Τέφρα	Καζεΐνη
<b>Αγελάδα</b>	12,70	3,70	0,60	4,80	0,70	2,80
<b>Πρόβατο</b>	19,30	7,40	0,90	4,80	1,00	4,60
<b>Αίγα</b>	13,20	4,50	0,40	4,10	0,80	2,50

Μάντης, 2000

Όλα τα γάλατα που αναφέρθηκαν διακρίνονται από διαφορετική σύσταση, υπάρχουν δηλαδή διαφοροποιήσεις στις ποσότητες των συστατικών τους.

Η μέση χημική σύσταση των σημαντικότερων ειδών γάλακτος θηλαστικών φαίνεται στον Πίνακα 3 (Μάντης, 2000).

## 2.2 Προδιαγραφές νομοθεσίας

Στον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών περιλαμβάνονται προδιαγραφές που αφορούν στην ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα, στο ελάχιστο Στερεό Υπόλειμμα Άνευ Λίπους (Σ.Υ.Α.Λ.) και στο ειδικό βάρος του γάλακτος (μετρημένο στους 15°C).

Στον Πίνακα 4 φαίνονται οι προδιαγραφές του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών για γάλατα διαφόρων προελεύσεων.

Πίνακας 4. Προδιαγραφές διαφόρων ειδών γάλακτος

Προέλευση	Ειδικό Βάρος σε 15°C (g/ml)	Λίπος % (ελάχιστο)	Σ. Υ. Α. Λ.* % (ελάχιστο)
Αγελαδινό	1,028	3,5	8,5
Κατσικίσιο	1,032	4,0	9,0
Πρόβειο	1,035	6,0	12,0
Βουβαλίσιο	1,033	6,0	9,70
Πρόβειο/κατσικίσιο ανάμικτο 1:1	1,033	5,0	9,60

\* ΣΥΑΛ: Στερεό Υπόλειμμα Άνευ Λίπους

Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2009

## 2.3 Συστατικά του γάλακτος

Τα βασικά συστατικά του γάλακτος είναι: το νερό, το λίπος, οι πρωτεΐνες, η λακτόζη και τα ανόργανα και οργανικά άλατα.

Σε μικρότερες ποσότητες περιέχονται αέρια (οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα άζωτο), άλλα λιπίδια, λιποδιαλυτές βιταμίνες (A, D, E), ένζυμα (αλκαλική φωσφατάση, λιπάσες, καταλάση, ξανθίνη οξειδάση, πρωτεάσες, υπεροξειδάση, λυσοζύμη), υδατοδιαλυτές βιταμίνες (βιταμίνες συμπλέγματος B), μη πρωτεϊνικές αζωτούχες ουσίες (αμμωνία, ουρία, ουρικό οξύ, κρεατίνη), ιχνοστοιχεία μετάλλων, ορμόνες και αντιβακτηριακές ουσίες (Δημητρέλη, 2014; Μάντης, 2000).

### 2.3.1 Νερό

Το νερό αποτελεί το μεγαλύτερο σε αναλογία συστατικό του γάλακτος. Η ποσότητα του διαφέρει αρκετά ανάμεσα στα διάφορα είδη γάλακτος, αφού για παράδειγμα το πρόβειο γάλα περιέχει περίπου 81% νερό κατά μέσο όρο, ενώ το γίδινο 87%, αντίστοιχα.

Η ποσότητα του νερού στο γάλα επηρεάζει τόσο τη διατηρησιμότητα, όσο και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων από αυτό γαλακτοκομικών προϊόντων, όπως το χρώμα, η γεύση, η υφή.

Όπως σε όλα τα τρόφιμα, μέρος του νερού είναι δεσμευμένο και χρησιμοποιείται στα μόρια των συστατικών του γάλακτος και το υπόλοιπο νερό είναι ελεύθερο, διαθέσιμο για αντιδράσεις και εύκολο να απομακρυνθεί με την εφαρμογή επεξεργασιών όπως η συμπύκνωση και η αφυδάτωση (Δημητρέλη, 2014; Ζαρμπούτης, 1994; Μάντης, 2000).

### 2.3.2 Λίπος

Το λίπος βρίσκεται στο γάλα με τη μορφή σφαιριδίων που ονομάζονται

λιποσφαίρια. Το μέγεθος των λιποσφαιρίων ποικίλει, και καθορίζεται από διάφορους παράγοντες, όπως για παράδειγμα, το είδος του γάλακτος, τη φυλή του ζώου, το στάδιο της άμελης, καθώς και το στάδιο της γαλακτικής περιόδου. Το μέγεθος των λιποσφαιρίων αποτελεί σημαντικό παράγοντα κατά τη μεταφορά του γάλακτος, καθώς αυξανόμενου του μεγέθους πολλαπλασιάζεται ο κίνδυνος μερικής αποβουτύρωσης του γάλακτος, αλλά και κατά την παρασκευή τυροκομικών προϊόντων. Κατά τη διαδικασία της τυροκόμησης, η ύπαρξη μεγάλων σε μέγεθος λιποσφαιρίων στο γάλα έχει ως αποτέλεσμα την άνοδο αυτών στην επιφάνεια, πριν την έναρξη της πήξης και την απώλεια τους στο τυρόγαλα (Ζαρμπούτης, 1994).

Τα λιποσφαίρια αποτελούνται κατά κύριο λόγο από τριγλυκερίδια, ενώ σε πολύ μικρότερες ποσότητες περιέχονται λιποδιαλυτές βιταμίνες A, D, E, και K, μονογλυκερίδια, διγλυκερίδια, στερόλες, καροτένια, φωσφολιπίδια, ελεύθερα λιπαρά οξέα κ.α.

Τα τριγλυκερίδια αποτελούν προϊόν εστεροποίησης της γλυκερίνης με λιπαρά οξέα. Ο αριθμός των λιπαρών οξέων που έχουν εντοπιστεί στο γάλα κυμαίνεται στα 80. Από άποψη σπουδαιότητας, τα σημαντικότερα είναι τα εξής:

- Κορεσμένα λιπαρά οξέα: βουτυρικό, καπρονικό, καπρυλικό, καπρινικό, λαυρικό, μυριστικό, παλμιτικό, στεατικό.
- Ακόρεστα λιπαρά οξέα: ελαϊκό, λινελαϊκό, λινολενικό.

Τα λιποσφαίρια περιβάλλονται από μία μεμβράνη, η οποία έχει προστατευτικό ρόλο, τόσο από τη συσσωμάτωση τους μεταξύ τους όσο και από την δράση των ενζύμων του γάλακτος και την αυτοξειδωση, δηλαδή την οξειδωση των διπλών δεσμών των λιπαρών οξέων. Η μεμβράνη αποτελείται κατά κύριο λόγο από πρωτεΐνες (κυρίως γλυκοπρωτεΐνες) και λιπίδια (κυρίως φωσφολιπίδια) και σε μικρότερες ποσότητες περιέχει χοληστερόλη, ανόργανα στοιχεία και ένζυμα.

Η παρουσία και η ποσότητα του λίπους του γάλακτος επηρεάζει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των γαλακτοκομικών προϊόντων, ιδιαίτερα το άρωμα τους, καθώς και την υφή τους (Δημητρέλη, 2014; Ζαρμπούτης, 1994; Μάντης, 2000).

### 2.3.3 Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες αποτελούν ένα από τα πιο σημαντικά θρεπτικά συστατικά του γάλακτος και διακρίνονται στις πρωτεΐνες ορού και στις καζεΐνες. Απαντώνται συνήθως σε αναλογία 1:3 με 1:4. Έχουν αρκετές διαφορές μεταξύ τους και επηρεάζουν τις φυσικοχημικές ιδιότητες του γάλακτος.

Οι καζεΐνες, οι οποίες διακρίνονται στις  $\alpha_{s1}$ -,  $\alpha_{s2}$ -,  $\beta$ - και  $\kappa$ - καζεΐνες, καταβυθίζονται όταν το γάλα οξιניστεί σε pH 4,6 στους 20°C, δεν μετουσιώνονται με τη θέρμανση αλλά είναι ευαίσθητες στην πρωτεόλυση κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των τυροκομικών προϊόντων. Η σταθερότητα τους στη θέρμανση και η ευκαμπτότητα του μορίου τους αποδίδεται στην έλλειψη σε μεγάλο βαθμό δευτεροταγούς και τριτοταγούς δομής.

Οι πρωτεΐνες ορού, οι οποίες διακρίνονται στις οροαλβουμίνη,  $\alpha$ -γαλακταλβουμίνη,  $\beta$ -γαλακτοσφαιρίνη και ανοσοσφαιρίνες διακρίνονται για τα υψηλά επίπεδα δευτεροταγούς, τριτοταγούς και τεταρτοταγούς δομής. Είναι σφαιρικές πρωτεΐνες και μετουσιώνονται με τη θέρμανση, ωστόσο δεν καταβυθίζονται όταν το γάλα οξιניστεί σε pH 4,6 στους 20°C. Αποτέλεσμα αυτής της ιδιότητας τους είναι η παραμονή τους στο τυρόγαλα κατά την τυροκόμηση με πυτιά και η απομάκρυνση τους με αυτό, ενώ οι καζεΐνες κατακρημνίζονται και συντελούν στο σχηματισμό του τυροπήγματος (Δημητρέλη, 2014; Ζαρμπούτης, 1994).

### 2.3.4 Λακτόζη

Η λακτόζη είναι ένας δισακχαρίτης και αποτελεί το σημαντικότερο σάκχαρο του γάλακτος. Βρίσκεται σε ποσότητες που κυμαίνονται από 4,4 έως 5,2%. Αποτελείται από ένα μόριο γλυκόζης και ένα μόριο γαλακτόζης. Μπορεί να διασπαστεί στα μόρια αυτά με τη βοήθεια του ενζύμου λακτάση, το οποίο πολλοί ενήλικες δεν διαθέτουν. Ζυμώνεται από τους μικροοργανισμούς και παράγεται γαλακτικό οξύ, οπότε ο ρόλος της στις μικροβιακές ζυμώσεις είναι πολύ σπουδαίος.

Δίνει στο γάλα και τα προϊόντα του γλυκιά γεύση και ενεργειακή αξία. Επηρεάζει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των γαλακτοκομικών προϊόντων που προήλθαν από θερμικά επεξεργασμένο γάλα (Δημητρέλη, 2014; Ζαρμπούτης, 1994; Μάντης, 2000).

### **2.3.5 Ανόργανα και οργανικά άλατα**

Τα άλατα που υπάρχουν στο γάλα είναι κυρίως τα χλωριούχα, φωσφορικά και κιτρικά άλατα του ασβεστίου, μαγνησίου, καλίου και νατρίου. Αυτά απαντώνται είτε διαλυμένα, είτε ενωμένα με συστατικά είτε σε ιοντική μορφή, ωστόσο βρίσκονται σε δυναμική ισορροπία μεταξύ τους. Η παρουσία τους στο γάλα επηρεάζει την πρωτεϊνική σταθερότητα (φώσφορος και ασβέστιο), τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (κιτρικά άλατα) των παραγόμενων προϊόντων αλλά μπορεί να αποτελεί και ένδειξη προσβολής του ζώου από μαστίτιδα (χλωριούχα ιόντα). Διακύμανση εξωτερικών παραγόντων, όπως η θερμοκρασία ή το pH διαταράσσει την ισορροπία των αλάτων και επηρεάζει την πρωτεϊνική σταθερότητα. Η ποσότητα του ασβεστίου κατά την τυροκόμηση με πυτιά επηρεάζει και το χρόνο πήξης του γάλακτος.

Αναφορικά με τη διατροφή, το ασβέστιο και ο φώσφορος του γάλακτος συμβάλλουν στην υψηλή θρεπτική του αξία (Δημητρέλη, 2014; Ζαρμπούτης, 1994; Μάντης, 2000).

## **2.4 Παράγοντες που επηρεάζουν τη σύσταση του γάλακτος**

Η σύσταση του γάλακτος επηρεάζονται από ποικίλους παράγοντες όπως:

- το είδος του ζώου,
- τη φυλή του ζώου,
- την εποχή του έτους,

- το στάδιο της γαλακτικής περιόδου,
- τη διατροφή του ζώου, την υγεία του ζώου, την εφαρμογή αντιβιοτικών ουσιών την παρουσία υπολειμμάτων,
- τη μικροβιακή χλωρίδα στο σταύλο
- τη μικροβιακή χλωρίδα κατά τη μεταφορά και διατήρηση του γάλακτος

Ειδικότερα, όσον αφορά στο είδος του γάλακτος και συγκρίνοντας τα τρία κύρια είδη γάλακτος που χρησιμοποιούνται στην τυροκομία, το πρόβειο, το αγελαδινό και το γίδινο προκύπτουν οι εξής διαφοροποιήσεις:

- Το πρόβειο γάλα είναι πλουσιότερο σε στερεά συστατικά σε σύγκριση με το αγελαδινό και το γίδινο γάλα.
- Το πρόβειο γάλα είναι πλουσιότερο σε λίπος και λευκώματα σε σύγκριση με το αγελαδινό γάλα.
- Η σύσταση των συστατικών του πρόβειου γάλακτος εμφανίζει διαφοροποιήσεις ανάλογα με τη φυλή του ζώου, τη γαλακτική περίοδο και τη διατροφή του ζώου.
- Το λίπος και η πρωτεΐνη είναι τα συστατικά του πρόβειου γάλακτος που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες διακυμάνσεις κατά την γαλακτική περίοδο.
- Το πρόβειο γάλα δίνει μεγαλύτερη απόδοση κατά την τυροκόμηση.
- Το γίδινο γάλα διαφοροποιείται από το πρόβειο ως προς τη σύσταση σε λιπαρά οξέα του λίπους.
- Το γίδινο γάλα διαφοροποιείται από το αγελαδινό ως προς τη σύσταση σε αμινοξέα των πρωτεϊνών.
- Το γίδινο γάλα από βελτιωμένες φυλές αιγών είναι φτωχότερο σε στερεά συστατικά τόσο από το πρόβειο γάλα, όσο και από το αγελαδινό (Μάντης, 2000).

## **2.5 Φυσικές ιδιότητες του γάλακτος**

Από φυσικοχημική άποψη το γάλα αποτελεί ένα υδατικό γαλάκτωμα λίπους μέσα στο οποίο βρίσκονται τα υπόλοιπα συστατικά είτε ως κolloειδή είτε ως μόρια (Μάντης, 2000).

### **2.5.1 Οργανοληπτικές ιδιότητες**

Το χρώμα του γάλακτος ποικίλει ανάμεσα στα διάφορα είδη ζώων και μπορεί να έχει λευκωπή, λευκοκίτρινη ή κυανόλευκη απόχρωση. Η οσμή του είναι ιδιαίτερη και η γεύση είναι ευχάριστη, εξαιτίας της λακτόζης που περιέχει. Δυσάρεστες οσμές και γεύσεις ενδέχεται να παρουσιαστούν και αποδίδονται σε διάφορες αιτίες, που ποικίλουν από τη διατροφή του ζώου μέχρι τις συνθήκες υγιεινής που εφαρμόζονται (Μάντης, 2000).

### **2.5.2 Ειδικό βάρος**

Το ειδικό βάρος του γάλακτος διαφέρει ανάλογα με το είδος του ζώου, καθώς επηρεάζεται από το ειδικό βάρος κάθε συστατικού. Η τιμή του ειδικού βάρους παρουσιάζεται μειωμένη αμέσως μετά την άμεγξη λόγω της ενσωμάτωσης αερίων. Η τιμή του ειδικού βάρους επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και η μέση τιμή του για γάλα κάθε προέλευσης καθορίζεται στην νομοθεσία. Εφόσον παρατηρηθούν αποκλίσεις από τις οριακές αποδεκτές τιμές αυτές αποδίδονται σε προσπάθεια νοθείας (Μάντης, 2000).

### **2.5.3 Σημείο πήξεως**

Το σημείο πήξεως του γάλακτος επηρεάζεται από τη συγκέντρωση των υδατοδιαλυτών συστατικών, όπως είναι η λακτόζη, οι πρωτεΐνες ορού και τα άλατα. Με τον προσδιορισμό του σημείου πήξεως μπορεί να εντοπιστεί η νοθεία με προσθήκη



νερού, καθώς αυτό αυξάνει το σημείο πήξεως, ενώ μείωση του προκαλεί η παραγωγή γαλακτικού οξέος λόγω ζύμωσης της λακτόζης.

#### **2.5.4 Οξύτητα**

Η οξύτητα του γάλακτος εκφράζεται είτε ως ενεργός οξύτητα (pH) είτε ως ολική οξύτητα. Το φρεσκοαμελγμένο γάλα είναι ελαφρά όξινο και έχει pH κατά μέσο όρο 6,65. Αύξηση του pH του γάλακτος αποτελεί ένδειξη μαστίτιδας, ενώ μείωση του pH παρατηρείται κατά την προσβολή του γάλακτος από μικροοργανισμούς και την κατανάλωση της λακτόζης από αυτούς με συνέπεια την παραγωγή γαλακτικού οξέος (γαλακτική ζύμωση).

#### **2.6 Νοθεία του γάλακτος**

Η νοθεία του γάλακτος μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διάφορες φάσεις της παραγωγής του από τον κτηνοτρόφο έως τον τελικό καταναλωτή και συναντάται με διάφορες μορφές, οι οποίες αποσκοπούν στο κέρδος και ενδέχεται να αποτελούν κίνδυνο για την υγεία του καταναλωτή.

Οι πιο συνηθισμένες μορφές νοθείας είναι η προσθήκη νερού και η αφαίρεση λίπους, ή ο συνδυασμός των δύο αυτών ενεργειών. Ακόμη, παρατηρείται ανάμιξη διαφορετικών ειδών γάλακτος, καθώς και προθήκη συντηρητικών ουσιών.

Η μορφή της νοθείας που έχει πραγματοποιηθεί μπορεί να εντοπιστεί εργαστηριακά μέσω του προσδιορισμού ορισμένων παραμέτρων του γάλακτος (Ζαρμπούτης, 1994).

## 2.7 Θρεπτική αξία του γάλακτος

Το γάλα αποτελεί ένα τρόφιμο υψηλής βιολογικής αξίας για τη διατροφή του ανθρώπου και θεωρείται πλήρης τροφή, καθώς περιέχει πολλές ομάδες θρεπτικών συστατικών σε καλές αναλογίες και αφομοιώσιμη μορφή.

Προσφέρει στον οργανισμό ενέργεια, καθώς και συστατικά απαραίτητα για την καθημερινή διατροφή, όπως πρωτεΐνες, βιταμίνες (A, B1, B2, B6, B12, C, D), άλατα και ιχνοστοιχεία (ασβέστιο, μαγνήσιο, φώσφορο, ψευδάργυρο, νάτριο, κάλιο, χαλκό, σίδηρο, μαγγάνιο, κοβάλτιο κ.α.) (Ζαρμπούτης, 1994; Μάντης, 2000).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΥΡΙΟΥ ΦΕΤΑ

Η φέτα αποτελεί ένα πατροπαράδοτο ελληνικό τυρί, του οποίου η χώρα μας έχει κατοχυρώσει την παραγωγή και ονομασία (Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης). Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι νομοθετικές απαιτήσεις για τη φέτα, αναφορικά με τα συστατικά της, την διαδικασία παραγωγής, καθώς και τα ποιοτικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τυριού.

### 3.1 Ορισμός

Ο ορισμός του τυριού σύμφωνα τον Codex Alimentarius (FAO/WHO, 1973) είναι ο ακόλουθος: «Τυρί είναι το νωπό ή ώριμο προϊόν που προέρχεται από στράγγιση, ύστερα από πήξη του πλήρους ή μερικώς αποβουτυρωμένου ή άπαχου γάλακτος ή βουτυρογάλακτος ή μίγματος ορισμένων ή όλων αυτών των προϊόντων».

Ο Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (2009), στο άρθρο 83 διακρίνει τα τυριά σε κατηγορίες με βάση την πρώτη ύλη και το γεγονός ότι έχουν /δεν έχουν ωριμάσει. Έτσι, αναφέρονται 4 κατηγορίες τυριών, οι οποίες είναι:

- α) τυριά από γάλα με ωρίμανση,
- β) τυριά από γάλα χωρίς ωρίμανση,
- γ) τυριά από τυρόγαλα με ή χωρίς ωρίμανση,
- δ) τυριά αποβουτυρωμένα

Η φέτα, που αποτελεί το αντικείμενο τη παρούσας εργασίας, ανήκει στην πρώτη κατηγορία, για την οποία δίνεται ο εξής ορισμός (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2009):

*«Τυριά από γάλα με ωρίμανση είναι τα προϊόντα ωρίμανσης του πήγματος που είναι απαλλαγμένο από το τυρόγαλα στον επιθυμητό κάθε φορά βαθμό και τα οποία παρασκευάστηκαν, με την επενέργεια πτυιάς ή άλλων ενζύμων που δρουν ανάλογα σε γάλα*

*(νωπό ή παστεριωμένο, αγελάδος, προβάτου, κασίικας, βουβάλου και μίγματα αυτών) ή σε μερικώς αποβουτυρωμένο γάλα ή σε μίγμα αυτών ή/και σε μίγματα αυτών με κρέμα γάλακτος (αφρόγαλα)».*

### **3.2 Προδιαγραφές νομοθεσίας για τη φέτα**

Η φέτα αποτελεί ένα παραδοσιακό ελληνικό τυρί Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης, το οποίο κατατάσσεται σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (2009) στην κατηγορία των **μαλακών τυριών άλμης** παρασκευασμένα από γάλα που έχουν ωριμάσει. Για να χαρακτηριστεί ένα τυρί μαλακό, θα πρέπει να περιέχει υγρασία μικρότερη από 58%, ενώ ανάλογα με την ποιότητα που κυκλοφορεί στην αγορά αναφέρονται στη νομοθεσία η μέγιστη περιεκτικότητα σε υγρασία και η ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα του τυριού.

Ορίζονται για τη φέτα στον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (2009) τα ποιοτικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος, και επιπλέον περιγράφεται η διαδικασία παρασκευής που πρέπει να εφαρμόζεται, καθώς και οι επιτρεπόμενες πρώτες και βοηθητικές ύλες. Τα ποιοτικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος φαίνονται συγκεντρωτικά στους Πίνακες 5 και 6, αντίστοιχα.

Αναφορικά με τις πρώτες ύλες και βοηθητικές ύλες, η φέτα παρασκευάζεται αποκλειστικά από πρόβειο γάλα ή αιγοπρόβειο γάλα, όπου το κασικίσιο γάλα σαν ποσότητα δεν ξεπερνάει το 30% της συνολικής κατά βάρος. Το γάλα που χρησιμοποιείται προέρχεται μόνο από κτηνοτροφικές μονάδες εγκαταστημένες στις περιοχές της Μακεδονίας, της Θράκης, της Ηπείρου, της Θεσσαλίας, της Στερεάς Ελλάδας, της Πελοποννήσου και του Νομού Λέσβου. Τα ζώα πρέπει να ανήκουν σε παραδοσιακά εκτροφόμενες φυλές των περιοχών αυτών, που έχουν προσαρμοστεί στις συγκεκριμένες περιοχές και να τρέφονται με την χλωρίδα που συναντάται στις εν λόγω περιοχές.

Το γάλα που θα τυροκομηθεί πρέπει να είναι νωπό ή παστεριωμένο, να περιέχει τουλάχιστον 6% λίπος κατά βάρος και το pH του να είναι ίσο ή μεγαλύτερο από 6,5 μονάδες. Δεν επιτρέπεται η χρήση συμπυκνωμένου γάλακτος για την παρασκευή του

τυριού. Η επεξεργασία του γάλακτος πρέπει να πραγματοποιηθεί μέσα σε 48 ώρες από την άμελξη και εφόσον έχει διατηρηθεί υπό κατάλληλες συνθήκες (ψύξη) κατά το διάστημα αυτό, ώστε να μην αλλοιωθεί από τους μικροοργανισμούς που περιέχει.

Πίνακας 5. Ποιοτικά χαρακτηριστικά φέτας

<b>Ποιοτικά Χαρακτηριστικό</b>	<b>Τυρί φέτα</b>
Υγρασία	Μικρότερη ή ίση με 56%
Λιποπεριεκτικότητα επί ξηρού	Μεγαλύτερη ή ίση με 43%
Συνεκτικότητα	μαλακό τυρί που μπορεί να κόβεται σε φέτες
Σχήμα	Σφηνοειδές ή ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο
Διαστάσεις	Ποικίλες
Βάρος	Ποικίλο
Επιδερμίδα	Δεν έχει

Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2009

Επιτρέπεται η προσθήκη στο γάλα που θα τυροκομηθεί πυτιάς ή άλλων ενζύμων με πηκτική δράση, χλωριούχου ασβεστίου ( $\text{CaCl}_2$ ) σε ποσότητα που δεν ξεπερνάει τα 20 γραμμάρια ανά 100 κιλά γάλακτος, καθώς και η προσθήκη οξυγαλακτικών βακτηρίων.

Πίνακας 6. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά φέτας

<b>Οργανοληπτικά Χαρακτηριστικό</b>	<b>Τυρί φέτα</b>
Υφή	Συμπαγής με λίγες μηχανικές σχισμές

Χρώμα	Καθαρό λευκό
Οπές	Καθόλου ή λίγες, ακανόνιστου σχήματος κατανεμημένες ομοιόμορφα σε όλη τη μάζα
Γεύση	γεύση λιπόλυσης, ευχάριστη, ελαφρά όξινη και πλούσιο άρωμα

Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2009

Δεν επιτρέπεται η προσθήκη στο γάλα που θα τυροκομηθεί σκόνης γάλακτος, συμπυκνώματος γάλακτος, πρωτεϊνών γάλακτος, καζεϊνικών αλάτων. Επιπλέον, δεν επιτρέπεται η προσθήκη χρωστικών, συντηρητικών και αντιβιοτικών ουσιών, τόσο στο παρασκευαζόμενο τυρί, όσο και στην άλμη του.

### 3.3 Τεχνολογία παρασκευής φέτας

Για την παρασκευή της παραδοσιακής φέτας ακολουθούνται τα στάδια που περιγράφονται στη συνέχεια (Μάντης, 2000):

*Παστερίωση και ψύξη του γάλακτος:* Το γάλα παστεριώνεται στους 72°C για 15 sec ή στους 63°C για 30 λεπτά και ακολουθεί η ψύξη του στους 35°C.

*Προσθήκη καλλιέργειας και πήξη:* Στο γάλα προστίθεται καλλιέργεια οξυγαλακτικών βακτηρίων σε αναλογία 1-2%, η οποία είναι μίγμα των μικροοργανισμών της γιαούρτης *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus*. Ορισμένες φορές προστίθεται και γιαούρτη σε αναλογία 0,3-0,5%. Το γάλα παραμένει για 20-30 λεπτά στους 32°C για να πολλαπλασιαστούν οι μικροοργανισμοί και ακολουθεί η προσθήκη της πυτιάς για να πραγματοποιηθεί η πήξη και να δημιουργηθεί το τυρόπηγμα.

*Τυρόπηγμα:* Μετά από 30-60 λεπτά, όπου το γάλα έχει μείνει σε ηρεμία, το τυρόπηγμα που έχει δημιουργηθεί κόβεται για να γίνει πιο εύκολα η αποβολή του ορού

και η συστολή του καζεϊνικού πλέγματος. Τοποθετείται σε ειδικούς ανοξειδωτους ή πλαστικούς υποδοχείς (καλούπια), όπου αφήνεται να στραγγίσει φυσικά (χωρίς πίεση) για 5-6 ώρες.

*Κόψιμο τυρόμαζας και αλάτισμα:* Αφού στερεοποιηθεί το τυρόπηγμα κόβεται σε ορθογώνια κομμάτια και υποβάλλεται σε ξηρό επιφανειακό αλάτισμα με χονδρόκοκκο αλάτι (χλωριούχο νάτριο). Το αλάτισμα επαναλαμβάνεται 2-3 φορές σε διάστημα 3-5 ημερών. Σε αυτό το διάστημα αναπτύσσεται στο τυρί η μικροχλωρίδα που θα συμβάλλει στη συνέχεια στη διαμόρφωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της φέτας.

*Τοποθέτηση σε δοχεία:* Μετά το ξηρό αλάτισμα, το τυρί τοποθετείται σε ξύλινα ή μεταλλικά δοχεία, στα οποία προστίθεται άλμη περιεκτικότητας 7 % σε χλωριούχο νάτριο έτσι ώστε να καλυφθεί πλήρως το τυρί.

*Ωρίμανση:* Στη συνέχεια, τα δοχεία τοποθετούνται στους θαλάμους ωρίμανσης, όπου η σχετική υγρασία υπερβαίνει το 85% και η θερμοκρασία δεν ξεπερνά τους 18°C. Το τυρί παραμένει στους θαλάμους ωρίμανσης για 10-15 ημέρες.

*Ψύξη:* Ακολουθεί η μεταφορά του τυριού σε ψυκτικούς θαλάμους θερμοκρασίας 2-4 °C και σχετικής υγρασίας μεγαλύτερης από 85%, όπου συνεχίζεται η ωρίμανση για 1,5-2 μήνες.

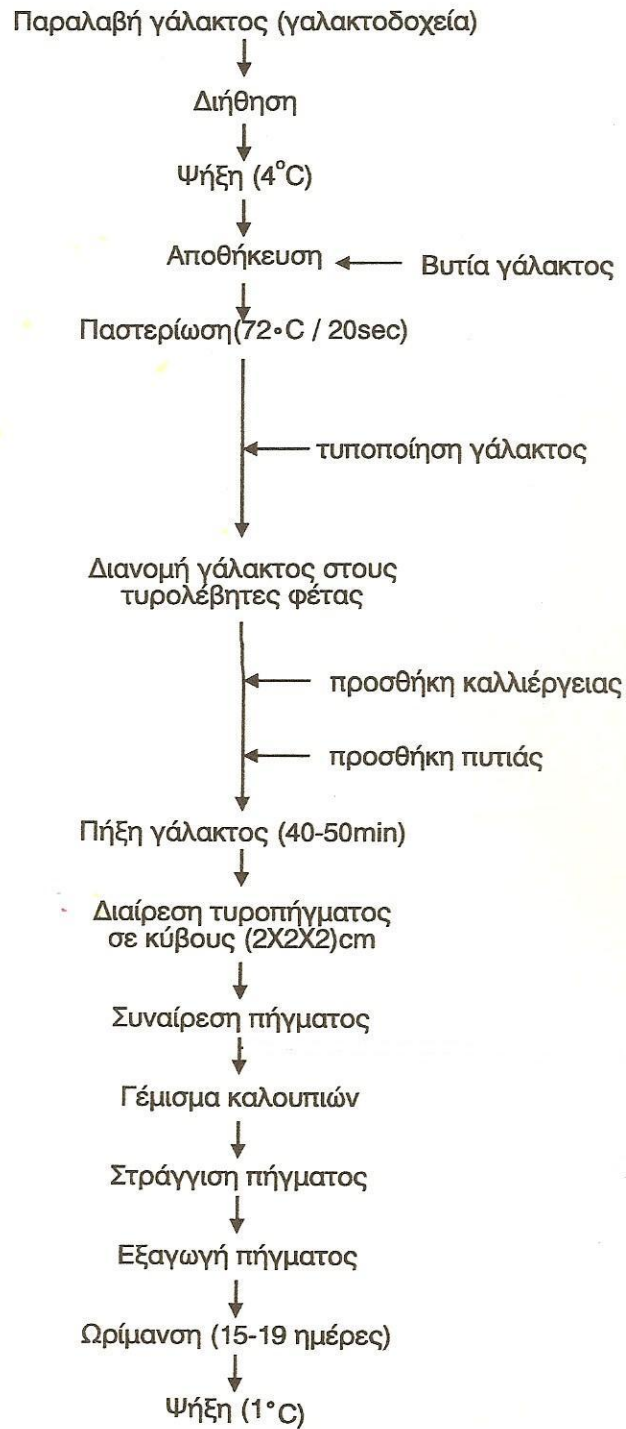
Η συνολική ωρίμανση του τυριού φέτα πρέπει να έχει διάρκεια τουλάχιστον 2 μήνες. Αφού ολοκληρωθεί η ωρίμανση επιτρέπεται η κυκλοφορία του προϊόντος στην αγορά για την πώληση του στους καταναλωτές.



Εικόνα 1. Στάδια τυροκόμησης για την παραγωγή φέτας

Στην Εικόνα 2 φαίνεται το διάγραμμα ροής της διαδικασίας παραγωγής φέτας με μηχανοποιημένο τρόπο (Ζαρμπούτης, 1994).





Εικόνα 2. Τα στάδια της διαδικασίας παραγωγής φέτας με μηχανοποιημένο τρόπο

Οι διαφοροποιήσεις σε σύγκριση με τον παραδοσιακό τρόπο παρασκευής είναι οι εξής:

- Η προετοιμασία του γάλακτος, που περιλαμβάνει την τυποποίηση της σύστασης, κυρίως σε λιπαρά και πρωτεΐνες, τη διήθηση, ομογενοποίηση και παστερίωση του γάλακτος.
- Η προσθήκη μικρής ποσότητας χονδρόκοκκου αλατιού στο καλούπι, τόσο για την προστασία της τυρόμαζας από την ανάπτυξη ανεπιθύμητων μικροοργανισμών, όσο και για την επιτάχυνση της διαδικασίας αποβολής ορού.
- Τα καλούπια μετακινούνται για 2 ώρες μετά τη γέμιση τους για να επιτευχθεί το στραγγίσμα. Στη συνέχεια, τα καλούπια τοποθετούνται στις τράπεζες στραγγίσματος, όπου παραμένουν για 24 ώρες και αναστρέφονται δύο φορές κατά τις πρώτες δύο ώρες.
- Την επόμενη ημέρα το τυρί ξεκαλουπιάζεται, με το χέρι, τεμαχίζεται έτσι ώστε να προκύψει φέτα πάχους 9 cm, τοποθετείται σε πλαστικά δοχεία, ανοιχτά στο πάνω μέρος και αλατίζεται με στρώσεις χονδρόκοκκου αλατιού, σε ποσότητα 3-3,5% κατά βάρος.
- Τα δοχεία τοποθετούνται στο θάλαμο ωρίμανσης για 2 ημέρες και την τρίτη ημέρα το τυρί εξάγεται από τα πλαστικά δοχεία και τοποθετείται σε δοχεία από λευκοσίδηρο. Ακολουθεί η προσθήκη άλμης πυκνότητας 7-8 Baume, κλείνει το δοχείο αλλά όχι ερμητικά, για να υπάρχει διέξοδος για τα παραγόμενα αέρια και τοποθετείται ξανά στο θάλαμο ωρίμανσης.

### 3.4 Παράγοντες που επηρεάζουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της φέτας

Οι παράγοντες που παίζουν σημαντικό ρόλο στην τυροκόμηση και επηρεάζουν τα ποιοτικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της φέτας είναι οι εξής (Ζαρμπούτης, 1994; Μάντης, 2000):

α) η σύσταση του γάλακτος (πρόβειο/αιγοπρόβειο), καθώς και τα χαρακτηριστικά του που συνδέονται με την εποχή του έτους, το στάδιο της γαλακτικής περιόδου, τη διατροφή των ζώων, τη μικροβιακή χλωρίδα. Η χημική και μικροβιολογική ποιότητα του γάλακτος επιδρά άμεσα στην ποιότητα του παραγόμενου τυριού. Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε στερεά συστατικά επηρεάζει την απόδοση της τυροκόμησης.

β) ο τύπος της οξυγαλακτικής καλλιέργειας, ο ρυθμός προσθήκης της καλλιέργειας, η θερμοκρασία και ο χρόνος ανάπτυξης. Με την προσθήκη της καλλιέργειας αυξάνεται η οξύτητα του γάλακτος με σκοπό να διευκολυνθεί η δράση των πηκτικών ενζύμων. Η καλλιέργεια συντελεί και στη συνεκτικότητα και υφή του τυροπήγματος, ενώ τα ένζυμα των καλλιεργειών θα επηρεάσουν το άρωμα και τη γεύση του τελικού προϊόντος.

γ) η πυτιά, η πηκτική της δύναμη, ο ρυθμός προσθήκης της, η θερμοκρασία του γάλακτος, η οξύτητα του γάλακτος και ο χρόνος πήξης. Η ποσότητα της πυτιάς καθορίζεται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του πήγματος που επιδιώκεται να παρασκευαστεί και τον επιθυμητό χρόνο πήξης που είναι 30-60 λεπτά για τα μαλακά τυριά. Ο καθορισμός του τέλους της πήξης, είναι πολύ σημαντικός καθώς τότε αρχίζει η συναίρεση των καζεϊνικών μικκυλίων.

δ) η προσθήκη χημικών ουσιών, όπως χλωριούχο ασβέστιο και ο ρυθμός προσθήκης του που επηρεάζει θετικά την ποιότητα του τυριού.

ε) η καθαρότητα του αλατιού, ο χρόνος ξηρού αλατίσματος και η θερμοκρασία. Η χρήση χονδρόκοκκου αλατιού προτιμάται έναντι του λεπτόκοκκου γιατί το λεπτόκοκκο αλάτι σκληραίνει την επιφάνεια του τυροπήγματος. Η ποιότητα του χονδρόκοκκου αλατιού είναι σημαντική, καθώς παρουσία προσμίξεων χαλκού και σιδήρου προκαλεί επιτάχυνση της λιπόλυσης, ενώ οι προσμίξεις χαλκού και μαγνησίου προσδίδουν πικρή

γεύση.

στ) η πυκνότητα και η ποιότητα της άλμης. Η πυκνότητα της άλμης θα καθορίσει την αλατοπεριεκτικότητα του τυριού, ενώ επιβάλλεται και η παστερίωση της ώστε να διασφαλιστεί η απουσία ανεπιθύμητων μικροοργανισμών, οι οποίοι θα αλλοιώσουν τα χαρακτηριστικά του προϊόντος.

ζ) οι συνθήκες ωρίμανσης (θερμοκρασία, υγρασία, χρόνος). Ο σκοπός της παραμονής του τυριού στο θάλαμο ωρίμανσης είναι η εξέλιξη ολοκλήρωση της γαλακτικής ζύμωσης, με την παραγωγή επαρκούς ποσότητας γαλακτικού οξέος ώστε το pH του τυριού να μειωθεί σε τιμές μικρότερες από 4,6 μονάδες. Για να αποκτήσει το τυρί άριστα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά θα πρέπει η μείωση του pH να γίνει σταδιακά. Συνήθως, απαιτείται για την πτώση του pH διάστημα 15 ημερών. Επιπρόσθετα, κατά την ωρίμανση θα πρέπει να μειωθεί και η υγρασία του τυριού.

### **3.4 Φυσικοχημικές μεταβολές κατά την τυροκόμηση**

Κατά την τυροκόμηση, σχηματίζεται το τυρόπηγμα από το καζεϊνικό κλάσμα του γάλακτος. Η διαδικασία της πήξης είναι η ακόλουθη:

Τα καζεϊνικά μικκύλια βρίσκονται αρχικά σε διασπορά μέσα στο γάλα. Η μορφή τους είναι σφαιρική και στην επιφάνεια της σφαίρας βρίσκονται τοποθετημένες οι υδρόφιλες αλυσίδες της κ-καζεΐνης. Με την επίδραση του ενζύμου της πυτιάς, της ρεννίνης, διασπάται η κ-καζεΐνη και παράγεται αδιάλυτη παρα-κ-καζεΐνη. Τα καζεϊνικά μικκύλια αποσταθεροποιούνται και, στη συνέχεια, με την επίδραση των ιόντων ασβεστίου (Ca) συνενώνονται και σχηματίζουν πλέγμα. Το πλέγμα των καζεϊνών συγκρατεί μηχανικά τα λιπαρά του γάλακτος και ένα μικρό μέρος από τα υδατοδιαλυτά συστατικά του γάλακτος, όπως είναι οι πρωτεΐνες ορού και η λακτόζη. Με αυτό τον τρόπο το γάλα αποκτά μορφή πηγματος.

Με την εξέλιξη της πήξεως, η τάση του πηγματος αυξάνεται και το πήγμα χάνει

την ικανότητα του να συγκρατεί νερό. Αποτέλεσμα αυτού είναι η συναίρεση του τυροπήγματος, κατά την οποία αποβάλλεται η υδατική φάση, όπου περιέχεται το μεγαλύτερο μέρος της λακτόζης, των αλάτων και των πρωτεϊνών του ορού (Μάντης, 2000).

Κατά την ωρίμανση, η δράση των ενζύμων μεταβάλλει τη δομή και την υφή του τυριού με αποτέλεσμα την απόκτηση των επιθυμητών οργανοληπτικών χαρακτηριστικών. Φαινόμενα που συμβαίνουν κατά την ωρίμανση είναι:

α) η πρωτεόλυση, δηλαδή η υδρόλυση των πρωτεϊνών σε πεπτίδια και ελεύθερα αμινοξέα με τη δράση των πρωτεολυτικών ενζύμων, του γάλακτος της πυτιάς και των μικροοργανισμών.

β) η λιπόλυση, δηλαδή η υδρόλυση του λίπους του γάλακτος σε ελεύθερα λιπαρά οξέα με τη δράση λιπολυτικών ενζύμων του γάλακτος και των μικροοργανισμών (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

## **B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

#### **1.1 Δείγματα**

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε σε 29 δείγματα από αιγοπρόβειο γάλα πριν τη διαδικασία της τυροκόμησης και σε τυρί φέτα πριν και μετά την ωρίμανση (2 μήνες).

#### **1.2 Αντιδραστήρια**

1) Για τον ογκομετρικό προσδιορισμό του λίπους στο γάλα με τη μέθοδο GERBER τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

a) Θεικό οξύ ειδικού βάρους 1,820-1,825 στους 15°C. Παρασκευάζεται από πυκνό θεικό οξύ εμπορίου, ειδικού βάρους 1,840 περιεκτικότητας 96% με αραίωση.

b) Αμυλική αλκοόλη ειδικού βάρους 0,814-0,816 στους 15°C χωρίς φουρφουρόλη.

2) Για τον ογκομετρικό προσδιορισμό του λίπους στο τυρί με τη μέθοδο GERBER-VAN GULIK (ογκομετρική) τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

a) Θεικό οξύ, ειδικού βάρους 1,53 στους 15°C.

b) Αμυλική αλκοόλη ειδικού βάρους 0,815 στους 15°C.

### 1.3 Σκεύη και Εξοπλισμός

1) Τα χρησιμοποιούμενα μέσα για τη μέτρηση του λίπους στο γάλα είναι:

a) Βουτυρόμετρα γάλακτος. Κατασκευάζονται από γυαλί και φέρουν κλίμακα που είναι βαθμολογημένη συνήθως από το 0-8. Τα βουτυρόμετρα συνοδεύονται από ειδικά ελαστικά πώματα και ωστήρια για τη ρύθμιση της στήλης του λίπους.

b) Σιφώνια γάλακτος 11ml, θειικού οξέος 10ml και αμυλικής αλκοόλης 1ml.

c) Στατώ βουτυρομέτρων με κάλυμμα για την ανάδυσή τους.

d) Υδατόλουτρο, ρυθμισμένο σε θερμοκρασία 65°C, στο οποίο τοποθετούνται τα βουτυρόμετρα μετά τη φυγοκέντρωση.

e) Φυγόκεντρος GERBER ικανή να αναπτύξει ταχύτητα 1000-1200 στροφές/min. Η θερμοκρασία στο χώρο που βρίσκονται τα βουτυρόμετρα θα πρέπει να διατηρείται γύρω στους 65°C κατά τη διάρκεια της φυγοκεντρήσεως.

2) Τα χρησιμοποιούμενα μέσα για τη μέτρηση του λίπους στο τυρί είναι:

a) Φυγόκεντρος ικανή να αναπτύξει 1100-1200 στροφές/min, με ηλεκτρική αντίσταση για να διατηρείται η θερμοκρασία στους 60-65°C κατά τη φυγοκέντρωση.

b) Μετρητές για την προσθήκη θειικού οξέος και αμυλικής αλκοόλης.

c) Υδατόλουτρο ρυθμισμένο σε θερμοκρασία 65±1 °C.

d) Βουτυρόμετρα τύπου GERBER-VAN GULIK, για 3g τυριού, βαθμολογημένα από το 0-40%, ανοικτά και από τα δύο άκρα.

e) Ζυγός ακριβείας 1 mg.

f) Υποδοχείς για τη ζύγιση του τυριού και εισαγωγή του μέσα στο βουτυρόμετρο.

3) Τα χρησιμοποιούμενα μέσα για τη μέτρηση της υγρασίας πριν και μετά την ωρίμανση του τυριού είναι:

a) Υγρασιόμετρο.

## **1.4 Μεθοδολογία**

### **1.4.1 Προσδιορισμός λίπους στο γάλα**

Η θερμοκρασία του δείγματος ρυθμίζεται στους 20°C, διότι σε αυτή τα σιφώνια δίνουν τον ορθό όγκο. Η ανάδευσή του γάλακτος θα πρέπει να γίνεται με προσοχή ώστε να εξασφαλίζεται ομοιόμορφη διασπορά του λίπους. Εάν το δείγμα έχει ψυχθεί, θερμαίνεται στους 40°C, αναδεύεται καλά και μετά η θερμοκρασία προσαρμόζεται στους 20°C.

Στο βουτυρόμετρο τοποθετούνται 10ml θεικού οξέος και στη συνέχεια 11ml γάλακτος. Κατά την εισαγωγή του γάλακτος μέσα στο βουτυρόμετρο πρέπει το άκρο του σιφωνίου να εφάπτεται στα τοιχώματα του βουτυρομέτρου υπεράνω του θεικού οξέος. Το γάλα κατέρχεται σιγά-σιγά και σχηματίζει στιβάδα σαφώς διαχωρισμένη από το θεικό οξύ. Μετά την εκροή του γάλακτος το κάτω μέρος του σιφωνίου φέρεται, πριν αποσυρθεί, σε επαφή με μη υγρή πλευρά του βουτυρομέτρου υπεράνω της στάθμης του γάλακτος. Θα πρέπει να ληφθεί πρόνοια να μην υγραίνεται το στόμιο των βουτυρομέτρων, διότι τα πώματα συγκρατούνται δύσκολα μετά.

Προστίθεται 1ml αμυλικής αλκοόλης και τοποθετείται το πώμα.

Αναμιγνύεται το περιεχόμενο του βουτυρομέτρου, ώστε να διαλυθούν τελείως τα συστατικά του δείγματος πλην του λίπους. Τα καστανά τεμαχίδια που δημιουργούνται στην αρχή πρέπει να εξαφανιστούν.

Τα βουτυρόμετρα τοποθετούνται στη φυγόκεντρο. Εάν για οποιοδήποτε λόγο δεν είναι δυνατή η άμεση εισαγωγή των βουτυρομέτρων στη φυγόκεντρο τότε διατηρούνται



εμβαπτισμένα σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 65°C. Εάν ο αριθμός των βουτυρομέτρων είναι μονός, προστίθεται ένα επιπλέον με νερό για να είναι ισοζυγισμένος ο δίσκος της φυγόκεντρο. Η τοποθέτηση των βουτυρομέτρων στη φυγόκεντρο γίνεται κατά τρόπο ώστε απέναντι από κάθε βουτυρόμετρο να υπάρχει άλλο. Η διάρκεια της φυγοκεντρήσεως των βουτυρομέτρων είναι 5min στις 1100-1200 στροφές ανά min.

Τα βουτυρόμετρα αφαιρούνται από τη φυγόκεντρο, προσαρμόζεται η στήλη του λίπους, εάν παρίσταται ανάγκη, με μετακίνηση του πώματος ώστε η στήλη του λίπους να βρίσκεται μέσα στη βαθμολογημένη κλίμακα και εμβαπτίζονται σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 65°C για 5-10min.

Ο όγκος του βουτυρομέτρου και οι λαμβανόμενες ποσότητες γάλακτος, οξέος και αλκοόλης, είναι έτσι ρυθμισμένα ώστε η ανάγνωση του βουτυρομέτρου να δίνει απ' ευθείας την εκατοστιαία περιεκτικότητα του γάλακτος σε λίπος. Για την ανάγνωση της κλίμακας του βουτυρομέτρου, αυτό εξάγεται από το υδατόλουτρο, φέρεται στο ύψος των ματιών και στη συνέχεια μετακινείται η διαχωριστική γραμμή λίπους και λοιπών συστατικών με τη βοήθεια του ωστηρίου και του πώματος, σε τρόπο ώστε να συμπέσει με ακέραιο αριθμό. Μετά λαμβάνεται η ένδειξη του βουτυρομέτρου. Η ανάγνωση γίνεται στο κάτω μέρος του μηνίσκου που δημιουργείται στη κορυφή της στήλης του λίπους. Εάν η διαχωριστική γραμμή λίπους και λοιπών συστατικών βρίσκεται στην ένδειξη 0, τότε η ανάγνωση στο κάτω μέρος του μηνίσκου της κορυφής της στήλης του λίπους αντιπροσωπεύει την % λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος, εάν όχι τότε από την ένδειξη του βουτυρομέτρου αφαιρείται η ένδειξη που βρίσκεται στο ύψος της διαχωριστικής γραμμής λίπους και λοιπών συστατικών (Ανυφαντάκης, 1982).

#### **1.4.2 Προσδιορισμός υγρασίας στο τυρί**

Ο προσδιορισμός της υγρασίας στο τυρί πραγματοποιείται με τη βοήθεια υγρασιόμετρου. Πιο συγκεκριμένα, το τυρί αφού θρυμματιστεί, τοποθετείται στο υγρασιόμετρο και αρχίζει η μέτρηση που διαρκεί περίπου 30min, ανάλογα με τη μάζα του τυριού.

### **1.4.3 Προσδιορισμός λίπους στο τυρί**

Στον υποδοχέα των βουτυρόμετρων ζυγίζονται 3g τυριού. Ο υποδοχέας τοποθετείται στο βουτυρόμετρο και από το μικρό άνοιγμά του προστίθεται θειικό οξύ μέχρι να καλυφθεί το τυρί. Το βουτυρόμετρο μεταφέρεται σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 65-70°C για 20-30min, μέχρι να διαλυθεί όλη η μάζα του τυριού. Για να επιταχυνθεί η εργασία απαιτείται συχνή ανάδευση. Προστίθεται 1ml αμυλικής αλκοόλης και το βουτυρόμετρο αναδεύεται έντονα. Προστίθεται θειικό οξύ μέχρι τα 4/5 της κλίμακας του βουτυρομέτρου. Το βουτυρόμετρο πωματίζεται και τοποθετείται στο υδατόλουτρο για 5min. Αναδεύεται και φυγοκεντρείται για 5min στις 1100-1200 στροφές/min. Τέλος τοποθετείται στο υδατόλουτρο στους 65°C για 5min.

Η ανάγνωση του βουτυρομέτρου γίνεται το ταχύτερο δυνατό στο κατώτερο μέρος του μηνίσκου που σχηματίζεται στην κορυφή της στήλης του λίπους. Στην αρχή της στήλης λαμβάνεται η διαχωριστική γραμμή μεταξύ λίπους και λοιπού περιεχομένου του βουτυρομέτρου (Ανυφαντάκης, 1982).

## **1.5 Επεξεργασία αποτελεσμάτων**

Στα αποτελέσματα εφαρμόστηκε στατιστική επεξεργασία με τη βοήθεια του προγράμματος SPSS. Υπολογίστηκε ο Συντελεστής συσχέτισης του Pearson, ο οποίος αποτελεί δείκτη της συσχέτισης μεταξύ δύο συνόλων τιμών. Υπολογίστηκαν ακόμη οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις. Με τη βοήθεια του Microsoft Excel κατασκευάστηκαν τα διαγράμματα διασποράς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν στα δείγματα νωπού γάλακτος, φρέσκου τυριού φέτα και ώριμου τυριού φέτα δίνονται αναλυτικά στο Παράρτημα Ι.

Οι μέσες, ελάχιστες και μέγιστες τιμές, καθώς και η τυπική απόκλιση φαίνονται στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7. Αποτελέσματα φυσικοχημικών αναλύσεων γάλακτος και τυριού

Παράμετρος	Μέση τιμή (%)	Ελάχιστη τιμή (%)	Μέγιστη τιμή (%)	Τυπική απόκλιση (%)
Λίπος γάλακτος	5,74	5,40	6,20	0,20
Υγρασία φρέσκου τυριού	59,60	54,56	62,92	2,13
Υγρασία ώριμου τυριού	55,37	52,31	57,18	1,19
Λίπος ώριμου τυριού	23,38	20,00	26,50	1,72
Λίπος ώριμου τυριού επί ξηρού	52,18	46,25	58,04	3,75

Οι τιμές του λίπους στο νωπό γάλα που τυροκομήθηκε κυμάνθηκαν από 5,40 έως 6,20%, με μέση τιμή 5,74%. Παρατηρείται μεγάλη διακύμανση στην λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος, η οποία επηρεάζει και την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε καζεΐνη και λίπος επηρεάζει τόσο την απόδοση σε τυρί, όσο και τη χημική σύσταση των παραγόμενων τυριών. Για το σκοπό αυτό εφαρμόζεται στα τυροκομεία η τυποποίηση του γάλακτος ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή αναλογία καζεΐνης / λίπους για την πετυχημένη παραγωγή τυριών αλλά και για την εκπλήρωση των απαιτήσεων της νομοθεσίας σχετικά με τη σύσταση των προϊόντων (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

Η υγρασία του τυριού που παρασκευάστηκε κυμάνθηκε από 54,56 έως 62,92%, με μέση τιμή 59,60% (Πίνακας 7).

Μετά την ωρίμανση του τυριού προσδιορίστηκαν η υγρασία και το λίπος, ενώ υπολογίστηκε και το λίπος επί ξηρού.

Η υγρασία του τυριού φέτα μετά την ωρίμανση κυμάνθηκε από 52,31 έως 57,18%, με μέση τιμή 55,37%.

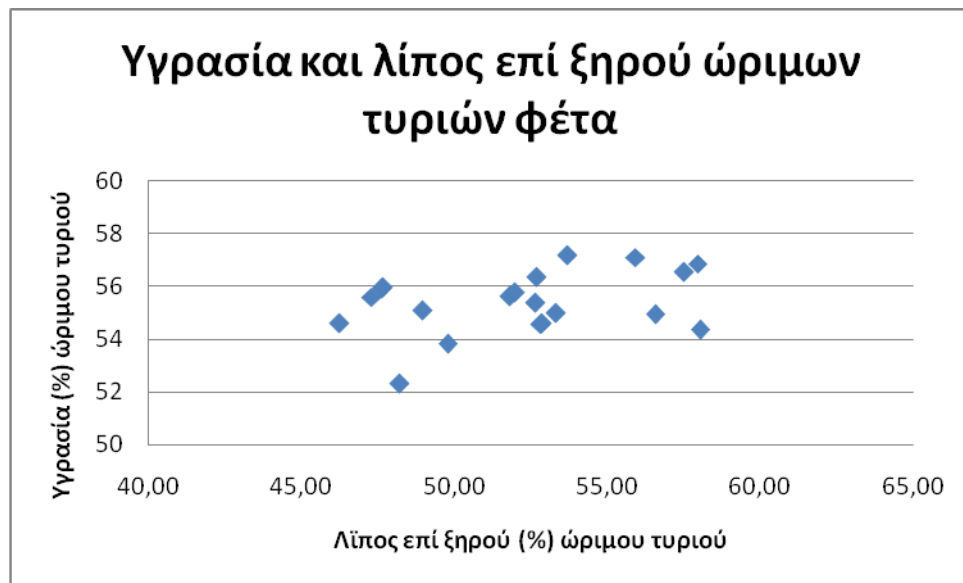
Πίνακας 8. Απόκλιση δειγμάτων από τις απαιτήσεις της νομοθεσίας για το τυρί φέτα

<b>Παράμετρος</b>	<b>Απαιτήσεις νομοθεσίας (%)</b>	<b>Αριθμός δειγμάτων εκτός ορίων</b>	<b>Δείγματα εκτός ορίων νομοθεσίας επί του συνόλου (%)</b>
<b>Υγρασία ώριμου τυριού</b>	$\leq 56\%$	5/20	25
<b>Λίπος επί ξηρού ώριμου τυριού</b>	$\geq 43\%$	0/20	0

Ανάμεσα στα δείγματα που εξετάστηκαν εντοπίστηκαν 5 δείγματα, όπου η τιμή της υγρασίας ξεπερνούσε το 56% που ορίζει ο Κώδικας Τροφίμων και Ποτών για το τυρί φέτα (Πίνακας 8). Υψηλότερες τιμές υγρασίας στο τυρί, δηλαδή χαμηλότερες τιμές ολικών στερεών έχουν συσχετιστεί με υψηλή περιεκτικότητα του γάλακτος σε πρωτεΐνη (Lou & Ng-Kwai-Hang, 1992; Guinee et al. 2006).

Το λίπος του τυριού φέτα μετά την ωρίμανση κυμάνθηκε από 20,0 έως 26,5%, με μέση τιμή 23,38%. Υψηλότερες τιμές λίπους στο τυρί, έχουν συσχετιστεί με υψηλή περιεκτικότητα του γάλακτος σε πρωτεΐνη (Guinee et al. 2006).

Το λίπος επί ξηρού υπολογίστηκε με βάση τα αποτελέσματα της υγρασίας και του λίπους. Κυμάνθηκε από 46,25% έως 58,04%, με μέση τιμή 52,18%. Παρατηρούμε ότι κανένα δείγμα δεν περιείχε λιγότερο από 43% λίπος υπολογιζόμενο επί ξηρού, την ελάχιστη τιμή που ορίζει ο Κώδικας Τροφίμων και Ποτών για το τυρί φέτα (Πίνακας 8).



Εικόνα 3. Διάγραμμα διασποράς υγρασίας (%) και λίπους επί ξηρού (%) ώριμων τυριών φέτα

Στα αποτελέσματα των αναλύσεων εφαρμόστηκε στατιστική επεξεργασία. Πιο

συγκεκριμένα, εξετάστηκε η ένταση και η φύση των σχέσεων μεταξύ των παραμέτρων, με τον προσδιορισμό του συντελεστή Pearson. Ο γραμμικός συντελεστής Pearson παίρνει τιμές από -1 έως 1. Η τιμή του συντελεστή 1 σημαίνει τέλεια θετική γραμμική συσχέτιση, ενώ τιμή -1 σημαίνει τέλεια αρνητική γραμμική συσχέτιση. Τιμή 0 σημαίνει ότι δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών (Ζαφειρόπουλος, χ.χ.).

- ❖ -1 έως -0,5 θεωρούμε ότι είναι υψηλός αρνητικός συντελεστής συσχέτισης
- ❖ -0,5 έως -0,2: θεωρούμε ότι είναι χαμηλός αρνητικός συντελεστής συσχέτισης
- ❖ -0,2 έως 0,2: θεωρούμε ότι ο συντελεστής συσχέτισης είναι μηδενικός
- ❖ 0,2 έως 0,5: θεωρούμε ότι είναι χαμηλός θετικός συντελεστής συσχέτισης
- ❖ 0,5 έως 1: θεωρούμε ότι είναι υψηλός θετικός συντελεστής συσχέτισης

Από τις συσχετίσεις ανάμεσα στις παραμέτρους προέκυψαν τα αποτελέσματα του Πίνακα 9. Ο πίνακας των συσχετίσεων, όπως προέκυψε από το πρόγραμμα SPSS δίνεται στο Παράρτημα 2.

Πίνακας 9. Αποτελέσματα συσχετίσεων των παραμέτρων που εξετάστηκαν

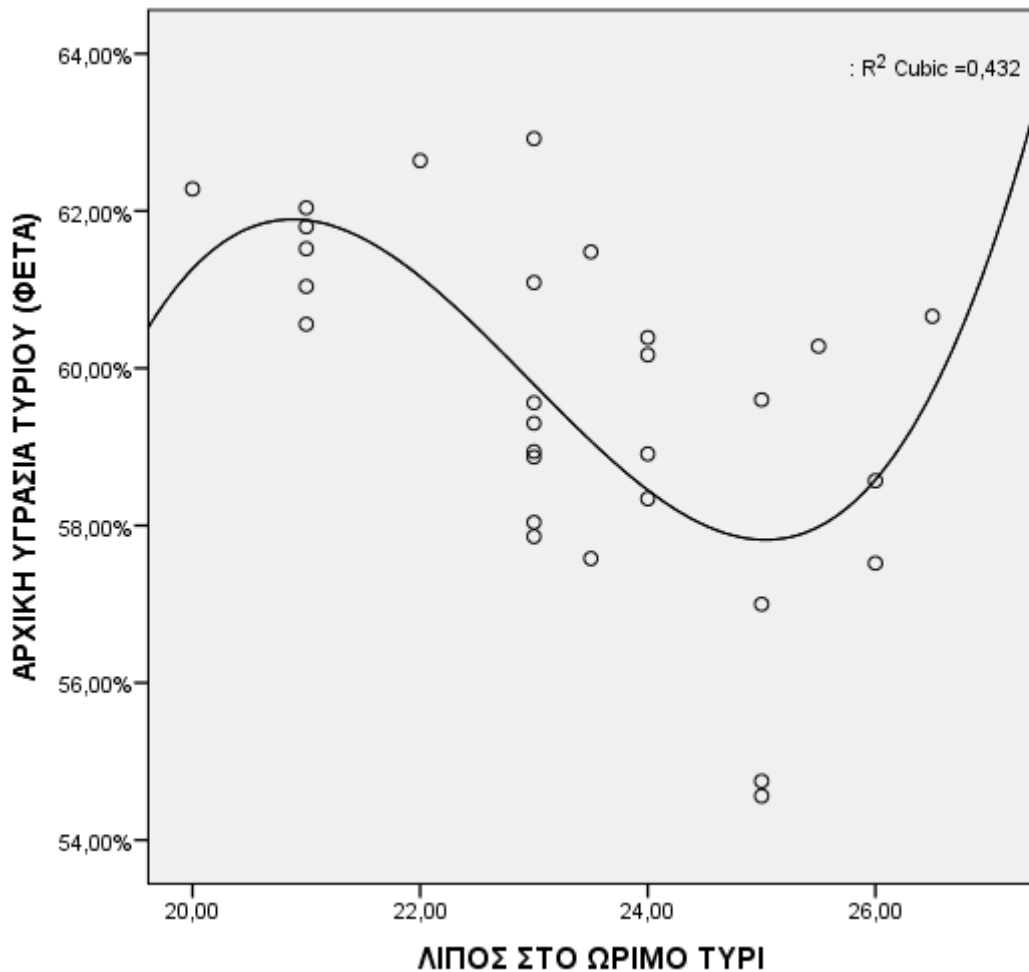
<b>Ζεύγος παραμέτρων</b>	<b>Συντελεστής Pearson</b>	<b>Επίπεδο Σημαντικότητας</b>
<b>Υγρασία φρέσκου τυριού – Λίπος γάλακτος</b>	-0,004	0,985
<b>Υγρασία φρέσκου τυριού – Λίπος ώριμου τυριού</b>	-0,571	0,001**
<b>Υγρασία φρέσκου τυριού – Υγρασία ώριμου τυριού</b>	-0,310	0,260
<b>Λίπος γάλακτος – Λίπος</b>	-0,068	0,727

<b>Ζεύγος παραμέτρων</b>	<b>Συντελεστής Pearson</b>	<b>Επίπεδο Σημαντικότητας</b>
<b>ώριμου τυριού</b>		
<b>Λίπος γάλακτος – Υγρασία ώριμου τυριού</b>	-0,291	0,293
<b>Λίπος ώριμου τυριού - Υγρασία ώριμου τυριού</b>	0,296	0,285

Από τον Πίνακα 9 συμπεραίνουμε τα εξής:

- ✓ Ανάμεσα στην υγρασία του φρέσκου τυριού και στο λίπος του γάλακτος που τυροκομήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης ( $r = -0,004$ ) είναι μηδενικός και μη στατιστικά σημαντικός.
- ✓ Ανάμεσα στην υγρασία του φρέσκου τυριού και στο λίπος του ώριμου τυριού ο συντελεστής συσχέτισης ( $r = -0,571$ ) είναι υψηλός αρνητικός και στατιστικά σημαντικός σε επίπεδο σημαντικότητας 0,01.
- ✓ Ανάμεσα στην υγρασία του φρέσκου τυριού και στην υγρασία του ώριμου τυριού ο συντελεστής συσχέτισης ( $r = -0,310$ ) είναι χαμηλός αρνητικός και μη στατιστικά σημαντικός.
- ✓ Ανάμεσα στο λίπος του γάλακτος που τυροκομήθηκε και στο λίπος του τυριού μετά την ωρίμανση ο συντελεστής συσχέτισης ( $r = -0,068$ ) είναι μηδενικός και μη στατιστικά σημαντικός.
- ✓ Ανάμεσα στο λίπος γάλακτος που τυροκομήθηκε και στην υγρασία του ώριμου τυριού ο συντελεστής συσχέτισης ( $r = -0,291$ ) είναι χαμηλός αρνητικός και μη στατιστικά σημαντικός.
- ✓ Ανάμεσα στο λίπος του ώριμου τυριού και στην υγρασία του ώριμου τυριού ο συντελεστής συσχέτισης ( $r = 0,296$ ) είναι χαμηλός θετικός και μη στατιστικά

σημαντικός.



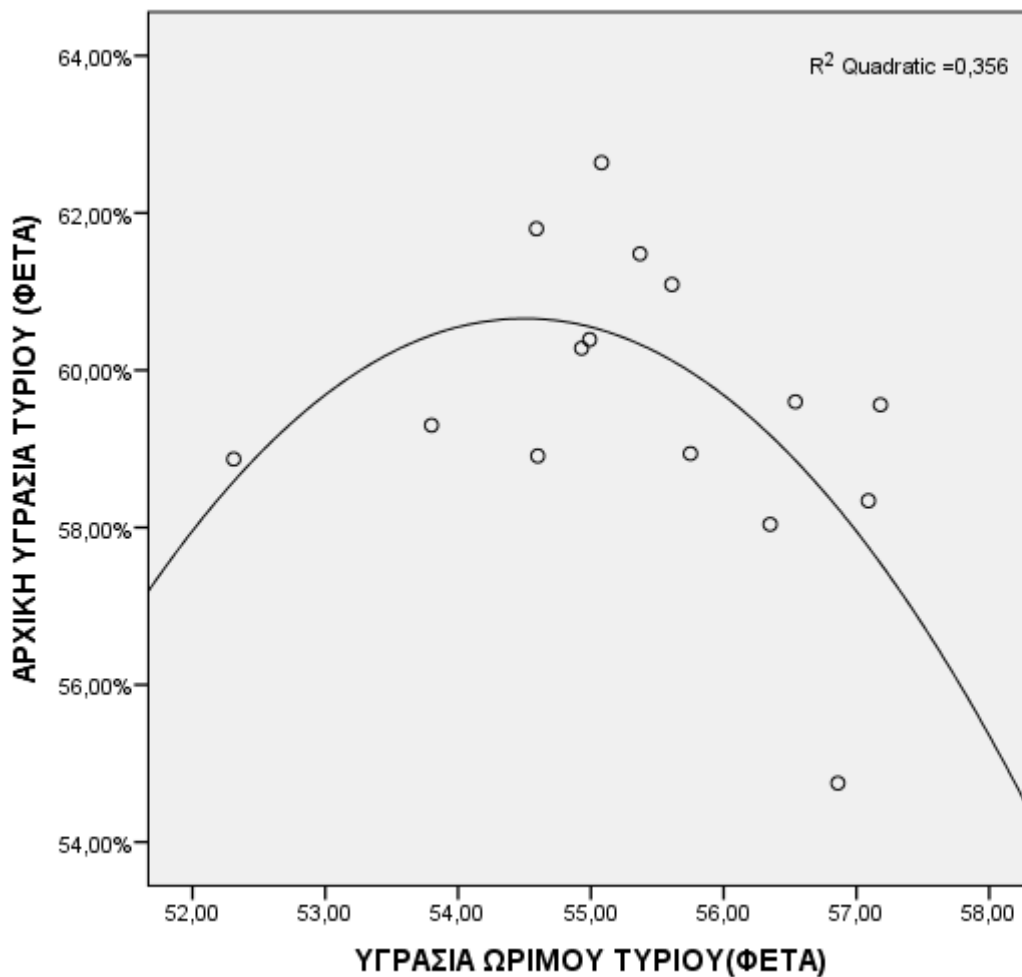
Εικόνα 4. Διάγραμμα διασποράς αρχικής υγρασίας τυριού – λίπους ώριμου τυριού.

Από το διάγραμμα διασποράς της υγρασίας του φρέσκου τυριού και του λίπους του ώριμου τυριού φαίνεται ότι δεν υπάρχει γραμμική σχέση ανάμεσα στις δύο παραμέτρους αλλά μάλλον η συσχέτιση είναι καμπυλόγραμμη και περιγράφεται καλύτερα από τριτοβάθμια εξίσωση.

Άλλοι ερευνητές έχουν δείξει επίσης αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στην υγρασία του τυριού και στο λίπος αυτού, για τυριά τύπου Cheddar (Guinee et al. 2006).

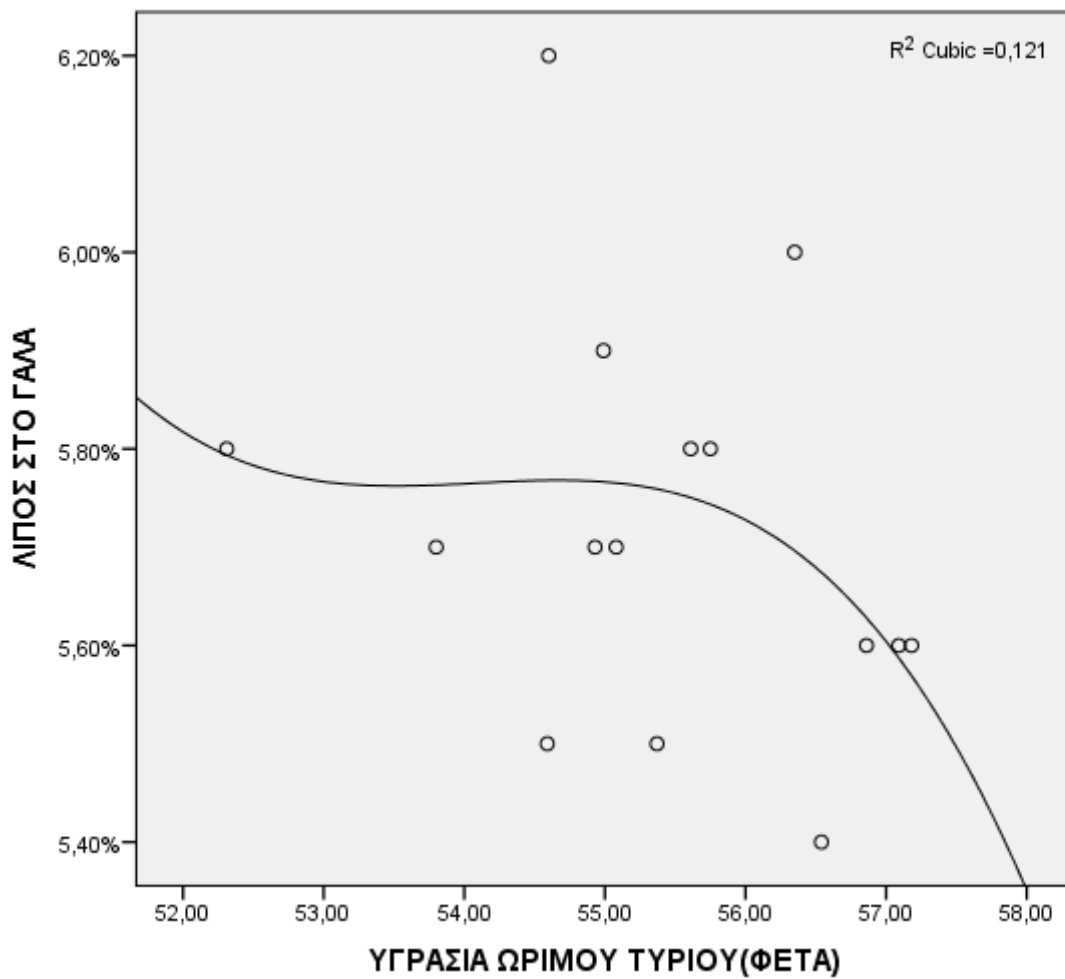


Συγκεκριμένα, αναφέρεται ότι όταν παρατηρήθηκε μειωμένη υγρασία του τυριού παρατηρήθηκε αυξημένη περιεκτικότητα σε λίπος και συνδέονται αυτά τα φαινόμενα με την αυξημένη περιεκτικότητα του γάλακτος σε πρωτεΐνη. Αντίστοιχες μελέτες για τυριά όπως η φέτα ή άλλα ελληνικά τυριά δεν βρέθηκαν, παρά μόνο αναφορές για την παρασκευή τυριού φέτας μειωμένης λιποπεριεκτικότητας, όπου χρησιμοποιήθηκε άμυλο ταπιόκας και η μειωμένη λιποπεριεκτικότητα συνοδεύτηκε από αυξημένη υγρασία του τυριού και μειωμένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (Sipahioglu et al. 1999).



Εικόνα 5. Διάγραμμα διασποράς αρχικής υγρασίας τυριού – υγρασίας ώριμου τυριού.

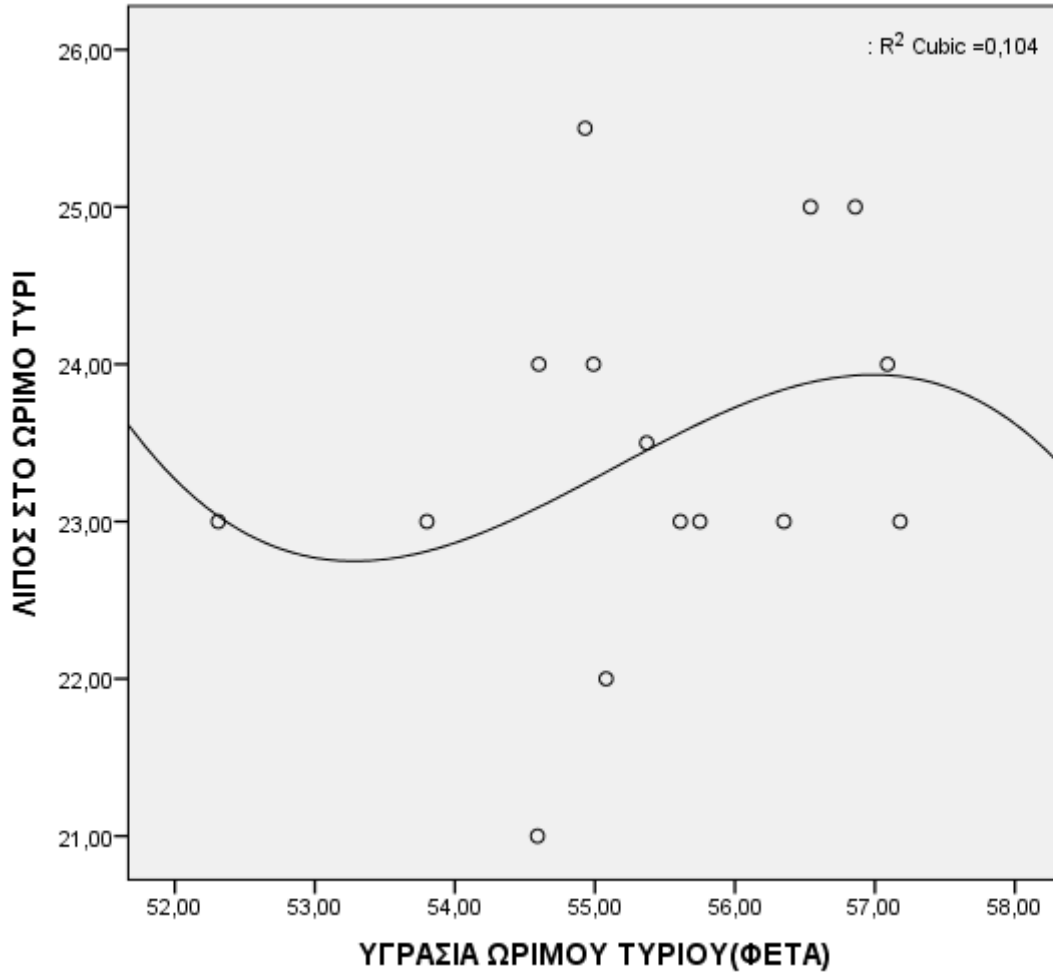
Από το διάγραμμα διασποράς της υγρασίας του φρέσκου τυριού και της υγρασίας του ώριμου τυριού φαίνεται ότι υπάρχει περισσότερο καμπυλόγραμμη συσχέτιση παρά γραμμική ανάμεσα στις δύο παραμέτρους και περιγράφεται καλύτερα από δευτεροβάθμια εξίσωση.



Εικόνα 6. Διάγραμμα διασποράς λίπους γάλακτος που τυροκομήθηκε – υγρασίας ώριμου τυριού.

Από το διάγραμμα διασποράς λίπους γάλακτος που τυροκομήθηκε – υγρασίας ώριμου τυριού (Εικόνα 6) φαίνεται ότι υπάρχει μεγάλη διασπορά, δηλαδή ο συντελεστής συσχέτισης είναι μικρός. Η συσχέτιση είναι καμπυλόγραμμη παρά γραμμική και περιγράφεται καλύτερα από τριτοβάθμια εξίσωση.

Σε αντίθεση με τα δικά μας αποτελέσματα, οι Lou & Ng-Kwai Hand, (1992) προσδιόρισαν θετική συσχέτιση ανάμεσα στο λίπος του γάλακτος και το λίπος του παραγόμενου τυριού Cheddar και αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στο λίπος του γάλακτος και την υγρασία του παραγόμενου τυριού Cheddar, δηλαδή όσο υψηλότερη λιποπεριεκτικότητα είχε το γάλα, τόσο υψηλότερη ήταν η λιποπεριεκτικότητα του τυριού και χαμηλότερη η υγρασία του. Μάλιστα, η λιποπεριεκτικότητα του τυριού αυξανόταν κατά 4,22% για κάθε αύξηση της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος κατά 1%. Υπάρχουν περιπτώσεις ωστόσο, όπου δεν συμβαίνει αυτό και αποδίδεται σε χαμηλή περιεκτικότητα καζεϊνών στο γάλα, που έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια λίπους στο τυρόγαλα (Lou & Ng-Kwai Hand, 1992; Guinee et al. 2007). Στην παρούσα εργασία δεν υπάρχουν δεδομένα για την περιεχόμενη στο γάλα πρωτεΐνη για να εξαχθεί κάποιο σχετικό συμπέρασμα.



Εικόνα 7. Διάγραμμα διασποράς λίπους ώριμου τυριού – υγρασίας ώριμου τυριού.

Από το διάγραμμα διασποράς λίπους ώριμου τυριού – υγρασίας ώριμου τυριού (Εικόνα 7) φαίνεται ότι υπάρχει περισσότερο καμπυλόγραμμη συσχέτιση παρά γραμμική ανάμεσα στις δύο παραμέτρους, η οποία περιγράφεται καλύτερα από τριτοβάθμια εξίσωση.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων και την εφαρμογή στατιστικής επεξεργασίας σε αυτά προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

Παρατηρήθηκε μεγάλη διακύμανση στη λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε για τυροκόμηση που κυμάνθηκε από 5,40 έως 6,20%.

Αποτέλεσμα της παραπάνω διακύμανσης ήταν οι διακυμάνσεις στη σύσταση του τελικού προϊόντος (φέτα), στο οποίο μετά την ωρίμανση προσδιορίστηκαν τιμές υγρασίας από 52,31 έως 57,18% και λίπους επί ξηρού από 46,25% έως 58,04%.

Σε ποσοστό 25% των δειγμάτων τυριού φέτα μετά την ωρίμανση προσδιορίστηκαν επίπεδα υγρασίας υψηλότερα από τα επιτρεπόμενα από τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, χωρίς όμως να αποκλίνουν σε μεγάλο βαθμό από την τιμή που ορίζει η νομοθεσία.

Προσδιορίστηκε στατιστικά σημαντική υψηλή αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στην υγρασία του φρέσκου τυριού και το λίπος του ώριμου τυριού, δηλαδή υψηλή υγρασία του φρέσκου τυριού έχει ως αποτέλεσμα χαμηλή λιποπεριεκτικότητα του ώριμου τυριού.

Δεν προσδιορίστηκε συσχέτιση, χωρίς ωστόσο να μπορεί να αποκλειστεί, ανάμεσα στο λίπος του γάλακτος που τυροκομήθηκε και στην υγρασία του φρέσκου τυριού, καθώς και ανάμεσα στο λίπος του γάλακτος που τυροκομήθηκε και στο λίπος του ώριμου τυριού.

Χαμηλή αρνητική συσχέτιση προσδιορίστηκε ανάμεσα υγρασία του φρέσκου τυριού και στην υγρασία του ώριμου τυριού, καθώς και ανάμεσα στο λίπος του γάλακτος που τυροκομήθηκε και στην υγρασία του ώριμου τυριού, δηλαδή αυξημένες τιμές της πρώτης παραμέτρου παρουσιάζονται ταυτόχρονα με μειωμένες τιμές της δεύτερης παραμέτρου.

Χαμηλή θετική συσχέτιση προσδιορίστηκε ανάμεσα στο λίπος του ώριμου τυριού και στην υγρασία του ώριμου τυριού, δηλαδή μειωμένες τιμές της υγρασίας παρουσιάζονται ταυτόχρονα με μειωμένες τιμές του λίπους.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### ***Ελληνική***

Ανυφαντάκης Μ. (1982). Μέθοδοι εξέτασεως του γάλακτος και των προϊόντων του. Εκδ. Καραμπερόπουλος.

Ανυφαντάκης, Ε.Μ. (1998). Ελληνικά τυριά. Μία παράδοση αιώνων. Εκδ. Εθνική Επιτροπή Γάλακτος, Αθήνα.

Δημητρέλη, Γ. (2014). Τεχνολογία και έλεγχος ποιότητας γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων. ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης.

Δημητρέλη, Γ. (2014). Τεχνολογία και έλεγχος ποιότητας γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων – Σημειώσεις για το εργαστήριο. Θεσσαλονίκη: ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης.

Ζαρμπούτης, Ι.Β. (1994). Γαλακτοκομία. Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ.

Ζαφειρόπουλος, Κ. (χ.χ.). Στατιστική ανάλυση με χρήση Η/Υ. Βοηθητικές σημειώσεις για SPSS. Θεσσαλονίκη: Πανεπιστήμιο Μακεδονίας. Τμήμα Διεθνών και Ευρωπαϊκών σπουδών.

Ζερφυρίδης, Γ., 2001. Τεχνολογία προϊόντων γάλακτος Ι. Τυροκομία. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη.

Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 273/2008 [Επίσημη Εφημερίδα L 88 της 29.3.2008]. Μέθοδοι ανάλυσης και ποιοτικής αξιολόγησης του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων.

Καμινारीδης, Σ. και Μοάτσου, Γ. (2009). Γαλακτοκομία. Αθήνα: Εκδόσεις Έμβρυο.

Καραουλάνης, Γ.Δ. (1998). Αρχές ποιοτικού ελέγχου τροφίμων. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Art of text.

Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (2009). Αθήνα: Γενικό Χημείο του Κράτους.

Μάντης, Α.Ι. (2000). Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του. Γ' έκδοση. Θεσσαλονίκη: Εκδοτικός οίκος Αδελφών Κυριακίδη Α.Ε.

Παναγιωτόπουλος, Ν., (1981). Αρχές επεξεργασίας γαλακτοκομικών προϊόντων II. Αθήνα: Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων.

### ***Ξενογλώσση***

Guinee, T. P. , O’Kennedy, B. T. & Kelly, P. M. (2006). Effect of Milk Protein Standardization Using Different Methods on the Composition and Yields of Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Science* 89, 468–482.

Guinee, T. P., Mulholland, E. O., Kelly, J. & Callaghan, D. J. O. (2007). Effect of Protein-to-Fat Ratio of Milk on the Composition, Manufacturing Efficiency, and Yield of Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Science* 90, 110–123.

Lou, Y. & Ng-Kwai-Hang, K.F. (1992). Effects of protein and fat levels in milk on cheese and whey compositions. *Food Research International* 25, 445-451.

PM Food & Dairy Consulting (2014). World cheese market 2000-2010. Denmark. Διαθέσιμο στο: <http://pmfood.dk/upl/9735/WCMINFORMATION.pdf>

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. *International Dairy Journal* 9, 783-789.

USDA (2015). Dairy: World markets and trade. Διαθέσιμο στο: <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/dairy.pdf>

WHO/FAO (2011). Codex Alimentarius/ Milk and milk products. 2<sup>nd</sup> edition. Rome. Διαθέσιμο στο: <http://www.fao.org/docrep/015/i2085e/i2085e00.pdf>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Ι. Αναλυτικά αποτελέσματα φυσικοχημικών αναλύσεων

ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΥΡΙΟΥ (ΦΕΤΑ)	ΛΙΠΟΣ ΣΤΟ ΓΑΛΑ	ΛΙΠΟΣ ΣΤΟ ΤΥΡΙ	ΥΓΡΑΣΙΑ ΩΡΙΜΟΥ ΤΥΡΙΟΥ(ΦΕΤΑ)	ΣΤΕΡΕΟ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑ	ΛΙΠΟΣ ΕΠΙ ΞΗΡΟΥ
22/4/2015	61,80%	5,50%	21	54,59	45,41	46,25
27/4/2015	62,64%	5,70%	22	55,08	44,92	48,98
28/4/2015	61,04%	6,00%	21	55,94	44,06	47,66
4/5/2015	54,75%	5,60%	25	56,86	43,14	57,95
5/5/2015	59,56%	5,60%	23	57,18	42,82	53,71
6/5/2015	61,48%	5,50%	23,5	55,37	44,63	52,66
7/5/2015	61,09%	5,80%	23	55,61	44,39	51,81
21/5/2015	58,57%	5,90%	26			
25/5/2015	58,34%	5,60%	24	57,09	42,91	55,93
26/5/2015	62,04%	5,70%	21			



ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΥΡΙΟΥ (ΦΕΤΑ)	ΛΙΠΟΣ ΣΤΟ ΓΑΛΑ	ΛΙΠΟΣ ΣΤΟ ΤΥΡΙ	ΥΓΡΑΣΙΑ ΩΡΙΜΟΥ ΤΥΡΙΟΥ(ΦΕΤΑ)	ΣΤΕΡΕΟ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑ	ΛΙΠΟΣ ΕΠΙ ΞΗΡΟΥ
27/5/2015	58,87%	5,80%	23	52,31	47,69	48,23
29/5/2015	60,17%	5,70%	24	54,57	45,43	52,83
1/6/2015	57,52%	5,90%	26			
2/6/2015	59,30%	5,70%	23	53,8	46,2	49,78
3/6/2015	62,92%	5,80%	23			
5/6/2015	57,86%	5,70%	23			
6/6/2015	58,94%	5,80%	23	55,75	44,25	51,98
8/6/2015	58,91%	6,20%	24	54,6	45,4	52,86
9/6/2015	57,00%	5,40%	25			
10/6/2015	58,04%	6,00%	23	56,35	43,65	52,69
11/6/2015	59,60%	5,40%	25	56,54	43,46	57,52
12/6/2015	61,52%	5,70%	21	55,89	44,11	47,61

<b>ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ</b>	<b>ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΥΡΙΟΥ (ΦΕΤΑ)</b>	<b>ΛΙΠΟΣ ΣΤΟ ΓΑΛΑ</b>	<b>ΛΙΠΟΣ ΣΤΟ ΤΥΡΙ</b>	<b>ΥΓΡΑΣΙΑ ΩΡΙΜΟΥ ΤΥΡΙΟΥ(ΦΕΤΑ)</b>	<b>ΣΤΕΡΕΟ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑ</b>	<b>ΛΙΠΟΣ ΕΠΙ ΞΗΡΟΥ</b>
14/6/2015	60,39%	5,90%	24	54,99	45,01	53,32
16/6/2015	54,56%	5,80%	25			
22/6/2015	60,28%	5,70%	25,5	54,93	45,07	56,58
23/6/2015	57,58%	5,90%	23,5			
24/6/2015	60,66%	5,70%	26,5	54,34	45,66	58,04
25/6/2015	62,28%	6,10%	20			
26/6/2015	60,56%	5,40%	21	55,59	44,41	47,29

II. Πίνακας συσχετίσεων

Correlations

		ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΥΡΙΟΥ (ΦΕΤΑ)	ΛΙΠΟΣ ΣΤΟ ΓΑΛΑ	ΛΙΠΟΣ ΣΤΟ ΤΥΡΙ	ΥΓΡΑΣΙΑ ΩΡΙΜΟΥ ΤΥΡΙΟΥ(ΦΕΤΑ)
ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΥΡΙΟΥ (ΦΕΤΑ)	Pearson Correlation	1	-,004	-,571**	-,310
	Sig. (2-tailed)		,985	,001	,260
	Sum of Squares and Cross-products	126,947	-,043	-58,511	-10,849
	Covariance	4,534	-,002	-2,090	-,775
	N	29	29	29	15
ΛΙΠΟΣ ΣΤΟ ΓΑΛΑ	Pearson Correlation	-,004	1	-,068	-,291
	Sig. (2-tailed)	,985		,727	,293
	Sum of Squares and Cross-products	-,043	1,130	-,655	-1,118
	Covariance	-,002	,040	-,023	-,080
	N	29	29	29	15

ΛΙΠΟΣ ΣΤΟ ΤΥΡΙ	Pearson Correlation	-.571**	-.068	1	,296
	Sig. (2-tailed)	,001	,727		,285
	Sum of Squares and Cross-products	-58,511	-.655	82,828	6,407
	Covariance	-2,090	-.023	2,958	,458
	N	29	29	29	15
ΥΓΡΑΣΙΑ ΩΡΙΜΟΥ ΤΥΡΙΟΥ(ΦΕΤΑ)	Pearson Correlation	-.310	-.291	,296	1
	Sig. (2-tailed)	,260	,293	,285	
	Sum of Squares and Cross-products	-10,849	-1,118	6,407	24,421
	Covariance	-.775	-.080	,458	1,744
	N	15	15	15	15

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).