

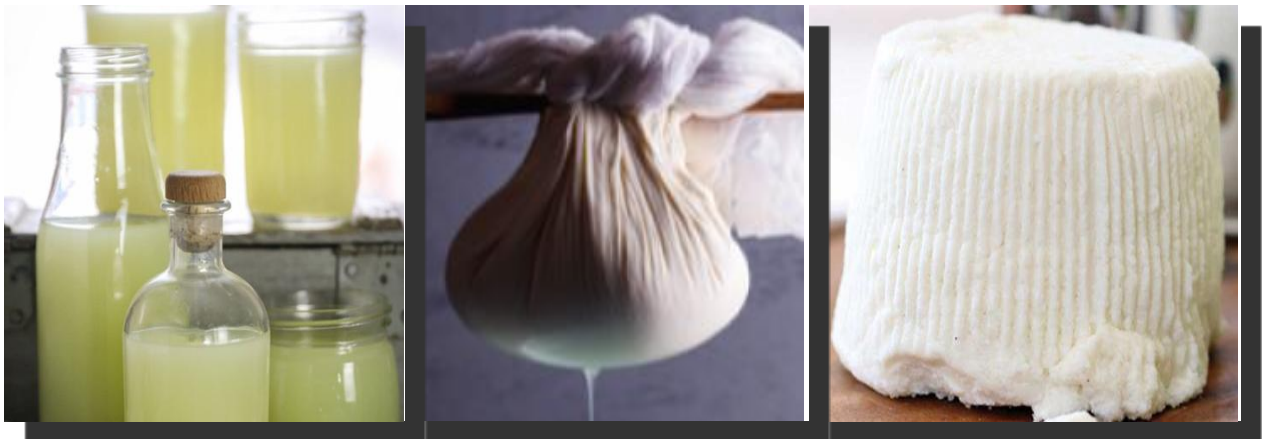


ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΚΑΙ  
ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ»**

***Επίδραση του λίπους του τυρογάλακτος επί των φυσικοχημικών  
χαρακτηριστικών και αποδόσεων τυριών τυρογάλακτος***



*Ζαγάρη Γ. Ελένη*

Εισηγητής: Καμιναρίδης Σ., Καθηγητής

ΜΑΪΟΣ 2018 – ΑΘΗΝΑ

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΚΑΙ  
ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ»**

**Επίδραση του λίπους του τυρογάλακτος επί των φυσικοχημικών  
χαρακτηριστικών και αποδόσεων τυριών τυρογάλακτος**

*Μεταπτυχιακή ερευνητική μελέτη της φοιτήτριας*

*Ζαγάρη Γ. Ελένης*

**Εισηγητής: Καμιναρίδης Σ., Καθηγητής**

**Εξεταστική Επιτροπή:**

**Καμιναρίδης Σ., Καθηγητής**

**Μασούρας Θ., Αναπληρωτής Καθηγητής**

**Χαρισμιάδου Μ., Επίκουρη Καθηγήτρια**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΚΑΙ  
ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ»**

**Επίδραση του λίπους του τυρογάλακτος επί των φυσικοχημικών  
χαρακτηριστικών και αποδόσεων τυριών τυρογάλακτος**

*Μεταπτυχιακή ερευνητική μελέτη της φοιτήτριας*

*Ζαγάρη Γ. Ελένης*

**Εισηγητής: Καμιναρίδης Σ., Καθηγητής**

**Εξεταστική Επιτροπή:**

**Καμιναρίδης Σ., Καθηγητής**

**Μασούρας Θ., Αναπληρωτής Καθηγητής**

**Χαρισμιάδου Μ., Επίκουρη Καθηγήτρια**

## *Ευχαριστίες*

Με την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, θεωρώ υποχρέωσή μου, να ευχαριστήσω όλους όσους εργάστηκαν ανιδιοτελώς και με ιδιαίτερο ζήλο, για την εκπόνησή της. Συγκεκριμένα, τις θερμές ευχαριστίες μου θα ήθελα να απευθύνω, στον επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Καμιναρίδη Στέλιο, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, αναθέτοντάς μου την παρούσα εργασία, αλλά και για τη συνεχή καθοδήγησή του σε όλα τα στάδια εκπόνησης αυτής. Ιδιαίτερα ευγνώμων είμαι στην κ. Ζωΐδου Ευαγγελία, γεωπόνο, μέλος ΕΔΠ, η συμβολή της οποίας ήταν καταλυτική, τόσο στο στάδιο του πειράματος, όσο και κατά τη συγγραφή της μελέτης. Με τη συμπαράσταση, τις συμβουλές και τις υποδείξεις της, συντέλεσε ώστε να ανταπεξέλθω στις απαιτήσεις ενός τέτοιου εγχειρήματος. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αν. Καθηγητή κ. Μασούρα Θεόφιλο για την επίβλεψη στην ανάλυση των πτητικών αρωματικών συστατικών των τυριών, όπως και την Επικ. Καθηγήτρια κ. Χαρισμιάδου Μαρία, για το χρόνο που διέθεσε για να μελετήσει την εργασία, αλλά και τη γνώση που μου μετέδωσε καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, έγινε με τις χρήσιμες υποδείξεις της καθηγήτριας, κ. Σωτηράκογλου Κυριακίτσας, την οποία και ευχαριστώ θερμά.

Θα ήταν σημαντική παράλειψη, αν δεν ανέφερα την πολύτιμη βοήθεια κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, του τυροκόμου, μέλους ΕΤΕΠ του Εργαστηρίου Γαλακτοκομίας κ. Πάσχου Θεόδωρου, τον οποίο και ευχαριστώ ιδιαίτερα, αλλά και του υποψήφιου διδάκτορα κ. Παπακίτσου Γεράσιμου, για την βοήθειά του στον προσδιορισμό των πτητικών αρωματικών ουσιών.

Τέλος, ευχαριστώ τον πατέρα μου Ιωάννη, που αποτέλεσε την κινητήριου δύναμη για την ολοκλήρωση των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
SUMMARY .....	10
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
<b>Α.ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....</b>	<b>13</b>
1. ΤΥΡΙΑ.....	13
1.1 Γενικά για τα τυριά.....	13
1.1.1 Προοπτικές τυροκομικών προϊόντων.....	14
1.2 Σύσταση τυριών.....	17
1.3 Η απόδοση του γάλακτος σε τυρί.....	18
2. ΤΥΡΟΓΑΛΛΑ.....	21
2.1 Παραγωγή τυρογάλακτος.....	21
2.2 Χημική σύσταση τυρογάλακτος.....	23
2.3 Διατροφική αξία τυρογάλακτος.....	26
2.4 Αξιοποίηση του τυρογάλακτος.....	27
2.4.1 Οι χρήσεις του τυρογάλακτος.....	27
3. ΤΥΡΙΑ ΤΥΡΟΓΑΛΑΚΤΟΣ.....	32
3.1 Παραγωγή τυριών τυρογάλακτος .....	32
3.2 Τεχνολογία παρασκευής τυριών τυρογάλακτος.....	32

3.3 Τύποι τυριών τυρογάλακτος.....	35
3.4 Χημική σύσταση τυριών τυρογάλακτος.....	37
4. ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΤΥΡΙΑ ΤΥΡΟΓΑΛΑΚΤΟΣ.....	39
4.1 Παραγωγή Ελληνικών τυριών τυρογάλακτος .....	39
4.2 Χημική σύσταση και χαρακτηριστικά Ελληνικών τυριών τυρογάλακτος.....	42
4.2.1 Μυζήθρα.....	44
4.2.2 Ανθότυρος.....	45
4.2.3 Μανούρι.....	45
4.2.4 Ξινομυζήθρα.....	46
4.3 Τεχνολογία παρασκευής Ελληνικών τυριών τυρογάλακτος.....	47
4.3.1 Τεχνολογία παρασκευής Μυζήθρας.....	49
4.3.2 Τεχνολογία παρασκευής Ανθότυρου.....	50
4.3.3 Τεχνολογία παρασκευής Μανουριού.....	50
4.3.4 Τεχνολογία παρασκευής Ξινομυζήθρας.....	51
<b>B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....</b>	<b>52</b>
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	52
5.1 Πειραματικός σχεδιασμός – Πρώτες ύλες.....	52
5.2 Τεχνολογία παρασκευής τυριών τυρογάλακτος.....	53
5.2.1 Δειγματοληψία και κωδικοποίηση δειγμάτων.....	55
5.3 Φυσικοχημικές αναλύσεις.....	55

5.3.1 Ανάλυση κύριων συστατικών .....	55
5.3.1.2 Προσδιορισμός της λιποπεριεκτικότητας.....	56
5.3.1.3 Προσδιορισμός της ξηρής ουσίας/ υγρασίας.....	56
5.3.1.4 Προσδιορισμός της τέφρας.....	56
5.3.1.5 Προσδιορισμός του pH.....	56
5.3.2 Προσδιορισμός σακχάρων.....	57
5.3.3 Προσδιορισμός ανόργανων στοιχείων Ca, K, Na, Mg.....	57
5.3.4 Προσδιορισμός αρωματικών συστατικών SPME .....	57
5.3.5 Ρεολογικές αναλύσεις.....	58
5.3.6 Οργανοληπτική αξιολόγηση.....	58
5.3.7 Στατιστική επεξεργασία.....	59
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ.....	60
6.1 Γάλα τυροκόμησης- Τυρόγαλα.....	60
6.2 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τυρογάλακτος (pH και χημική σύσταση).....	60
6.2.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά κρέμας.....	62
6.3. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά αποπρωτεϊνωμένου ορού.....	62
6.4 Απόδοση και συντελεστές μετατροπής .....	64
6.5 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τυριών τυρογάλακτος.....	67
6.5.1.pH.....	69
6.5.2.Λίπος .....	70

6.5.3 Υγρασία – Ξηρή ουσία.....	70
6.5.4 Πρωτεΐνες.....	71
6.5.5 Τέφρα.....	71
6.5.6 Ανόργανα στοιχεία.....	72
6.5.7 Σάκχαρα και οργανικά οξέα.....	72
6.6 Πτητικά συστατικά.....	73
6.7 Ρεολογικά χαρακτηριστικά.....	80
6.8 Οργανοληπτική αξιολόγηση.....	81
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	83
Βιβλιογραφία.....	85



## Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να αποκτηθούν στοιχεία για την επίδραση του λίπους του τυρογάλακτος, στα φυσικοχημικά, ρεολογικά, αρωματικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, καθώς και στην απόδοση τυριών τυρογάλακτος. Για την υλοποίηση του σκοπού αυτού, παρασκευάστηκαν και μελετήθηκαν τέσσερις τύποι τυριών, από αποκορυφωμένο τυρόγαλα (τυρί Α), από πλήρες τυρόγαλα (τυρί Κ) και από τυρόγαλα με προσθήκη κρέμας με 2,5% και 5% λίπος (τυριά Β και Γ αντίστοιχα).

Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων τύπων τυριών τυρογάλακτος παρατηρήθηκαν στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, στην απόδοση σε τυρί, στο λίπος, στο λίπος επί ξηρού, στην υγρασία, στις πρωτεΐνες, στη λακτόζη, στο ασβέστιο, στη σκληρότητα, στο δείκτη ακαμψίας, στο κομμιώδες και στη μασητικότητα. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικά διαφορές στο pH, την τέφρα, το Mg, K, Na και τη συνεκτικότητα.

Η προσθήκη κρέμας στο τυρόγαλα βελτίωσε τα οργανοληπτικά και ρεολογικά χαρακτηριστικά των τυριών τυρογάλακτος και αύξησε την απόδοση και το ποσοστό αξιοποίησης των επί μέρους συστατικών του τυρογάλακτος. Με βάση τα αποτελέσματα, στο τυρί Γ το λίπος κυρίως, αλλά και οι πρωτεΐνες του τυρογάλακτος, αξιοποιήθηκαν σε μεγάλο βαθμό. Κατά την οργανοληπτική αξιολόγηση, το τυρί Γ απέσπασε την υψηλότερη βαθμολογία (87,2%), είχε το υψηλότερο ποσοστό λίπους (37,3%) και λίπος επί ξηρού (77,5%), ενώ το ποσοστό της υγρασίας του ήταν χαμηλότερο (51,6%) και με βάση την Ελληνική Νομοθεσία χαρακτηρίζεται ως Μανούρι.

Το τυρί Α με λίπος 3,94% και λίπος επί ξηρού 15,80% παρουσίασε τη μεγαλύτερη σκληρότητα και τον υψηλότερο δείκτη ακαμψίας, από όλα τα τυριά που μελετήθηκαν, είχε επίσης τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και ασβέστιο και χαρακτηρίζεται ως τυρί τυρογάλακτος με μειωμένα λιπαρά. Κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο, το τυρί Α θεωρήθηκε υποδεέστερο των υπολοίπων.

Το προφίλ των αρωματικών ενώσεων των πειραματικών τυριών δεν ήταν πλούσιο. Οι πτητικές ενώσεις των τυριών περιελάμβαναν λιπαρά οξέα, κετόνες, εστέρες, υδρογονάνθρακες, αλδεΐδες, λακτόνες, αλκοόλες, αιθέρες, φουράνια και αμίνες. Στο τυρί Κ, κυριαρχούσαν τα

λιπαρά οξέα και οι υδρογονάνθρακες, ενώ στο τυρί Γ υπερίσχυσαν σε αριθμό οι κετόνες και οι αλδεΐδες.

Από το τυρόγαλα μεταφέρθηκε στα υγρά απόβλητα (αποπρωτεϊνωμένοι οροί) 6,47% έως 9,67% του λίπους, 50% έως 61,49% των πρωτεϊνών και μεγάλο ποσοστό από τη λακτόζη (90% έως 93%). Ο ορός Α ήταν ο πιο «επιβαρυνόμενος» από άποψη σύστασης σε σχέση με τους υπόλοιπους.

**Λέξεις κλειδιά:** λίπος τυρογάλακτος, τυριά τυρογάλακτος, φυσικοχημικά, ρεολογικά, οργανοληπτικά, αρωματικά χαρακτηριστικά

## ***SUMMARY***

The aim of this study was to examine the effect of whey fat, on physicochemical, rheological, volatile, organoleptic characteristics and the yield of whey cheeses. Four different types of cheeses were made from skimmed whey (cheese A), whole whey (cheese K) and whey with added cream of 2,5% and 5% fat (cheeses B and C respectively).

Statistically significant differences in organoleptic characteristics, cheese yield, fat, fat in dry matter, moisture, protein, lactose, calcium, hardness, elasticity, gumminess and chewiness were observed between the different types of whey cheeses. No statistically differences were observed in pH, ash, Mg, K, Na and cohesiveness.

The addition of cream to the whey improved the organoleptic and rheological characteristics of whey cheeses and increased the yield and the recovery of whey constituents. The results showed that mainly whey fat, but also whey proteins were recovered to a large extent in cheese C. Cheese C received the highest overall score (87,2%) of all the experimental cheeses in sensory analysis, had also the highest levels of fat (37.3%) and fat in dry matter (77.5%), while its moisture content was lower (51.6%) and according to the Greek Legislation it is characterized as Manouri.

Cheese A had fat content 3,94% and fat in dry matter 15,80% and revealed the highest hardness and lowest elasticity, had the highest protein and calcium content from all the cheeses studied and was characterized as reduced-fat whey cheese. In the sensory analysis cheese A was considered inferior to the rest.

The aromatic profile of all whey cheeses was poor. The volatile compounds included fatty acids, ketones, esters, hydrocarbons, aldehydes, acids, lactones, alcohols, ethers, furans and amines. Fatty acids and hydrocarbons were the most abundant aroma compounds in cheese K, whereas ketones and aldehydes were the most abundant compounds in cheese C.

6.47% to 9.67% of fat, 50% to 61.49% of proteins and a large percentage of lactose (90% to 93%) were transferred to liquid waste (deproteinated serum).

**Keywords:** whey fat, whey cheeses, physicochemical, rheological, organoleptic, volatile characteristics, yield

## Εισαγωγή

Τυρόγαλα ή ορός γάλακτος είναι το υδατικό μέρος του γάλακτος που λαμβάνεται μετά την πήξη του γάλακτος, με τη χρήση πυτιάς ή οξέων και (ή) φυσικοχημικών μεθόδων και την απομάκρυνση του τυροπήγματος ή των καζεϊνών. Παράγεται σε μεγάλες ποσότητες στις γαλακτοβιομηχανίες και η απόρριψή του, έχει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, λόγω του υψηλού οργανικού φορτίου που περιέχει. Η Παγκόσμια παραγωγή του ορού γάλακτος είναι περίπου 180.000.000 τόνοι ετησίως και οι μεγαλύτερες ποσότητες παράγονται στην ΕΕ και στις ΗΠΑ (Yadav et al, 2015).

Το τυρόγαλα αποτελείται από 92-95% w/w νερό και 5-8% w/w ξηρή ουσία, από την οποία περίπου 60-80% είναι λακτόζη, 10-20% πρωτεΐνες, 3-13% λίπος και 8-10% μέταλλα, καθώς και βιταμίνες, γαλακτικό οξύ και ιχνοστοιχεία. Η χημική σύνθεση του τυρογάλακτος διαφέρει ανάλογα με τα τυριά από τα οποία παράγεται και ιδιαίτερα από το είδος του γάλακτος που χρησιμοποιείται για το τυρί. Οι συγκεντρώσεις των κυριότερων πρωτεϊνών του ορού που είναι υψηλής βιολογικής αξίας, στο αίγαιο και πρόβειο τυρόγαλα, είναι υψηλότερες από εκείνες του ορού των βοοειδών.

Στο παρελθόν, το τυρόγαλα κυρίως χρησιμοποιείτο για ζωοτροφή και αρκετές γαλακτοβιομηχανίες το διαχειρίζονταν σαν απόβλητο. Τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν ιδρυθεί σύγχρονα εργοστάσια αξιοποίησης του τυρογάλακτος, δεδομένου ότι τα διατροφικά οφέλη και οι λειτουργικές ιδιότητες των συστατικών του έγιναν ευρέως γνωστά. Η ανάπτυξη τεχνολογιών διαχωρισμού των συστατικών του και πιο συγκεκριμένα της τεχνολογίας μεμβρανών (Giroux et al, 2018), οδήγησε στην παρασκευή μεγάλης ποικιλίας προϊόντων με πρώτη ύλη το τυρόγαλα. Η παρασκευή τυριών τυρογάλακτος είναι ένας τρόπος αξιοποίησης των θρεπτικών του συστατικών, κυρίως των πρωτεϊνών και του λίπους, ενώ παράλληλα και τρόπος μείωσης των συστατικών που απορρίπτονται στο περιβάλλον. Τα τυριά αυτά παρουσιάζουν ιδιαίτερο διατροφικό ενδιαφέρον, καθώς τα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις αναλογίες των κύριων συστατικών τους, ιδιαίτερα του λίπους. Για τη βελτίωση της ποιότητας τους προστίθεται στο τυρόγαλα συνήθως πρόσγαλα σε αναλογία 5-10%.

Στην παρούσα μελέτη, ο εμπλουτισμός του τυρογάλακτος σε λίπος έγινε με προσθήκη κρέμας λιποπεριεκτικότητας ~49% και η καινοτομία του πειράματος, ήταν η συλλογή στοιχείων

για την απόδοση των τεσσάρων τύπων τυρογάλακτος με διαφορετική λιποπεριεκτικότητα σε τυρί, καθώς και η συμμετοχή και αξιοποίηση του κάθε συστατικού του τυρογάλακτος στην παρασκευή του τυριού.

## ΤΥΡΙΑ

### 1.1 Γενικά για τα τυριά

Το τυρί είναι ένα βασικό γαλακτοκομικό προϊόν που παράγεται σε μεγάλες ποσότητες σε παγκόσμια κλίμακα και η παραγωγή του έχει ιδιαίτερη σημασία για την ελληνική γαλακτοκομία. Σύμφωνα με ορισμό του Codex Alimentarius «Τυρί είναι το νωπό ή ώριμο προϊόν που προέρχεται από τη στράγγιση, ύστερα από πήξη του πλήρους, μερικώς αποβουτυρωμένου ή άπαχου γάλακτος ή βουτυρογάλακτος ή μίγματος ορισμένων ή όλων αυτών των προϊόντων» (Μάντης κ συν., 2015). Ο Ελληνικός Κώδικας Τροφίμων, στο άρθρο 83, διακρίνει τα τυριά με βάση την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την παρασκευή τους, σε δύο μεγάλες κατηγορίες, σε αυτά που παρασκευάζονται από γάλα (με ή χωρίς ωρίμαση) και σε αυτά από τυρόγαλα (με ή χωρίς ωρίμαση). Ένας άλλος τρόπος κατάταξης, σύμφωνα με κοινή έκδοση του 2002, από τους Οργανισμούς Τροφίμων και Γεωργίας (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) και Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (World Health Organization, WHO), είναι με βάση την επί % υγρασία στο άνευ λίπους τυρί (MFFB), την επί % λιποπεριεκτικότητα στην ξηρά ουσία του τυριού (FDM) και τον τρόπο ωρίμανσής τους (Πίνακας 1.1.1).

*Πίνακας 1.1.1 Κατάταξη των τυριών κατά FAO/WHO (Ανυφαντάκης 2004)*

Συνεκτικότητα		Λιποπεριεκτικότητα		Τρόπος ωρίμασης
<b>MFFB%</b>	Χαρακτηρισμός	<b>FDB%</b>	Χαρακτηρισμός	Χαρακτηρισμός
<b>&lt;51</b>	Πολύ σκληρό	<b>&gt;60</b>	Υψηλής λιποπεριεκτικότητας	Ωριμασμένο
<b>49-56</b>	Σκληρό	<b>45-60</b>	Πλήρες	Ωριμασμένο με μύκητες
<b>54-69</b>	Ημίσκληρο	<b>24-45</b>	Μέσης λιποπεριεκτικότητας	Χωρίς ωρίμαση/ φρέσκο
<b>&gt;67</b>	Μαλακό	<b>10-25</b>	Χαμηλής λιποπεριεκτικότητας	Σε άλμη
		<b>&lt;10</b>	Άπαχο	

Η μεταβολή του γάλακτος σε τυρί, ανάλογα πάντα με το είδος του τυριού που πρόκειται να παρασκευαστεί, χαρακτηρίζεται από τις εξής φάσεις:

- Την πήξη του γάλακτος με την προσθήκη οξυγαλακτικών καλλιεργειών και πυτιάς.
- Την στράγγιση που περιλαμβάνει: τη διαίρεση, την αναθέρμανση, την τοποθέτηση σε καλούπια, την πίεση, την αναστροφή, την εξαγωγή από τα καλούπια, το αλάτισμα, το στέγνωμα.
- Την ωρίμαση του τυριού.

Κατά την τυροκόμηση, οι φάσεις αυτές μπορεί να διαφέρουν μεταξύ τους ή και να παραλειφθούν εντελώς.

### **1.1.1 Προοπτικές τυροκομικών προϊόντων**

Στην Ευρώπη υπάρχει μια πληθώρα τυριών με εξειδικευμένα χαρακτηριστικά στη γεύση, στην υφή και στο άρωμα, τα οποία έχουν ιδιαίτερη σημασία στην παράδοση κάθε τόπου. Η Ευρωπαϊκή Ένωση για την προστασία των γεωγραφικών ενδείξεων και των ονομασιών προέλευσης των γεωργικών προϊόντων και των τροφίμων, θέσπισε τον κανονισμό 2081/92/ΕΟΚ ο οποίος, το 2006 αντικαταστάθηκε από τον κανονισμό 510/2006, χωρίς ωστόσο να μεταβληθεί το πεδίο εφαρμογής τους και η σκοπιμότητά τους.

Σύμφωνα με τον παραπάνω κανονισμό ως «Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης, ΠΟΠ» χαρακτηρίζεται το όνομα μιας περιοχής, ενός συγκεκριμένου τόπου ή σε εξαιρετικές περιπτώσεις μιας χώρας, το οποίο χρησιμοποιείται στην περιγραφή ενός γεωργικού προϊόντος ή τροφίμου που κατάγεται από αυτήν την περιοχή, το συγκεκριμένο τόπο ή χώρα. Η ποιότητα ή τα χαρακτηριστικά αυτού οφείλονται κυρίως ή αποκλειστικά στο γεωγραφικό περιβάλλον, που περιλαμβάνει τους φυσικούς και ανθρώπινους παράγοντες. Τέλος η παραγωγή, η μεταποίηση και η επεξεργασία του προϊόντος ή τροφίμου αυτού λαμβάνουν χώρα αποκλειστικά στην οριοθετημένη γεωγραφική περιοχή.

Ως «Προστατευόμενη Γεωγραφική Ένδειξη, ΠΓΕ» χαρακτηρίζεται το όνομα μιας περιοχής, ενός συγκεκριμένου τόπου ή σε εξαιρετικές περιπτώσεις μιας χώρας, το οποίο χρησιμοποιείται στην περιγραφή ενός γεωργικού προϊόντος ή τροφίμου που κατάγεται από αυτήν την περιοχή, το συγκεκριμένο τόπο ή τη χώρα. Η συγκεκριμένη ποιότητα, η φήμη ή άλλο

χαρακτηριστικό αυτού μπορούν να αποδοθούν στη γεωγραφική αυτή καταγωγή και του οποίου ένα τουλάχιστον από τα στάδια της παραγωγής, δηλαδή η παραγωγή ή/και μεταποίηση ή/και η επεξεργασία αυτού του προϊόντος ή τροφίμου πραγματοποιούνται αποκλειστικά στην οριοθετημένη γεωγραφική περιοχή.

Ο κατάλογος των ελληνικών τυριών που έχουν χαρακτηριστεί ως Π.Ο.Π, περιλαμβάνει 21 τυριά, τα οποία παρατίθενται στον Πίνακα 1.1.1.1:

*Πίνακας 1.1.1.1 Ελληνικά παραδοσιακά τυριά Π.Ο.Π (Ανυφαντάκης, 2004)*

ΟΝΟΜΑ ΤΥΡΙΟΥ	ΕΙΔΟΣ	ΜΕΓΙΣΤΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΟ Λ/Ξ
	ΓΑΛΑΚΤΟΣ	ΥΓΡΑΣΙΑ %	%
<b>Τυριά άλμης</b>			
<b>Φέτα</b>	Π-Γ	56	43
<b>Καλαθάκι Λήμνου</b>	Π-Γ	56	43
<b>Σφέλλα</b>	Π-Γ	45	40
<b>Μπάτζος</b>	Π-Γ	45	25
<b>Μαλακά τυριά</b>			
<b>Γαλοτύρι</b>	Π-Γ	75	40
<b>Κατίκι Δομοκού</b>	Π-Γ	75	40
<b>Πηχτόγαλο Χανίων</b>	Π-Γ	65	50
<b>Ανεβατό</b>	Π-Γ	60	45
<b>Κοπανιστή</b>	Π-Γ-Α	56	43
<b>Ημίσκληρα τυριά</b>			
<b>Κασέρι</b>	Π-Γ	40	40
<b>Σκληρά τυριά</b>			
<b>Κεφαλογραβιέρα</b>	Π-Γ	40	40
<b>Γραβιέρα Αγράφων</b>	Π-Γ	38	40
<b>Γραβιέρα Κρήτης</b>	Π-Γ	38	40
<b>Γραβιέρα Νάξου</b>	Α	38	40
<b>Λαδοτύρι Μυτιλήνης</b>	Π-Γ	38	40
<b>Μετσοβόνη</b>	Α/Α-Π-Γ	38	40
<b>Σαν Μιγάλη</b>	Α	40	36



<b>Φορμαέλλα Παρνασσού</b>	Π-Γ	50	40
<b>Τυριά τυρογάλακτος</b>			
<b>Μανούρι</b>	Π-Γ	60	70
<b>Ξινομυζήθρα Κρήτης</b>	Π-Γ	55	45

Π= πρόβειο γάλα, Γ= γίδινο γάλα, Α= αγελαδινό γάλα

Στην τυροκομία, οι φυλές των αγροτικών ζώων, ο τρόπος διαχείρισης και εκτροφής τους, οι εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής, σε συνδυασμό με τις συνθήκες επεξεργασίας και διατήρησης των τυριών, αποτελούν τους παράγοντες που καθιστούν ένα τυρί ξεχωριστό και αναπόσπαστο κομμάτι της παράδοσης ενός τόπου. Στην περίπτωση της Ελλάδας, η προστασία των ονομασιών προέλευσης και των γεωγραφικών ενδείξεων μπορεί να αποτελέσει κίνητρο ανάπτυξης των μειονεκτικών και απομακρυσμένων περιοχών, καθιερώνοντας τα προϊόντα τους ως παραδοσιακά, και αυξάνοντας κατά συνέπεια την οικονομική τους απόδοση.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Αρχής, τη μεγαλύτερη συμμετοχή στη διαμόρφωση της συνολικής αξίας πωληθέντων προϊόντων του κλάδου της βιομηχανίας τροφίμων κατά το έτος 2016, είχαν τα τριμμένα τυριά, σε σκόνη, τυριά που έχουν στη μάζα τους πράσινα στίγματα και άλλα μη μεταποιημένα τυριά (περιλαμβάνονται τυριά νωπά, τυρί από ορό γάλακτος και πηγμένο γάλα για τυρί), καθώς και το γάλα και η κρέμα γάλακτος «ανθόγαλα» που δεν είναι συμπυκνωμένα και δεν περιέχουν ζάχαρη ή άλλα γλυκαντικά, περιεκτικότητας κατά βάρος σε λιπαρές ουσίες >1% έως ≤ 6%, σε άμεσες συσκευασίες καθαρού περιεχομένου ≤ 2lt. Η συμβολή των τάξεων οικονομικής δραστηριότητας στη διαμόρφωση της αξίας πωληθέντων βιομηχανικών προϊόντων, στον κλάδο της βιομηχανίας τροφίμων, τα έτη 2015, 2016 και συγκεκριμένα των γαλακτοκομείων και της τυροκομίας, ήταν 20,2% και 20,1% αντίστοιχα (ΕΛΣΤΑΤ, 2016).

Ταυτόχρονα, οι προστατευόμενες ονομασίες κατοχυρώνουν και τους καταναλωτές, σχετικά με την ποιότητα και την ιχνηλασιμότητα των προϊόντων που αγοράζουν. Ο βαθμός αποδοχής ενός τυριού από τον καταναλωτή, εξαρτάται από το βαθμό ικανοποίησης των απαιτήσεων, των αναγκών και των προσδοκιών του. Για το λόγο αυτό, τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρήθηκε μια τάση στη βιομηχανία τροφίμων, για παραγωγή τυροκομικών προϊόντων με χαμηλότερη λιποπεριεκτικότητα. Δεδομένου ότι, οι καταναλωτές αξιολογούν τα προϊόντα με βάση τη γεύση και την υφή και τα τυριά μειωμένου λίπους υστερούν στα χαρακτηριστικά αυτά,

έναντι των τυριών με πλήρη σύσταση, έχουν προταθεί διάφορες εναλλακτικές λύσεις για τη βελτίωση της ποιότητάς τους (Rodriguez, 1998).

## 1.2 Σύσταση τυριών

Η μετατροπή του γάλακτος σε τυρί, αποτελεί έναν επιτυχή τρόπο διατήρησης των συστατικών του γάλακτος, τα οποία διακρίνονται σε κύρια και δευτερεύοντα. Το νερό, το λίπος, η λακτόζη, οι πρωτεΐνες και τα ανόργανα στοιχεία αποτελούν τα κύρια συστατικά του γάλακτος, ενώ τα αέρια, τα λιπίδια, τα ενδογενή ένζυμα, οι υδατοδιαλυτές και οι λιποδιαλυτές βιταμίνες, οι μη-πρωτεϊνικές αζωτούχες ουσίες, τα ιχνοστοιχεία, οι ορμόνες, οι μικροοργανισμοί και τα σωματικά κύτταρα που βρίσκονται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις, τα δευτερεύοντα. Το τυρί δημιουργείται ως αποτέλεσμα συμπίκνωσης του λίπους και των καζεϊνών του γάλακτος με ταυτόχρονη απομάκρυνση των πρωτεϊνών του ορού, της λακτόζης και των διαλυτών αλάτων μέσω του τυρογάλακτος (Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2009).

Η σύνθεση του γάλακτος, διαφέρει ανάλογα με το είδος του ζώου και επηρεάζεται από τη φυλή, τη διατροφή, την εποχή, τη γαλακτική περίοδο, την πληρότητα του αρμέγματος, το χρονικό διάστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ των αρμεγμάτων, τις αλλαγές του καιρού, την ηλικία του ζώου, τον οργανισμό, την άσκηση, τον τοκετό, τις ασθένειες, κ.λ.π. Κατά συνέπεια, η μεταβλητότητα της σύστασης του γάλακτος μπορεί να επηρεάσει βασικά σημεία της τεχνολογίας παρασκευής των γαλακτοκομικών προϊόντων, καθώς η χημική τους σύσταση μπορεί να διαφοροποιείται και συγκεκριμένα στα τυριά παίζει ρόλο η αναλογία καζεΐνη /λίπος (Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2009).

Επομένως, τα τυριά ανεξάρτητα από το είδος του γάλακτος που χρησιμοποιείται για την παρασκευή τους, περιέχουν τα ίδια συστατικά σε κυμαινόμενες ωστόσο αναλογίες. Το ποσοστό μεταφοράς των συστατικών αυτών στο τυρόπηγμα ή στο τυρόγαλα, εξαρτάται και από τους χειρισμούς που γίνονται κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας. Η περιεκτικότητα των τυριών σε πρωτεΐνες είναι 10-35%, ενώ όσα τυριά πιέζονται περιέχουν πρωτεΐνες 30-35%. Η πρωτεΐνοπεριεκτικότητα των τυριών συσχετίζεται αρνητικά με την υγρασία και τη λιποπεριεκτικότητα τους (Ανυφαντάκης, 2004).

### 1.3 Απόδοση του γάλακτος σε τυρί

Οι πιο σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του γάλακτος σε τυρί είναι οι εξής:

- η περιεκτικότητα του σε καζεΐνη και λίπος,
- οι διάφοροι χειρισμοί που υφίσταται πριν από την πήξη του (ψύξη, τυποποίηση, συμπύκνωση, ομογενοποίηση, θέρμανση),
- ο τύπος και το μέσο ανάπτυξης των καλλιιεργειών,
- η προσθήκη χλωριούχου ασβεστίου,
- τα ένζυμα του γάλακτος,
- η συνεκτικότητα του τυροπήγματος,
- η ορθή εφαρμογή της τεχνολογίας παραγωγής και διατήρησης του τυριού,
- η αναλογία του αλατιού και η υγρασία των τυριών.

Με δεδομένο ότι η χημική σύσταση του γάλακτος της τυροκόμησης, παρουσιάζει σημαντικές διαφορές ανά περιοχή, ότι η τεχνολογία αλλά και η σύσταση των τυριών ποικίλλει, είναι φυσικό η απόδοση να κυμαίνεται. Στον πίνακα 1.3.1 δίνεται το εύρος πρόβειου και αγελαδινού γάλακτος σε διάφορα ελληνικά τυριά, με τις μεγαλύτερες αποδόσεις να αντιστοιχούν σε γάλα πλούσιο σε στερεά συστατικά, καθώς και σε τυριά που παρασκευάστηκαν σε ελεγχόμενες συνθήκες.

*Πίνακας 1.3.1 Απόδοση πρόβειου και αγελαδινού γάλακτος σε διάφορα είδη ελληνικών τυριών (Ανυφαντάκης, 2004)*

Είδος τυριού	Πρόβειο γάλα		Αγελαδινό γάλα	
	Απόδοση %	kg γάλα για 1 Kg τυρί	Απόδοση %	Kg γάλα για 1 Kg τυρί
<b>Φέτα</b>	24,0-28,0	3,6-4,2	-	-
<b>Τελεμές</b>	-	-	11,8-12,3	8,0-8,1
<b>Κεφαλοτύρι</b>	14,0-15,0	6,6-7,1	7,8-8,2	12,2-12,8
<b>Κασέρι</b>	14,5-16,0	6,2-6,9	-	-

Προκειμένου να μην παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, κάθε τυροκομείο θα πρέπει να ρυθμίζει την υγρασία των τυριών που παράγει, ώστε να βρίσκεται πάντοτε, όσο γίνεται πιο κοντά στο ανώτατο όριο, όπως αυτό ορίζεται από τη νομοθεσία, χωρίς ωστόσο να το υπερβαίνει. Σε αντίθετη περίπτωση, χάνει απόδοση σε βαθμό που προσδιορίζεται κάθε φορά από τη διαφορά της πραγματικής υγρασίας του τυριού από την ανώτατη που ορίζει ο νόμος. Η απώλεια αυτή είναι εύκολο να προσδιοριστεί, εφαρμόζοντας τον τύπο:

$$\% \text{ Απώλεια απόδοσης σε τυρί} = \frac{100 \times \text{Ξηρή ουσία τυριού}}{\text{Ξηρή ουσία σύμφωνα με τη νομοθεσία}} - 100$$

Η απόδοση του γάλακτος σε τυρί μπορεί να εκφραστεί με ποικίλους τρόπους, από τους οποίους, οι πιο συνηθισμένοι είναι:

- σε κιλά του τυριού που λαμβάνονται από 100 κιλά γάλα,
- σε κιλά ξηρής ουσίας τυριού /100 κιλά γάλακτος,
- σε κιλά άνευ λίπους ξηρής ουσίας τυριού/100 κιλά γάλακτος,
- σε κιλά πρωτεΐνης τυριού/100 κιλά πρωτεΐνης γάλακτος.

Ο πιο απλός και συνήθης τρόπος υπολογισμού, είναι ο πρώτος, σύμφωνα με τον οποίο, η απόδοση εξαρτάται κυρίως από την περιεκτικότητα του γάλακτος της τυροκόμησης σε καζεΐνη και λίπος, αλλά και από την υγρασία του τυριού. Στις τρεις τελευταίες περιπτώσεις, η υγρασία του τυριού δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα. Επιπλέον, οι ιδιότητες πήξης του γάλακτος (Milk coagulation properties, MCP) θεωρούνται καλοί δείκτες της απόδοσης τυριού (Cheese yield, CY) και συνήθως μετρούνται ο χρόνος πήξης τυτιάς (Rennet coagulation time, RCT), ο ρυθμός σύσφιξης του πήγματος και η σταθερότητα του πήγματος (Bonfatti et al., 2014). Η λακτόζη αν και αποτελεί σημαντικό κλάσμα των στερεών συστατικών του γάλακτος, δε συνεισφέρει στο βάρος του τελικού ώριμου τυριού παρά ελάχιστα.

Κατά την τυροκόμηση του γάλακτος μικρό ποσοστό του λίπους 5-10% διαφεύγει στο τυρόγαλα, ενώ οι απώλειες των καζεϊνών είναι περίπου 4% του συνόλου τους, αποτέλεσμα μερικής πρωτεόλυσής τους από τα πτητικά και τα πρωτεολυτικά ένζυμα (Μάντης κ συν., 2015). Η συνεισφορά των τριών παραγόντων στην απόδοση του γάλακτος σε τυρί, περιγράφεται με τον τύπο van Slyke (Ζερφυρίδης, 2001).

$$\text{Απόδοση \%} = \frac{(0,93\Lambda + K - 0,1) \times 1,09}{1 - \gamma}, \text{ όπου}$$

$\Lambda$  = Λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος %

$K$  = Καζεΐνη % του γάλακτος

$\gamma$  = Υγρασία % του τυριού/100

## ΤΥΡΟΓΑΛΑ

### 2.1 Παραγωγή τυρογάλακτος

**Τυρόγαλα (whey)** είναι η υγρή φάση του γάλακτος που λαμβάνεται μετά τον τεμαχισμό του τυροπήγατος (ενζυμικού ή όξινου) κατά την τυροκόμηση ή κατά την παραγωγή καζεΐνης με τη χρήση πυτιάς, οξέων και (ή) φυσικοχημικών μεθόδων, σύμφωνα με τον κανονισμό 625/30-3-1978 της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Χαρακτηρίζεται από ένα υποκίτρινο χρώμα, λόγω της ριβοφλαβίνης (B<sub>2</sub>) που περιέχει. Σχεδόν το ήμισυ των στερεών συστατικών του γάλακτος πηγαίνει στο τυρόγαλα και συγκεκριμένα, το 50% για το αγελαδινό, το 40% για το πρόβειο και το 45% του αίγειου. Η περιεκτικότητά του σε στερεά συστατικά κυμαίνεται μεταξύ 6,0-8,0%. Ανάλογα με τη μέθοδο που λαμβάνεται και με βάση το pH του, διακρίνεται σε:

- Γλυκό τυρόγαλα ή τυρόγαλα πυτιάς με pH 5,9-6,6 ή οξύτητα 0,10- 0,20%,
- Μετρίως όξινο τυρόγαλα με pH 5,0-5,8 ή οξύτητα 0,20- 0,40% και
- Όξινο τυρόγαλα ή τυρόγαλα από οξίνιση με pH 4,3-4,6 ή οξύτητα 0,40-0,60% (Καμιναρίδης, 2015).

Στην ελληνική βιβλιογραφία χρησιμοποιούνται επίσης οι ονομασίες ορός, ορόγαλα, και σίρος.

Η συνολική παγκόσμια παραγωγή ορού γάλακτος, εκτιμάται σε περίπου 180 έως 190 εκατομμύρια τόνους/έτος. Το μεγαλύτερο μερίδιο της παραγωγής προέρχεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση και τις ΗΠΑ (περίπου το 70% του συνολικού ορού γάλακτος στον κόσμο). Επιπλέον, το ποσοστό παραγωγής τυρογάλακτος αυξάνεται με παρόμοιους ρυθμούς με το ποσοστό παραγωγής γάλακτος. Ο παγκόσμιος ρυθμός ανάπτυξης του ποσοστού παραγωγής τυρογάλακτος είναι περίπου 2% ετησίως (Yadav et al, 2015).

Ο υπολογισμός της ποσότητας του τυρογάλακτος που παράγουν οι διάφορες χώρες γίνεται συνήθως με βάση την παραγωγή τους σε τυριά και καζεΐνη. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται συντελεστές μετατροπής που διαφέρουν από χώρα σε χώρα. Εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο συντελεστής μετατροπής στην περίπτωση της καζεΐνης και των καζεϊνικών, είναι 28 Kg τυρόγαλα/Kg καζεΐνης και καζεϊνικών, που είναι μεγαλύτερος σε σχέση με άλλες χώρες, καθώς περιλαμβάνονται στο τυρόγαλα και τα εκπλύματα που προκύπτουν κατά την παραγωγική διαδικασία (Ανυφαντάκης, 2004).

Η Ελλάδα παρουσιάζει ιδιαιτερότητα στην παραγωγή τυρογάλακτος, καθώς το 90% περίπου των παραγόμενων τυριών, προέρχεται από πρόβειο και αίγιο γάλα, που είναι σημαντικά πιο πλούσια σε λίπος και καζεΐνη, με αποτέλεσμα σε κάθε κιλό τυρί να αντιστοιχεί μικρότερη ποσότητα τυρογάλακτος. Σήμερα, η ετήσια παραγωγή τυρογάλακτος στη χώρα μας υπερβαίνει τους 600.000 τόνους σύμφωνα με τα στοιχεία του ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ που παρατίθενται στον Πίνακα 2.1.1.

**Πίνακας 2.1.1** Συγκεντρωτικός πίνακας παραγομένων τυροκομικών προϊόντων και ανάλωσης γάλακτος, σύμφωνα με τα Ισοζύγια γάλακτος (ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ, 2018)

Έτος	Είδος	Παραγόμενη Ποσότητα (Kg)	Ανάλωση Πρώτης ύλης			Ορός γάλακτος κατά προσέγγιση (tn)
			Αγελαδινό	Πρόβειο	Γίδινο	
2013	ΤΥΡΙΑ ΜΑΛΑΚΑ	130.011.587	33.576.226	402.222.769	75.040.368	516.501
2013	ΤΥΡΙΑ ΣΚΛΗΡΑ-ΗΜΙΣΚΛΗΡΑ	35.626.819	50.288.733	107.781.534	35.464.561	
2013	ΤΥΡΙΑ ΤΥΡΟΓΑΛΑΚΤΟΣ	22.234.309				
2014	ΤΥΡΙΑ ΜΑΛΑΚΑ	127.831.601	44.541.246	402.137.170	75.137.290	530.139
2014	ΤΥΡΙΑ ΣΚΛΗΡΑ-ΗΜΙΣΚΛΗΡΑ	43.057.646	44.464.942	119.749.750	36.840.850	
2014	ΤΥΡΙΑ ΤΥΡΟΓΑΛΑΚΤΟΣ	21.843.106				
2015	ΤΥΡΙΑ ΜΑΛΑΚΑ	129.835.468	41.434.895	409.465.532	85.989.871	517.785
2015	ΤΥΡΙΑ ΣΚΛΗΡΑ-ΗΜΙΣΚΛΗΡΑ	37.439.916	32.315.734	115.564.575	24.555.004	
2015	ΤΥΡΙΑ ΤΥΡΟΓΑΛΑΚΤΟΣ	24.264.769				

2016	ΤΥΡΙΑ ΜΑΛΑΚΑ	151.477.309	53.057.225	471.808.696	112.938.952	603.936
2016	ΤΥΡΙΑ ΣΚΛΗΡΑ- ΗΜΙΣΚΛΗΡΑ	29.953.626	29.821.989	126.041.834	14.265.157	
2016	ΤΥΡΙΑ ΤΥΡΟΓΑΛΑΚΤΟΣ	22.567.300				
2017	ΤΥΡΙΑ ΜΑΛΑΚΑ	156.616.624	42.543.465	488.192.769	114.144.290	604.222
2017	ΤΥΡΙΑ ΣΚΛΗΡΑ- ΗΜΙΣΚΛΗΡΑ	29.800.127	20.852.084	133.265.538	15.092.486	
2017	ΤΥΡΙΑ ΤΥΡΟΓΑΛΑΚΤΟΣ	23.451.686				

## 2.2 Χημική σύσταση

Το τυρόγαλα περιέχει μεγάλη ποικιλία στερεών συστατικών, η αναλογία των οποίων προσδιορίζεται από τον τύπο του τυριού, από το οποίο προέρχεται και κυρίως από το είδος του γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του. Καθοριστικές στη σύσταση του τυρογάλακτος είναι και οι τεχνολογικές επεμβάσεις που γίνονται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του. Γενικά, όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν τη σύσταση του γάλακτος, επηρεάζουν και αυτή του τυρογάλακτος, που λαμβάνεται από αυτό. Το πρόβειο τυρόγαλα είναι σημαντικά πιο πλούσιο σε λίπος και πρωτεΐνες από ότι το αγελαδινό. Στην περίπτωση των σκληρών τυριών μεταφέρεται περισσότερο λίπος στο τυρόγαλα, από ότι στην περίπτωση των μαλακών τυριών.

Το συστατικό που βρίσκεται στη μεγαλύτερη αναλογία στο τυρόγαλα είναι το νερό, περίπου 92-94%. Κατά την τυροκόμηση, στο τυρόγαλα μεταφέρονται μεγάλα ποσοστά της λακτόζης, των υδατοδιαλυτών πρωτεϊνών και των ανόργανων αλάτων του γάλακτος, για τα οποία καθοριστική επίδραση έχει η οξύτητα. Αναλυτικότερα, όταν η οξύτητα είναι υψηλή, διαλυτοποιούνται τα άλατα του γάλακτος, κυρίως του ασβεστίου και του φωσφόρου και διαφεύγουν στο τυρόγαλα. Στον πίνακα 2.2.1 φαίνεται η αναλογία των στερεών συστατικών του τυρογάλακτος:



**Πίνακας 2.2.1** Σύσταση τυρογάλακτος (Καμιναρίδης, 2015)

Συστατικά	(%)	% της Ξ.Ο. του τυρογάλακτος
Ξηρή ουσία (Ξ.Ο)	6,50 – 8,00	100
Λακτόζη	4,50 – 5,30	60 – 75
Πρωτεΐνες	0,80 – 1,50	11 - 19
Λίπος	0,20 – 1,30	3 - 13
Ανόργανα άλατα	0,50 – 0,70	8 - 10
Γαλακτικό οξύ	0,10 – 0,60	

Οι πρωτεΐνες οι οποίες υπάρχουν στο τυρόγαλα ονομάζονται πρωτεΐνες τυρογάλακτος (whey proteins), πλούσιες σε κυστεΐνη. Η καζεΐνη όπως και η λακτοφερίνη υπάρχουν σε ίχνη. Οι κυριότερες πρωτεΐνες τυρογάλακτος και τα ποσοστά τους φαίνονται στο παρακάτω Σχήμα 1:



**Σχήμα 1.** Πρωτεΐνες τυρογάλακτος (Καμιναρίδης, 2015).

Επιπλέον, στο τυρόγαλα μεταφέρονται σημαντικές ποσότητες αλάτων και υδατοδιαλυτών βιταμινών, η αναλογία των οποίων φαίνεται στους παρακάτω πίνακες:

*Πίνακας 2.2.2 Σύσταση τυρογάλακτος σε ανόργανα άλατα (Καμιναρίδης, 2015)*

<b>Ανόργανα συστατικά</b>	<b>%</b>
Ασβέστιο (Ca)*	0,043
Φωσφόρος (P)*	0,036
Κάλιο (K)	0,123
Νάτριο (Na)	0,046
Μαγνήσιο (Mg)	0,007
Χλώριο (Cl)	0,100

\*Περισσότερο Ca και P στο όξινο τυρόγαλα σε σύγκριση με το γλυκό

*Πίνακας 2.2.3 Σύσταση τυρογάλακτος σε βιταμίνες (Καμιναρίδης, 2015)*

<b>Βιταμίνες</b>	<b>Νωπό</b>		<b>Σκόνη</b>
<b>Υδατοδιαλυτές</b>	mg/ 100 g	mg/kg (ppm)	mg/ 1Kg (ppm)
Θειαμίνη (B1)	38-40	0,4	3,4
Ριβοφλαβίνη (B2)	130-200	2,0	23,4
Πυριδοξίνη (B6)	39-44	0,4	4,0
Κοβολαμίνη (B12)	0,27-0,29	0,002	0,02
Πανθοθενικό οξύ	385-475	3,4	47,3
Βιταμίνη C	200-260		
Βιοτίνη	1,6-1,8		

Νιασίνη (Νικοτινικό οξύ ή pp)	0,85	9,6
Χολίνη		1356
Φολικό		0,89
<b>Βιταμίνες</b>		
<b>Λιποδιαλυτές</b>		
Βιταμίνη A (IU/100g)		75-95

Στο τυρόγαλα, απαντώνται σε μικρές ποσότητες ή ίχνη, το ένζυμο της πυτιάς που προστέθηκε κατά την τυροκόμηση, η λακτοϋπεροξειδάση, το γλυκομακροπεπτίδιο, τα σφιγγολιπίδια, η σφιγγοσίνη, το μη πρωτεϊνικό άζωτο, το σιαλικό οξύ. Καθώς το μικροβιακό φορτίο του τυρογάλακτος αμέσως μετά την παραγωγή του είναι μεγάλο, καθίσταται ιδιαίτερα ευπαθές, εάν δεν παστεριωθεί σε σύντομο σχετικά χρονικό διάστημα, αν και υπάρχουν συστατικά στο τυρόγαλα που εμφανίζουν αντιμικροβιακές ιδιότητες όπως οι ανοσογλοβουλίνες (Igs), η λακτοφερίνη (Lf), η λακτοπεροξειδάση (LP), κ.α. (Καμιναρίδης, 2015)

### 2.3. Διατροφική αξία τυρογάλακτος

Το τυρόγαλα, που λαμβάνεται κατά την παραγωγή των τυριών με χρήση πυτιάς ή με βιολογική οξίνιση, παρουσιάζει ενδιαφέρον για πολλούς τομείς τροφίμων, ενώ αυτό που προέρχεται από την παραγωγή καζεΐνης, χρησιμοποιείται κυρίως μετά από ξήρανση στη διατροφή των ζώων.

Η διατροφική του αξία για τον άνθρωπο είναι μεγάλη, καθώς, περιέχει 45% από τα θρεπτικά συστατικά του γάλακτος, με θερμιδική αξία περίπου 22 kcal σε σύγκριση με τα 65 kcal που δίδουν τα 100g γάλα. Ιδιαίτερα σημαντικό για το τυρόγαλα είναι ότι στη δομή των πρωτεϊνών του, συμμετέχουν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα, όπως η τρυπτοφάνη και η λυσίνη (8 Lys / 100 g πρωτεΐνης), στην ενδεδειγμένη αναλογία, γεγονός που τους προσδίδει εξαιρετική βιολογική αξία. Πέρα αυτών, περιέχει τις περισσότερες βιταμίνες του συμπλέγματος B (Καμιναρίδης, 2015).

## 2.4 Αξιοποίηση τυρογάλακτος

Για την αξιοποίησή του ορού γάλακτος, απαντώνται διάφορες δυσκολίες από τις οποίες οι πιο σημαντικές είναι:

- Το μεγάλο μικροβιακό φορτίο που το καθιστά ευπαθές, καθώς αν δεν παστεριωθεί αμέσως μετά την παραγωγή του, αλλοιώνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα.
- Η σύσταση του δεν είναι σταθερή, αλλά κυμαίνεται ανάλογα με τον τύπο του τυριού και το είδος του γάλακτος από τα οποία προέρχεται.
- Περιέχει χαμηλό σχετικά ποσοστό στερεών συστατικών, πράγμα που επιβαρύνει το κόστος επεξεργασίας του.
- Σαν προϊόν θεωρείται ευτελούς αξίας, γι' αυτό και συχνά δεν αξιοποιείται (Ανυφαντάκης, 2004).

Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια όπως αποδεικνύεται από την παρασκευή μεγάλης ποικιλίας προϊόντων, αυτό αναθεωρείται. Η θέσπιση σε πολλές χώρες αυστηρότερων νόμων σχετικά με την επεξεργασία των απορριμμάτων τροφίμων, καθώς και η δυνατότητα εκμετάλλευσης των ιδιοτήτων των συστατικών του ορού γάλακτος συνέβαλαν στο να αντιμετωπίζεται ως πολύτιμη πρώτη ύλη αντί ως απόβλητο (Bacenetti et al, 2017).

### 2.4.1. Οι χρήσεις του τυρογάλακτος

Με την εφαρμογή νέων εξελιγμένων τεχνολογιών όπως η μικροδιήθηση, η υπερδιήθηση και η αντίστροφη όσμωση, το τυρόγαλα αξιοποιείται για την παρασκευή διαφόρων προϊόντων. Ο διαχωρισμός και η συγκέντρωση των πρωτεϊνών του ορού με τη χρήση των μεμβρανών είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός και χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό στη βιομηχανία γάλακτος. Οι πρωτεΐνες του ορού χαρακτηρίζονται από την ιδιότητα να σχηματίζουν πηκτώματα συγκρατώντας νερό, λιπίδια και άλλα συστατικά που λειτουργούν ως γαλακτοματοποιητές και έχουν διάφορες χρήσεις (Bacenetti et al, 2017).

Στην πράξη το τυρόγαλα χρησιμοποιείται:

- 1) Στη διατροφή ζώων, κυρίως των χοίρων και των μηρυκαστικών, με νωπό τυρόγαλα.
- 2) Στην παραγωγή διάφορων σκονών τυρογάλακτος:

- Πλήρης σκόνη (Συμπύκνωση και Εξάτμιση). Περιέχει υγρασία 5% ανώτατο όριο, λακτόζη 66% τουλάχιστον, πρωτεΐνες 10% τουλάχιστον και λίπος 1,25% κατά ανώτατο όριο.
- Σκόνη χωρίς λίπος (Αποκορύφωση, Συμπύκνωση και Εξάτμιση).
- Σκόνη χωρίς λακτόζη. (Συμπύκνωση, Κρυστάλλωση, Φυγοκέντρωση & Εξάτμιση)
- Σκόνη αφαιρωμένη μερικά ή ολικά (Ηλεκτροδιαπίδυση ή Ιοντοανταλλαγή ή Νανοδιήθηση, Συμπύκνωση και Εξάτμιση)
- Σκόνη χωρίς πρωτεΐνες (Υπερδιήθηση ή Θέρμανση και Εξάτμιση).

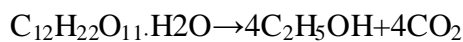
3) Στην παραγωγή πρωτεϊνών τυρογάλακτος.

4) Στην παραγωγή λακτόζης που χρησιμοποιείται:

- Στη φαρμακευτική, σαν αδρανές υλικό.
- Στη βιομηχανία τροφίμων, επειδή έχει γαλακτωματοποιητική ισχύ, ασθενή γλυκαντική ισχύ, την ικανότητα δέσμευσης αρωματικών ουσιών και χρωστικών και αυξάνει τη διάρκεια διατήρησης των προϊόντων.
- Στην αρτοποιία και ζαχαροπλαστική, γιατί η καραμελοποίησή της κατά τη θέρμανση προσδίδει στα προϊόντα αυτά το επιθυμητό χρώμα.
- Στη χημική βιομηχανία μετά από ειδική επεξεργασία για το σχηματισμό του πολυουρεθανίου, μονωτικού ήχου και θερμοκρασίας

5) Στην παραγωγή προϊόντων ζυμώσεως του τυρογάλακτος:

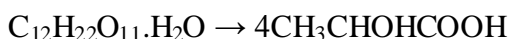
- Βιομάζα ή πρωτεΐνες μονοκυτταρικής προέλευσης (Single cell protein -SCP-) Για την παραγωγή της βιομάζας από τυρόγαλα χρησιμοποιούνται διάφορα είδη ζυμών όπως *Saccharomyces fragilis*, *Candida utilis*, *Torula cremoris*. Η παραγόμενη βιομάζα χρησιμοποιείται κυρίως για τη διατροφή των ζώων.
- Αιθυλική αλκοόλη. Για την παραγωγή της αιθανόλης από τυρόγαλα γίνεται ζύμωση του παστεριωμένου τυρογάλακτος χωρίς λίπος και πρωτεΐνες, με ζύμες (*Saccharomyces fragilis* ή *Torula cremoris* ή *Candida pseudotropicalis*) που μεταβολίζουν τη λακτόζη κατά την αντίδραση:



ένυδρη λακτόζη      αιθανόλη

Για την απομάκρυνση των κυττάρων της ζύμης (πρωτεΐνες μονοκυτταρικής προέλευσης) εφαρμόζεται η φυγοκέντρωση και για τη λήψη της αιθανόλης εφαρμόζεται η απόσταξη.

- Γαλακτικό οξύ. Για την παραγωγή του γαλακτικού οξέος από τυρόγαλα γίνεται ζύμωση της λακτόζης του παστεριωμένου τυρογάλακτος χωρίς λίπος και πρωτεΐνες, με γαλακτικά βακτήρια (*Lb. bulgaricus*):



ένυδρη λακτόζη            γαλακτικό οξύ

Το γαλακτικό οξύ χρησιμοποιείται στη διατροφή (κονσερβοποιία) και σε υφασματοβιομηχανίες και βυρσοδεψίες.

- Βουτυρικό οξύ. Για την παραγωγή του βουτυρικού οξέος από τυρόγαλα γίνεται ζύμωση της λακτόζης του παστεριωμένου τυρογάλακτος χωρίς λίπος και πρωτεΐνες, με βουτυρικά βακτήρια (*Clostridium butyricum*):



ένυδρη λακτόζη            γαλακτικό οξύ            βουτυρικό οξύ

- Προπιονικό οξύ. Για την παραγωγή του προπιονικού οξέος από τυρόγαλα γίνεται ζύμωση της λακτόζης ή του γαλακτικού οξέος του παστεριωμένου τυρογάλακτος, χωρίς λίπος και πρωτεΐνες, με προπιονικά βακτήρια (*Propionibacterium shermanii*):



γλυκόζη            προπιονικό οξύ            οξικό οξύ

ή



γαλακτικό οξύ            προπιονικό οξύ            οξικό οξύ

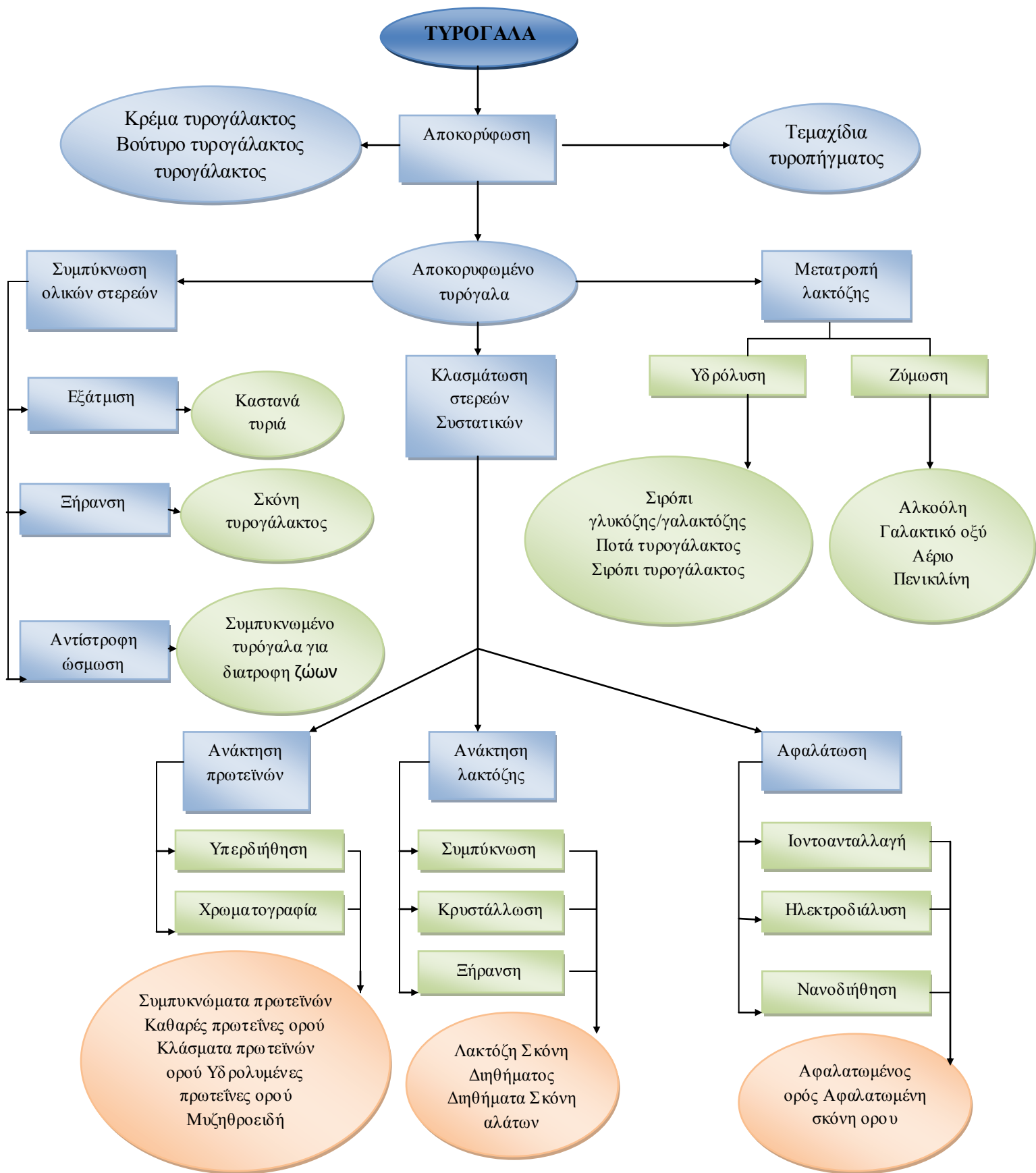
- Ξύδι. Για την παραγωγή του ξυδιού γίνεται ζύμωση του τυρογάλακτος με οξοβακτήρια (*Acetobacter aceti*):



Αιθανόλη            Ακεταλδεΐδη            Οξικό οξύ

- Μπύρα τυρογάλακτος. Για την παραγωγή της μύρας τυρογάλακτος γίνεται προσθήκη στο τυρόγαλα βύνης, λυκίσκου, ζάχαρης και ζύμωση του τυρογάλακτος με ζύμες (*Saccharomyces carlsbergensis* ή *Saccharomyces cerevisiae*). Μετά τη ζύμωση γίνεται διήθηση και συσκευασία της μύρας.
  - Άλλα αλκοολούχα ποτά, όπως σαμπάνια, αναψυκτικά (π.χ. το ελβετικό Ριβέλλα) κ.α.
  - Βιταμίνη B<sub>2</sub> ή ριβοφλαβίνη (C<sub>17</sub>H<sub>20</sub>O<sub>6</sub>N<sub>4</sub>). Για την παραγωγή της γίνεται προσθήκη αλάτων Fe, Zn, Mn, Mg και ζύμωση του αποστερωμένου τυρογάλακτος χωρίς λίπος και πρωτεΐνες, κυρίως με *Clostridium acetobutylicum* ή *Eremothecium ashbyii*
  - Βιταμίνη B<sub>12</sub> ή Κοβαλαμίνη (C<sub>63</sub>H<sub>88</sub>O<sub>14</sub>PN<sub>14</sub>CO). Για την παραγωγή της γίνεται προσθήκη 15 ppm χλωριούχου κοβαλτίου και ζύμωση του παστεριωμένου τυρογάλακτος χωρίς λίπος και πρωτεΐνες, με *Propionibacterium shermanii*
  - Το ένζυμο β-γαλακτοζιδάση ή λακτάση. Για την παραγωγή της β-γαλακτοζιδάσης γίνεται ζύμωση του παστεριωμένου τυρογάλακτος, χωρίς λίπος και πρωτεΐνες, με τη ζύμη *Candida pseudotropicalis*.
- 6) Στην παραγωγή τυριών τυρογάλακτος, με θέρμανση, σε θερμοκρασίες άνω των 85<sup>0</sup>C, με ή χωρίς οξίνιση.
- 7) Στην παραγωγή βουτύρου τυρογάλακτος (Καμιναρίδης, 2015).

Διάφοροι τρόποι και προϊόντα αξιοποίησης του τυρογάλακτος, παρουσιάζονται στο Σχήμα 2:



Σχήμα 2. Τρόποι και προϊόντα αξιοποίησης τυρογάλακτος (Ανυφαντάκης, 2004)



## ΤΥΡΙΑ ΤΥΡΟΓΑΛΑΚΤΟΣ

### 3.1 Παραγωγή τυριών τυρογάλακτος

Το τυρόγαλα ή ορός που λαμβάνεται μετά την τυροκόμηση, όπως αναφέρθηκε παραπάνω περιέχει υδατοδιαλυτά συστατικά όπως ανόργανα συστατικά, λακτόζη και υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες, οι οποίες έχουν υψηλή βιολογική αξία. Με την κατάλληλη επεξεργασία, το τυρόγαλα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή τυριών τυρογάλακτος. Οι αλληλεπιδράσεις των πρωτεϊνών του ορού με άλλα συστατικά, στο γλυκό, αλλά και στον όξινο ορό, οι οποίες επηρεάζονται από διάφορες φυσικοχημικές παραμέτρους, όπως η θερμοκρασία και το pH, συντελούν στην παραγωγή τέτοιων τυριών (Jelen, 1992). Οι πρωτεΐνες του ορού μπορούν να ανακτηθούν με τρεις βασικούς τρόπους:

- Θέρμανση και οξίνιση του τυρογάλακτος, οπότε λαμβάνεται τυρόπηγμα για την παραγωγή τυριών Μυζήθρας, Ricotta και όμοιων τυριών.
- Συμπύκνωση του τυρογάλακτος, μέχρι να ληφθεί πυκνόρρευστος πολτός που δίνει τα τυριά τύπου Mysost.
- Υπερδιήθηση ή αντίστροφη όσμωση για συμπύκνωση του τυρογάλακτος, ώστε να μπορέσει να προστεθεί στο γάλα της τυροκόμησης προκειμένου να αυξηθεί η απόδοσή του σε τυρί.

Από τις παραπάνω μεθόδους στη χώρα μας εφαρμόζεται η πρώτη για την παραγωγή Μυζήθρας.

### 3.2 Τεχνολογία παρασκευής τυριών τυρογάλακτος

Τα τυριά τυρογάλακτος παρασκευάζονται μετά από ισχυρή θέρμανση του τυρογάλακτος με ή χωρίς προσθήκη γάλακτος, ή/και κρέμας γάλακτος, ή/και χλωριούχου νατρίου. Η τεχνολογία παρασκευής τους (Διάγραμμα 3.2.1) βασίζεται στη θέρμανση του τυρογάλακτος στους 85-90 °C, με προσθήκη συχνά οργανικού οξέος (π.χ. οξικού ή κιτρικού) ή και ανόργανου άλατος. Η θέρμανση αυτή προκαλεί ιζηματοποίηση και διαχωρισμό – με άνοδο στην επιφάνεια των οροπρωτεϊνών και των καζεϊνών του τυρογάλακτος. Στο πρωτεϊνικό πήγμα παγιδεύονται το λίπος και μικρό μέρος της λακτόζης και των αλάτων (Μάντης κ συν., 2015).

Αρχικά, το χρησιμοποιούμενο τυρόγαλα διηθείται για την απομάκρυνση τυχόν τριμμάτων τυροπήγματος από την παρασκευή του τυριού, τα οποία μπορεί να καούν και να

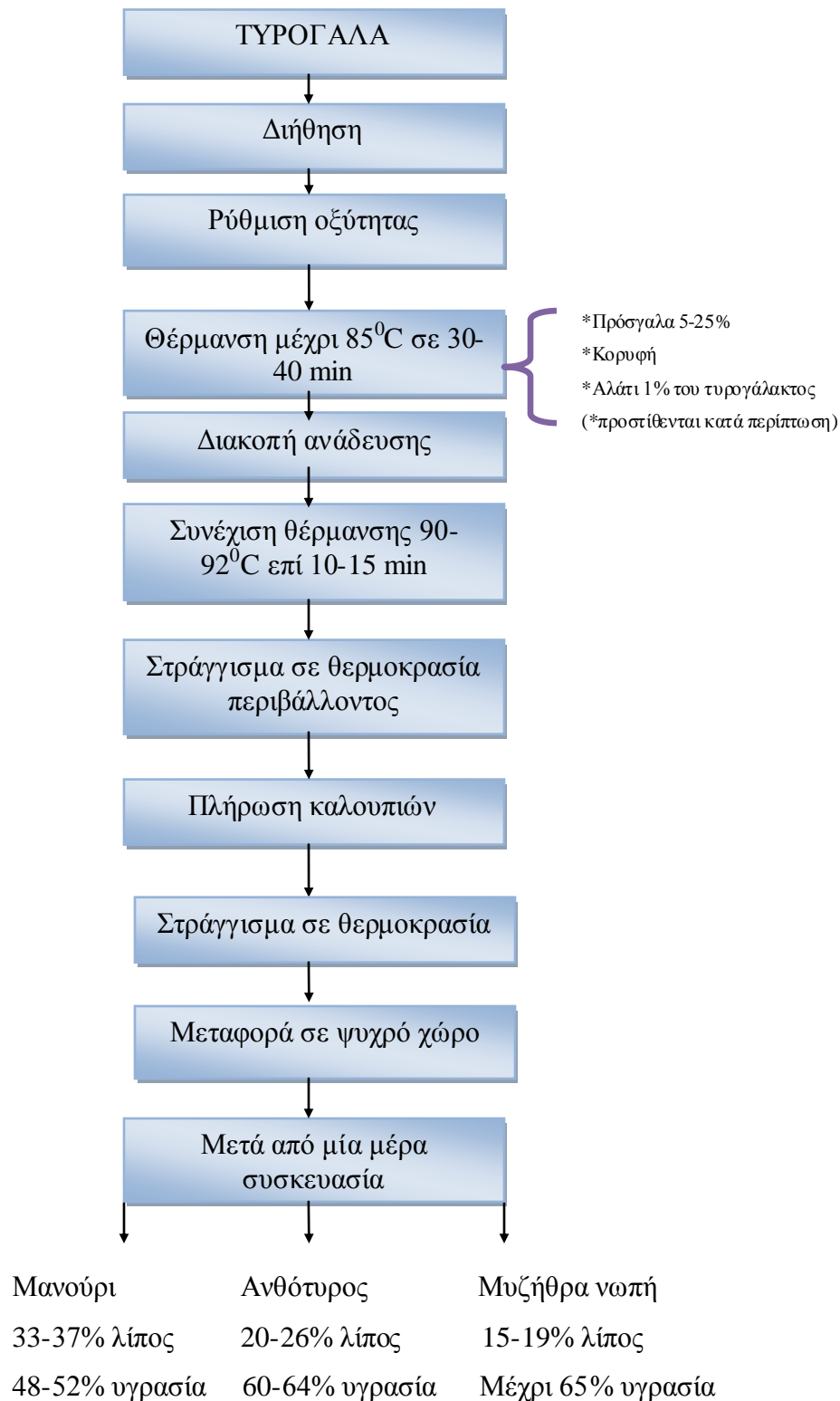
δώσουν υποβαθμισμένη Μυζήθρα. Ακολούθως, μετριέται η οξύτητα του τυρογάλακτος που θα πρέπει να έχει τιμές pH 6,3-6,4 ενώ η ογκομετρούμενη οξύτητά του να ανέρχεται στους 9-11 °D. Εφόσον αυτή έχει μεγαλύτερες τιμές, γίνεται ανάλογη εξουδετέρωση, με κάποια αλκαλική διάλυση και κατά προτίμηση με υδατική διάλυση καυστικής σόδας (NaOH), σε περιορισμένη ωστόσο κλίμακα για να αποφευχθεί η αύξηση της τέφρας στη σύσταση της Μυζήθρας.

Στη συνέχεια, στο τυρόγαλα μπορεί να προστεθεί ποσότητα κρέμας γάλακτος και όλο το μίγμα θερμαίνεται μέχρι τη θερμοκρασία των 65°C, οπότε και προστίθεται το γάλα και πραγματοποιείται υδατική διάλυση μικρής ποσότητας μαγειρικού άλατος. Αν το γάλα προστεθεί σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, ενδεχομένως τα υπολείμματα της πυτιάς, που πιθανόν να υπάρχουν στο τυρόγαλα, να προκαλέσουν πήξη σε μικροποσότητες καζεΐνης και το παρασκευαζόμενο τυρί να είναι ποιοτικά ελαττωματικό, καθώς τα ένζυμα της πυτιάς αδρανοποιούνται άνω των 60°C.

Η οξίνιση του τελικού μίγματος γίνεται σε θερμοκρασία, πλησίον του τελικού σημείου θέρμανσης με προσθήκη 2% περίπου ορού, ή με προσθήκη διαλύματος κιτρικού οξέος ή και γαλακτικού οξέος. Η οξίνιση αυτή πρέπει να γίνεται μέχρις ότου το pH του μίγματος, κατέλθει στο 5,9-5,4, ανάλογα με την ξηρή ουσία και με την τελική θερμοκρασία πήξεως. Επομένως σε ένα μίγμα, με υψηλό περιεχόμενο σε ξηρή ουσία και με μία υψηλή θερμοκρασία πήξεως, το pH του ρυθμίζεται χαμηλά και αντιστρόφως.

Στη συνέχεια, αυξάνει η παροχή του ατμού ώστε το τελικό μίγμα να φθάσει πλησίον του τελικού σημείου θέρμανσης μέσα σε 5 min. Στο σημείο αυτό προστίθεται η διάλυση του οξέος (600g κιτρικού σε 6 lt νερό, για κάθε τόνο τυρογάλακτος), οπότε μέσα στα επόμενα 5 min αρχίζει ο σχηματισμός του πηγματος. Ακολούθως, το πήγμα αφήνεται επί 5 min ακόμη, έτσι ώστε να ανέλθουν στην επιφάνεια οι πρώτες νιφάδες πηγμάτων, εξαιτίας της μετουσίωσης των πρωτεϊνών του ορού, οπότε και διακόπτεται η παροχή ατμού για να σταματήσει η άνοδος της θερμοκρασίας. Μετά από άλλα 5 min αρχίζει η συλλογή του τυριού με διάτρητες κουτάλες και τοποθετείται σε διάτρητα ειδικά καλούπια ή σε τυρόπανα. Έπειτα, το πήγμα αφήνεται να στραγγίσει επί 12-24 ώρες σε δροσερούς θαλάμους και όταν το προϊόν έχει πλέον αποκτήσει την κανονική του υγρασία, αφαιρούνται τα καλούπια ή τα τυρόπανα και συσκευάζεται (Κυριακόπουλος, 1995).

3.2.1 Διάγραμμα παρασκευής διάφορων τυριών τύπων μυζήθρας (Ανυφαντάκης, 2004).



Στην περίπτωση του πρόβειου τυρογάλακτος, δεν υπάρχει ανάγκη τελικής ρύθμισης του pH, διότι η συσσωμάτωση γίνεται και χωρίς αυτήν. Μάλιστα γίνεται πολύ καλύτερα, όταν από την αρχή το pH του τυρογάλακτος είναι περίπου 5,7-5,8. Επίσης, η θέρμανση δεν είναι απαραίτητο να γίνεται σταδιακά, αλλά με γρήγορο ρυθμό με μικρή μείωση της απόδοσης. Οι δύο αυτές σημαντικές διαφορές, η αυξημένη απόδοση και τα καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά καθιστούν το αιγοπρόβειο τυρόγαλα περιζήτητο για την παρασκευή της Μυζήθρας, σε σχέση με το αγελαδινό (Ζερφυρίδης, 2001).

### 3.3 Τύποι τυριών τυρογάλακτος

Στην Ελλάδα παρασκευάζονται πολλοί τύποι παραδοσιακών τυριών τυρογάλακτος, με πιο αντιπροσωπευτικό τυρί τη Μυζήθρα και τα τυριά τύπου μυζήθρας, όπως ο Ανθότυρος και το Μανούρι. Παρόμοια τυριά τυρογάλακτος παράγονται σε πολλές χώρες όπως το Mysost, το Primost και το Gjetost στις Σκανδιναβικές χώρες, το Ricotta από τυρόγαλα στην Ιταλία και στις ΗΠΑ, το Ziger στη Γερμανία, το Sufa στη Ρουμανία, η Ανάρη στην Κύπρο κ.α.. Το τυρί Ricotta (ΗΠΑ) παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την Ελλάδα, καθώς παρασκευάζεται με πολύ λιγότερα λιπαρά (λίπος επί ξηρής ουσίας ~35% και λίπος ως έχει ~10%). Είναι μαλακό τυρί υψηλής υγρασίας και παράγεται χρησιμοποιώντας τυρόγαλα, γάλα ή μίγμα αμφοτέρων. Επιπλέον, η συμπύκνωση της πρωτεΐνης του ορού γάλακτος (WPC) με υπερδιήθηση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή αυτού του τυριού, χωρίς τη χρήση σκόνης αποβουτυρωμένου γάλακτος, με εξίσου καλή γεύση και υψηλή αποδοχή (Sheikh et al., 2010).

Σύμφωνα με το άρθρο 83 του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, γίνεται ποιοτικός διαχωρισμός των τυριών τυρογάλακτος με βάση την περιεχόμενη υγρασία και το περιεχόμενο λίπος σε ξηρή ουσία (Πίνακας 3.3.1). Για την υγρασία ορίζεται το μέγιστο ποσοστό, ενώ για το λίπος το ελάχιστο.

**Πίνακας 3.3.1** Κατηγορίες ποιότητας τυριών τυρογάλακτος (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, άρθρο 83)

Ποιοτική Κατηγορία	Μέγιστη Υγρασία %	Λίπος (% ΞΟ, τουλάχιστον)
α) Εξαιρετική ποιότητα:	60	70
β) Πρώτη ποιότητα:	65	65
γ) Δεύτερη ποιότητα:	70	50
δ) Μερικώς αποβουτυρωμένα	70	33,3 (συμπ/νου) - 50 ( ή 10% σε τυρί ως έχει)

Γενικά, τα τυριά από τυρόγαλα για να κυκλοφορήσουν στο εμπόριο, πρέπει να ανταποκρίνονται στις ποιοτικές κατηγορίες που αναγράφονται στον Πίνακα 3.3.1. Συγκεκριμένα για τα Ελληνικά τυριά τυρογάλακτος, θα πρέπει να ισχύουν οι χημικές σταθερές που απεικονίζονται στον Πίνακα 3.3.2.

**Πίνακας 3.3.2** Χημικές σταθερές Ελληνικών τυριών τυρογάλακτος (Κυριακόπουλος, 1995)

	Μέγιστη Υγρασία %	Λίπος (% ΞΟ, τουλάχιστον)
Ανθότυρος	70	65
Μανούρι	60	70
Μυζήθρα	70	50
Ξινομυζήθρα	55	45

Ο χαρακτηρισμός «εξαιρετική ποιότητα» που ουσιαστικά αντανακλά σε λίγο μεγαλύτερη λιποπεριεκτικότητα και ενδεχομένως λίγο μικρότερη υγρασία δεν είναι ρεαλιστικός, καθώς δεν είναι βέβαιο ότι λιγότερη υγρασία και περισσότερο λίπος οδηγούν σε τυρί εξαιρετικής ποιότητας, όπως τουλάχιστον την αντιλαμβάνεται ο καταναλωτής σήμερα. Κατά την παρασκευή των τυριών υπάρχει πληθώρα συστατικών, στα οποία προστίθενται και άλλα που δημιουργούνται κατά την ωρίμασή τους και επηρεάζουν σημαντικά τη θρεπτική αξία, τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά και κατά συνέπεια την αποδοχή τους από τους καταναλωτές. Η ποσότητα των συστατικών αυτών και οι μεταξύ τους σχέσεις, είναι αυτές που διαμορφώνουν τη γεύση. Τυριά με παραπλήσια υγρασία και λίπος διαφέρουν συχνά στα γευστικά τους χαρακτηριστικά εξαιτίας του λόγου αυτού (Ανυφαντάκης, 2004). Στην πράξη έχει

καταργηθεί η διάθεση στην αγορά τυριών με βάση τις ποιοτικές κατηγορίες και η εφαρμογή της σχετικής νομοθεσίας για τα τυριά Π.Ο.Π., στην οποία αναγνωρίζεται μία ποιότητα τυριών, με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, διευκολύνει τον έλεγχο και τις συναλλαγές και προστατεύει τον καταναλωτή από την παραπλάνηση.

### 3.4 Χημική σύσταση τυριών τυρογάλακτος

Κοινό γνώρισμα όλων των τυριών της κατηγορίας αυτής, είναι ότι περιέχουν πρωτεΐνες του ορού που λαμβάνονται με θέρμανση τυρογάλακτος σε θερμοκρασίες άνω των 85<sup>0</sup>C, με ή χωρίς οξίνισή του. Η διαφοροποίησή τους προέρχεται από διαφορές στη σύσταση του τυρογάλακτος από το οποίο παρασκευάζονται, από το εάν προστίθενται σε αυτό γάλα ή κρέμα, από τη θερμοκρασία θέρμανσης και από την οξύτητα του τυρογάλακτος.

Γενικά, τα συγκεκριμένα τυριά μπορούν να παρασκευαστούν από όλα τα είδη τυρογάλακτος, αλλά συνήθως γίνονται από τυρόγαλα που προέρχεται από την παρασκευή μαλακών και σκληρών τυριών, πρόβειου ή αιγοπρόβειου γάλακτος. Για το λόγο αυτό, θεωρούνται εποχιακά προϊόντα και συνήθως καταναλώνονται φρέσκα. Καθώς το pH και η υγρασία των τυριών είναι υψηλά, συνήθως 6-6,3 και 50-70% αντίστοιχα και η λακτόζη που περιέχουν είναι 2,5-3,5% υπόκεινται εύκολα σε αλλοιώσεις και κατά συνέπεια, ο χρόνος διατήρησής τους δεν είναι μεγάλος. Το γεγονός ότι το αγελαδινό τυρόγαλα έχει σημαντικά χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία, πρωτεΐνη και λίπος, από αυτό του πρόβειου γάλακτος έχει σαν αποτέλεσμα, να χρησιμοποιείται σπάνια στην παραγωγή τυριών τυρογάλακτος. Διαφορές υπάρχουν επίσης στη σύσταση του τυρογάλακτος, ανάλογα με το αν αυτό προέρχεται από παρασκευή μαλακών ή σκληρών τυριών, κυρίως ως προς τη λιποπεριεκτικότητα (Πίνακας 3.4.1). Η ενδεικτική χημική σύσταση των τυριών τυρογάλακτος φαίνεται στο Πίνακα 3.4.2

**Πίνακας 3.4.1** Χημική σύσταση τυρογάλακτος διαφόρων μαλακών και σκληρών τυριών πρόβειου και αγελαδινού γάλακτος (Ανυφαντάκης, 1998)

Συστατικά %	Τυρόγαλα					
	Αγελαδινό			Πρόβειο		
	A*	B*	Γ*	Δ*	Ε*	ΣΤ*
Υγρασία	93,91	93,0	93,45	92,13	91,26	92,52

Λίπος	0,32	0,60	0,40	0,39	1,26	0,70
Ολική	0,85	0,90	0,80	1,61	1,52	1,41
Πρωτεΐνη						
Λακτόζη	4,90	4,90	4,85	5,33	5,27	4,99
Τέφρα	0,52	0,50	0,50	0,78	0,5	0,51
Οξύτητα	0,11	0,12	0,11	0,18	0,13	0,3
pH	6,50	6,30	6,40	-	6,30	6,20

\*Α= Τελεμές, Β =Γραβιέρα, Γ= Κεφαλοτύρι, Δ= Φέτα, Ε= Γραβιέρα, ΣΤ =Κεφαλοτύρι

**Πίνακας 3.4.2** Ενδεικτική χημική σύσταση τυριών που δεν ωριμάζουν (Μάντηκ συν., 2015)

Είδος τυριού	Χώρα προέλευσης	Είδος γάλακτος	Οξυγ/κή καλλιέργεια	pH	Υγρασία (%)	Λίπος (%)	Πρωτεΐνες	NaCl
Ricotta	Ιταλία	Τυρόγαλα	-	4,9	73	0,5	11	< 0,5
Μυζήθρα	Ελλάδα	"	-	5,8	65-70	5-10	10-14	1,2
Μανούρι	Βαλκάνια	"	-	5,9	42-50	30-40	10-12	1,4
Ανθότυρος	Ελλάδα	"	-	5,8	65-70	20-21	10-12	1,0

## ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΤΥΡΙΑ ΤΥΡΟΓΑΛΑΚΤΟΣ

### 4.1 Παραγωγή Ελληνικών τυριών τυρογάλακτος

Σύμφωνα με τη νομοθεσία μας (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, άρθρο 83, 2014), ως Ελληνικά παραδοσιακά τυριά από τυρόγαλα χαρακτηρίζονται τα τυριά, τα οποία λαμβάνονται με ισχυρή θέρμανση τυρογάλακτος (με ή χωρίς οξίνιση) και με ή χωρίς προσθήκη:

- γάλακτος (πρόσγαλα),
- γάλακτος και κρέμας γάλακτος (αφρόγαλα),
- βρώσιμου χλωριούχου νατρίου (κ. αλάτι),

τα οποία μπορούν να διατεθούν νωπά (φρέσκα) - μερικά από αυτά μπορούν να διατεθούν και με μερική αφυδάτωση (ξερά) και άλλα κατόπιν ωρίμανσης - και των οποίων η υγρασία δεν υπερβαίνει το 70%.

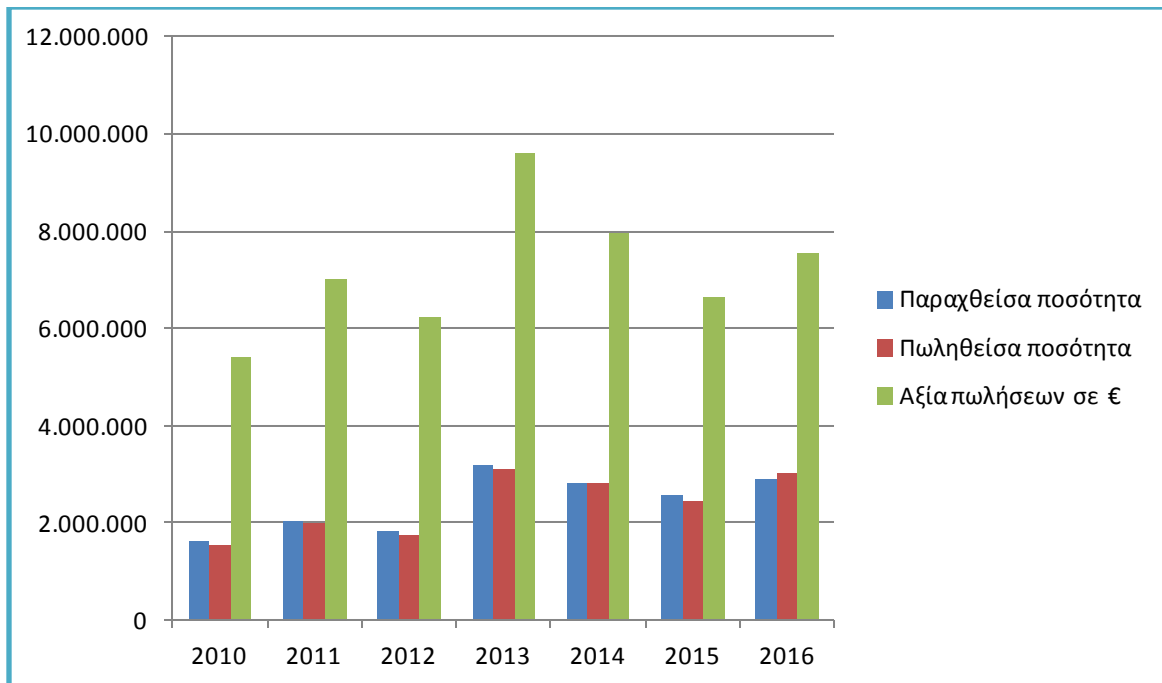
Η παραγωγή, η πώληση και η αξία πωλήσεων βιομηχανικών προϊόντων - τυριά τυρογάλακτος - από μεταποιητικά καταστήματα, με απασχόληση 10 ατόμων και άνω, σύμφωνα με τα στοιχεία (πίνακας 4.1.1) της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής απεικονίζονται στα παρακάτω Διαγράμματα 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, από τα οποία φαίνεται η συμμετοχή τους στην οικονομική δραστηριότητα της χώρας.

*Πίνακας 4.1.1 Παραγωγή, πώληση και η αξία πωλήσεων τυριών τυρογάλακτος (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)*

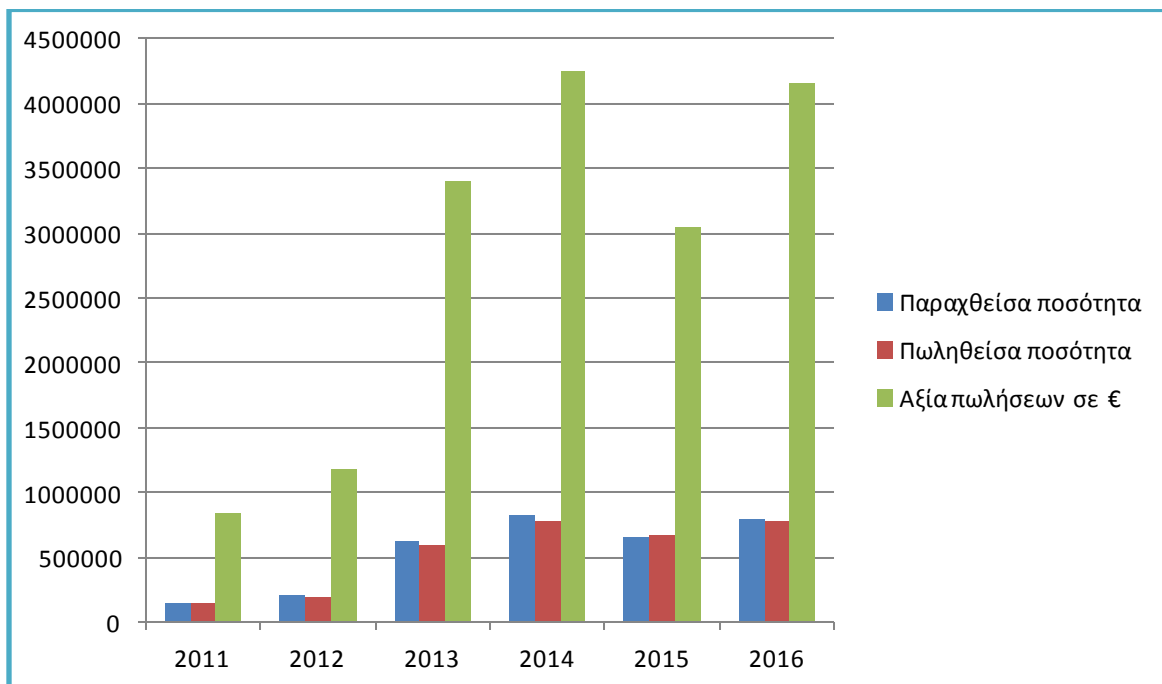
	<b>2010</b>		
	Παραχθείσα ποσότητα	Πωληθείσα ποσότητα	Αξία πωλήσεων σε €
Ανθότυρος	1.611.078	1.550.446	5.397.869
Μανούρι			
Μυζήθρα νωπή	7.057.508	7.066.283	12.812.324
Λοιπά νωπά τυριά	13.361.064	12.533.387	46.052.474
	<b>2011</b>		
Ανθότυρος	2.027.188	1.988.169	7.014.875



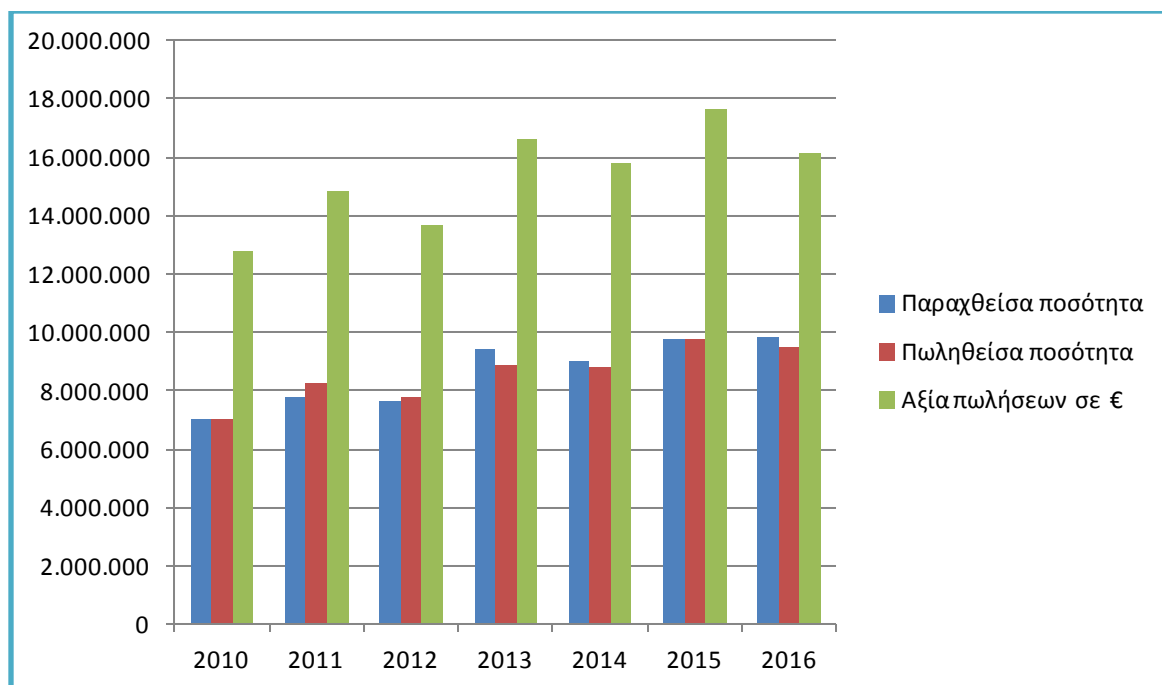
Μανούρι	142.537	153.657	844.701
Μυζήθρα νωπή	7.774.267	8.271.837	14.812.659
Λοιπά νωπά τυριά	17.207.696	16.188.216	63.135.515
<b>2012</b>			
Ανθότυρος	1.853.269	1.772.015	6.223.076
Μανούρι	210.280	196.175	1.176.894
Μυζήθρα νωπή	7.651.901	7.788.667	13.695.255
Λοιπά νωπά τυριά	19.322.540	18.808.724	74.853.440
<b>2013</b>			
Ανθότυρος	3.180.984	3.124.605	9.594.123
Μανούρι	627.028	593.970	3.394.678
Μυζήθρα νωπή	9.439.895	8.912.421	16.655.065
Λοιπά νωπά τυριά	29.081.849	27.900.240	111.608.348
<b>2014</b>			
Ανθότυρος	2.836.375	2.817.927	7.980.896
Μανούρι	819.269	773.037	4.255.553
Μυζήθρα νωπή	9.042.276	8.817.926	15.800.212
Λοιπά νωπά τυριά	25.534.021	24.204.762	100.728.542
<b>2015</b>			
Ανθότυρος	2.578.711	2.467.055	6.662.577
Μανούρι	654.291	676.687	3.045.093
Μυζήθρα νωπή	9.770.327	9.791.850	17.650.366
Λοιπά νωπά τυριά	24.323.843	26.192.091	113.638.756
<b>2016</b>			
Ανθότυρος	2.917.384	3.026.079	7.544.926
Μανούρι	789.974	772.619	4.150.491
Μυζήθρα νωπή	9.834.942	9.475.569	16.116.300
Λοιπά νωπά τυριά	26.609.083	24.934.134	107.781.833



**Διάγραμμα 4.1.1:** Συμμετοχή του τυριού Ανθότυρος στην Ελληνική οικονομία



**Διάγραμμα 4.1.2:** Συμμετοχή του τυριού Μανούρι στην Ελληνική οικονομία



**Διάγραμμα 4.1.3:** Συμμετοχή του τυριού Μυζήθρα νωπή στην Ελληνική οικονομία

#### 4.2 Χημική σύσταση και χαρακτηριστικά ελληνικών τυριών τυρογάλακτος

Στη χώρα μας από το τυρόγαλα παράγονται όπως έχει ήδη αναφερθεί, η Μυζήθρα, ο Ανθότυρος, το Μανούρι και η Ξινομυζήθρα Κρήτης. Τα τυριά αυτά παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές στη χημική τους σύσταση, κυρίως στην περιεκτικότητά τους σε λίπος και υγρασία. Αυτό οφείλεται στις μεθόδους και στις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή τους. Η τυπική σύσταση των τυριών τυρογάλακτος φαίνεται στον Πίνακα 4.2.1 :

**Πίνακας 4.2.1** Σύσταση ελληνικών τυριών τυρογάλακτος (Ανυφαντάκης, 2004)

Συστατικά %	Είδη τυριών			
	Μυζήθρα		Ανθότυρος	Μανούρι
	Χωρίς πρόσγαλα	Με πρόσγαλα		
Λίπος	10-12	15-19	20-26	33-37
Πρωτεΐνες	12-14	12-13	10-12	10-11
Λακτόζη	3,5	3,5	3	2,5
Νερό	70-71	64-66	60-64	48-52

Για τα παραπάνω τυριά τυρογάλακτος έχουν δημοσιευτεί στον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών ατομικές προδιαγραφές, με το Μανούρι και την Ξινομυζήθρα Κρήτης, να εγγράφονται στα σχετικά μητρώα ως προϊόντα Π.Ο.Π. Στον Πίνακα 4.2.2 που ακολουθεί, φαίνεται η χημική σύσταση των παραδοσιακών Ελληνικών τυριών από διάφορες μελέτες, ενώ στον Πίνακα 4.2.3 αναφέρονται τα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά, σύμφωνα με τον ΕΦΕΤ.

**Πίνακας 4.2.2** Χημική σύσταση παραδοσιακών τυριών τυρογάλακτος (Ανυφαντάκης 1998)

Συστατικά %	Μανούρι		Ανθότυρος		Μυζήθρα		Ξινο- μυζήθρα		
	*	**	*	**	Φρέσκη *	**	Ξηρή *	**	***
Ολική πρωτεΐνη	10,86	9,03	9,62	10,89	13,09	13,95	25,44	23,29	15,75
Λιπαρά	36,67	40,58	16,58	19,91	15,95	4,77	20,83	18,40	22,91
Λακτόζη	2,49	-	3,66	-	3,33	-	4,00	-	-
Τέφρα	1,68	-	1,46	-	1,72	-	9,93	-	-
NaCl	0,83	-	-	-	0,82	-	8,66	-	1,90
Ολικά στερεά	51,93	53,67	31,60	34,1 3	33,59	23,94	61,37	52,6	49,4
pH	5,90	5,45	6,40	5,99	6,00	4,90	4,67	5,80	4,96
Οξύτητα	0,14	-	0,15	-	0,12	-	0,48	-	-

\*Κανδαράκης (1989), \*\* Ζερφυρίδης (1985), \*\*\* αδημοσίευτα στοιχεία

**Πίνακας 4.2.3** Σύνθεση τυριών τυρογάλακτος και οδηγίες συντήρησης (ΕΦΕΤ, 2012)

Σύνθεση	Αιγοπρόβειο ή αγελαδινό (μυζήθρα) τυρόγαλα, αιγοπρόβειο ή αγελαδινό γάλα (πρόσγαλα) ή / και προσθήκη κρέμας, αλάτι		
Φυσικοχημικά	Μυζήθρα	Ανθότυρο	Μανούρι
Χαρακτηριστικά			
Ενέργεια (Kcal/100g)	366	191	374
Πρωτεΐνες (%)	20	11	10,5
Λίπος (%)	30	19,5	36
Υγρασία (Μέγιστη) (%)	50	70	60
NaCl (%)	1,2	1,2	1,4
Ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα επί ξηρού (%)	70	70	70
Συσκευασία	Ανάλογα με τον τύπο του τυριού χρησιμοποιείται αεροστεγής συσκευασία των 200g, 1, 1,5 2 kg.		
Συνθήκες Συντήρησης	Διατηρείται σε ψύξη ( $\theta \leq 4^{\circ} \text{C}$ )		
Συνθήκες Διαμονής	Υπό ψύξη ( $\theta \leq 4^{\circ} \text{C}$ )		
Συνθήκες Χρήσης	Αποτελούν συνοδευτικό γεύματος και μέρος συνταγής μαγειρικής		
Χρόνος Ζωής Προϊόντος	ΜΥΖΗΘΡΑ 1 έτος	ΑΝΘΟΤΥΡΟ 30 ημέρες	ΜΑΝΟΥΡΙ 90 ημέρες

#### 4.2.1. Μυζήθρα

Το τυρί αυτό παρασκευάζεται από αγελαδινό, πρόβειο ή αίγιο τυρόγαλα ή μίγματα αυτών, που παράγονται στον ηπειρωτικό κορμό της Ελλάδας, τα νησιά της Κρήτης, του Ιονίου και του Αιγαίου, με ή χωρίς προσθήκη μικρής αναλογίας γάλακτος ή κρέμας. Στο εμπόριο, κυκλοφορεί με τις ακόλουθες δύο παραλλαγές:

- σε νωπή κατάσταση, όπου πρέπει να περιέχει μέγιστη υγρασία 70% και ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα 50% επί ξηρού και
- σε ξηρή κατάσταση, όπου πρέπει να περιέχει μέγιστη υγρασία 40% και ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα 50% επί ξηρού.

Η μάζα του τυριού είναι συμπαγής, χρώματος λευκού έως υπόλευκου και χωρίς οπές. Τα τυροτεμάχια της νωπής Μυζήθρας έχουν σχήμα σφαιρικό ή κόλουρου κώνου, ενώ της ξηρής έχουν σχήμα σφαιρικό ή ελαφρώς πεπλατυσμένο (Κυριακόπουλος, 1995). Το μέγιστο επιτρεπτό ποσοστό υγρασίας είναι 70% και η ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα επί ξηρού, 50%.

#### **4.2.2 Ανθότυρος**

Ο Ανθότυρος είναι ένα είδος Μυζήθρας, που παρασκευάζεται από πρόβειο ή αίγιο τυρόγαλα ή μίγματα αυτών, στο οποίο μπορεί να προστεθεί πρόβειο ή αίγιο γάλα ή κρέμα τους. Αρχικά, παρασκευαζόταν μόνο στην Κρήτη, από τυρόγαλα Κεφαλοτυριού, που γινόταν αποκλειστικά από πρόβειο και αίγιο τυρόγαλα, με προσθήκη μικρής ποσότητας πρόβειου ή αίγειου γάλακτος. Επειδή το γάλα της περιοχής αυτής, είναι πλούσιο σε ολικά στερεά, ιδιαίτερα σε λίπος και το πήγμα για την παρασκευή Κεφαλοτυριού διαιρείται σε μικρά τεμάχια, το τυρόγαλά του έχει αυξημένη λιποπεριεκτικότητα. Κατά συνέπεια, ο Ανθότυρος αποτελεί μια βελτιωμένη μορφή της Μυζήθρας, με περισσότερα λιπαρά, μειωμένη υγρασία, πιο συνεκτική τυρώδη πάστα, κρεμώδους μάλλον υφής και λιγότερο κοκκώδους, με καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Το όνομα Ανθότυρος δόθηκε αρχικά στην ξηρή Μυζήθρα Κρήτης, αλλά σήμερα χρησιμοποιείται και για τη φρέσκια. Η φήμη του έχει ξεπεράσει τα όρια του νησιού και εκτιμάται ιδιαίτερα από ένα ευρύ καταναλωτικό κοινό, με συνέπεια σήμερα να παρασκευάζεται στις ίδιες γεωγραφικές περιοχές με τη Μυζήθρα, αλλά με λιποπεριεκτικότητα τουλάχιστο 65% επί ξηρού και μέγιστη υγρασία 70%.

#### **4.2.3 Μανούρι**

Η ονομασία «ΜΑΝΟΥΡΙ» (MANOURI) αναγνωρίζεται ως προστατευόμενη ονομασία προέλευσης (Π.Ο.Π.) για το τυρί τυρογάλακτος που παράγεται παραδοσιακά στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στις περιοχές της Θεσσαλίας και της κεντρικής και δυτικής Μακεδονίας, από τυρόγαλα πρόβειου ή γίδινου γάλακτος ή μιγμάτων τους, στο οποίο μπορεί να προστεθεί πρόβειο ή γίδινο γάλα ή κρέμα τους.

Το τυρόγαλα, το πρόσγαλα και η κρέμα που χρησιμοποιούνται για παρασκευή «ΜΑΝΟΥΡΙΟΥ» πρέπει να πληρούν τις εξής προϋποθέσεις:

- Η λιποπεριεκτικότητα του τυρογάλακτος πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,5% κατά βάρος.

- Η πήξη του γάλακτος από το οποίο προέρχεται το τυρόγαλα πρέπει να γίνεται εντός 48 ωρών από την άμελξη και το γάλα μέχρι την πήξη, να διατηρείται σε ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας, σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις.
- Το γάλα από το οποίο προέρχεται το τυρόγαλα, καθώς και το «πρόσγαλα» και η κρέμα πρέπει:
  1. Να προέρχονται από φυλές προβάτων και αιγών παραδοσιακά εκτρεφόμενων και προσαρμοσμένων στην περιοχή παρασκευής του «ΜΑΝΟΥΡΙΟΥ» και η διατροφή τους να βασίζεται στη χλωρίδα της περιοχής.
  2. Να προέρχονται από αμέλξεις, που γίνονται 10 ημέρες τουλάχιστον μετά τον τοκετό.
  3. Να είναι καλής ποιότητας και πλήρες.
  4. Να είναι νωπό ή παστεριωμένο.

Κατά συνέπεια, απαγορεύεται η παρασκευή μανουριού, από άλλο είδος τυρογάλακτος ή «προσγάλακτος» ή κρέμας, πλην των καθοριζομένων και στο «τυρόγαλα», «πρόσγαλα» και κρέμα που θα χρησιμοποιηθεί για τη συγκεκριμένη παρασκευή, απαγορεύεται η συμύκνωση, η προσθήκη σκόνης ή συμπυκνώματος γάλακτος, πρωτεϊνών γάλακτος, καζεϊνικών αλάτων, καθώς και η προσθήκη χρωστικών συντηρητικών και αντιβιοτικών ουσιών.

Το τελικό προϊόν πρέπει να έχει υγρασία που να μην υπερβαίνει το 60%, ενώ η λιποπεριεκτικότητά του πρέπει να είναι τουλάχιστον 70% επί ξηρού. Πρόκειται για ένα ιδιαίτερο τυρί τυρογάλακτος, με μαλακή συμπαγή δομή, χωρίς οπές με ευχάριστη γλυκιά γεύση και άρωμα.

#### **4.2.4 Ξινομυζήθρα**

Η ονομασία «ΞΥΝΟΜΥΖΗΘΡΑ ΚΡΗΤΗΣ» (XYNOMYZITHRA KRITIS), αναγνωρίζεται ως προστατευόμενη ονομασία προέλευσης (Π.Ο.Π.) για το τυρί τυρογάλακτος που παράγεται παραδοσιακά στην Κρήτη, από γάλα πρόβειο ή γίδινο ή μίγμα αυτών.

Το γάλα το οποίο χρησιμοποιείται για την παρασκευή του τυριού «ΞΥΝΟΜΥΖΗΘΡΑ ΚΡΗΤΗΣ» πρέπει να προέρχεται αποκλειστικά από την περιοχή της Κρήτης, που οριοθετείται από τα διοικητικά όρια των Νομών Χανίων, Ρεθύμνης, Ηρακλείου και Λασιθίου και θα πρέπει να πληροί τις εξής προϋποθέσεις:

- Να προέρχεται από φυλές αιγών και προβάτων παραδοσιακά εκτρεφόμενων και προσαρμοσμένων στην περιοχή παρασκευής του τυριού αυτού και η διατροφή τους να βασίζεται στη χλωρίδα της ίδιας περιοχής.
- Να προέρχεται από αμέλξεις, που γίνονται 10 ημέρες τουλάχιστον μετά τον τοκετό.
- Να είναι καλής ποιότητας, πλήρες νωπό ή παστεριωμένο.

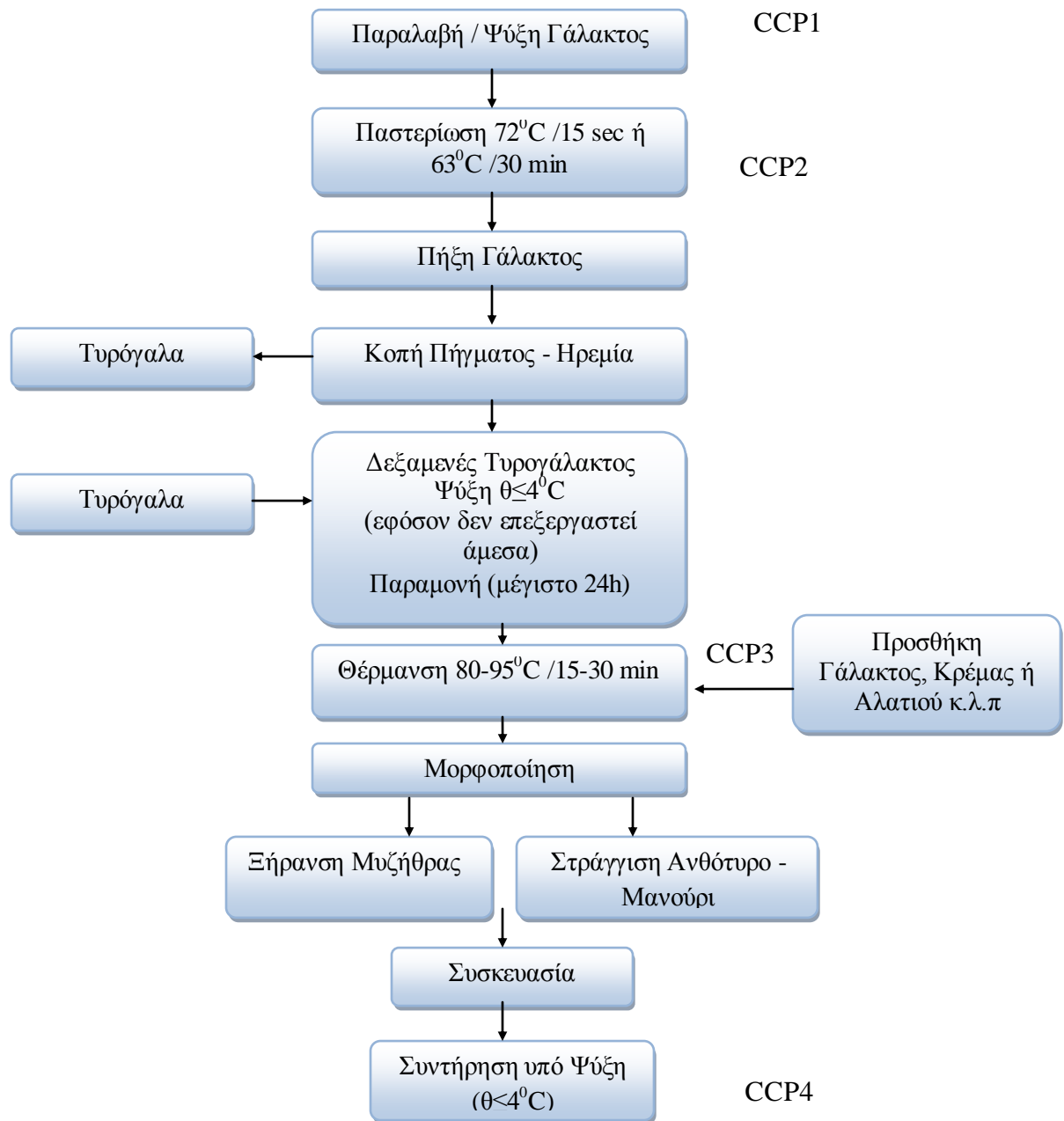
Κατά συνέπεια, απαγορεύεται η παρασκευή του συγκεκριμένου τυριού από τυρόγαλα που προέρχεται από άλλο είδος γάλακτος, πλην των καθοριζομένων και στο προς τυροκόμηση γάλα και τυρόγαλα, απαγορεύεται η συμπύκνωση, η προσθήκη σκόνης ή συμπυκνώματος γάλακτος, πρωτεϊνών γάλακτος, καζεϊνικών αλάτων, χρωστικών, συντηρητικών και αντιβιοτικών ουσιών. Επιτρέπεται ωστόσο, η προσθήκη παραδοσιακής πυτιάς ή άλλων ενζύμων με ανάλογη δράση.

Το τελικό προϊόν πρέπει να έχει υγρασία που να μην υπερβαίνει το 55%, ενώ η λιποπεριεκτικότητά του, πρέπει να είναι τουλάχιστον 45% επί ξηρού. Πρόκειται για ένα μαλακό τυρί τυρογάλακτος, με κοκκώδη έως αλοιφώδη υφή, με ευχάριστη υπόξινη γεύση και άρωμα.

#### **4.3 Τεχνολογία παρασκευής ελληνικών τυριών τυρογάλακτος**

Η παραγωγή τυριών τυρογάλακτος αποτελεί συνήθως παράλληλη δραστηριότητα της γαλακτοκομικής μονάδας με την παραγωγή άλλων ειδών τυριών. Αυτό σημαίνει ότι οι διαδικασίες που ακολουθούνται και τα μέτρα πρόληψης των κινδύνων για την παραγωγή ασφαλών τυριών είναι ίδιες μέχρι το στάδιο της πήξης του γάλακτος και την παραλαβή του τυρογάλακτος για την περαιτέρω επεξεργασία. Η περιγραφή του τρόπου παρασκευής τους παρατίθεται στο διάγραμμα ροής 4.3.1 που ακολουθεί (στο διάγραμμα CCP1, CCP2, CCP3 είναι τα Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου της παραγωγικής διαδικασίας):





Διάγραμμα 4.3.1. Τεχνολογία παρασκευής τυριών τυρογάλακτος (ΕΦΕΤ, 2012)

### 4.3.1 Τεχνολογία παρασκευής Μυζήθρας

Το τυρόγαλα που προορίζεται για την παρασκευή Μυζήθρας πριν τη χρήση του υποβάλλεται πάντα σε φιλτράρισμα, με σκοπό να απομακρυνθούν οι εναπομείναντες κόκκοι πήγματος. Αν δεν απομακρυνθούν, τότε γίνονται σκληροί κατά τη θέρμανση του τυρογάλακτος και υποβαθμίζουν την ποιότητα της Μυζήθρας.

Μετά το φιλτράρισμα, το τυρόγαλα μπαίνει συνήθως σε κυκλικούς τυρολέβητες χωρητικότητας όχι μεγαλύτερης από 1000 λίτρα, όπου θερμαίνεται με ατμό, που είτε κατευθύνεται στα διπλά τοιχώματα του τυρολέβητα, είτε εγχύεται απευθείας στη μάζα του τυρογάλακτος. Ο ρυθμός θέρμανσης είναι τέτοιος ώστε να επιτευχθεί η θερμοκρασία των 88-92°C σε 40-45 min.

Η θέρμανση του τυρογάλακτος γίνεται υπό συνεχή ανάδευση. Όταν η θερμοκρασία πλησιάσει τους 80-82°C, εμφανίζονται τεμαχίδια πήγματος, εξαιτίας της αλλοδόμησης των πρωτεϊνών του. Στο στάδιο αυτό, η θέρμανση επιταχύνεται μέχρι το τυρόγαλα να αποκτήσει θερμοκρασία 88-92°C και η ανάδευση επιβραδύνεται σημαντικά μέχρι τελικά να σταματήσει στους 85°C, όταν ένα πολύ λεπτό στρώμα πήγματος, εμφανιστεί στην επιφάνεια του τυρογάλακτος. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται καλύτερος διαχωρισμός των πρωτεϊνών και δημιουργία συσσωματωμάτων. Στην περίπτωση που η Μυζήθρα θα καταναλωθεί φρέσκια, το τυρόγαλα θερμαίνεται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, ενώ θερμαίνεται σε υψηλότερες, όταν το προϊόν πρόκειται να αφυδατωθεί. Στις θερμοκρασίες αυτές, το πήγμα παραμένει για 15-30 min και κατόπιν τοποθετείται σταδιακά σε ειδικά καλούπια για στράγγιση.

Για Μυζήθρα καλύτερης ποιότητας, πλήρες γάλα σε αναλογία 3-5% προστίθεται στο τυρόγαλα κατά τη θέρμανση, όταν η θερμοκρασία είναι 65-70°C. Αν προστεθεί νωρίτερα είναι δυνατόν, η πυτιά να προκαλέσει την πήξη του και να καταστραφεί το μίγμα. Καλύτερη ποιότητα τυριού έχουμε, όταν χρησιμοποιείται γίδινο γάλα. Συνήθως στη θερμοκρασία των 73-75°C, προστίθεται αλάτι στο τυρόγαλα, σε αναλογία 1,0-1,5%. Το πήγμα που δημιουργείται με τη θέρμανση, μεταφέρεται σταδιακά σε τυρόπανα, ή καλούπια κωνικού σχήματος διαμέτρου 12-13 cm στη βάση και 16-18 cm στην κορυφή, με τρύπες και ανοίγματα για στράγγιση. Κατά συνέπεια, το σχήμα της Μυζήθρας εξαρτάται από το μέσο που χρησιμοποιείται για στράγγιση, η οποία ολοκληρώνεται σε 3-5 ώρες και στη συνέχεια το τυρί μεταφέρεται σε ψυχρούς θαλάμους ως την επομένη, οπότε και προωθείται στην αγορά. Για να επιτευχθεί μεγαλύτερος χρόνος διατήρησης, πολλές φορές η Μυζήθρα συσκευάζεται υπό κενό.

Για την παρασκευή «Ξηρής Μυζήθρας» μετά τη στράγγιση, ακολουθεί αλάτισμα και τοποθέτηση σε καλά αεριζόμενους ψυχρούς θαλάμους, όπου και παραμένει μέχρι να αποκτήσει υγρασία χαμηλότερη από 40%. Κατά τη διάρκεια αυτής της παραμονής, πλήθος μικροβίων, κυρίως μυκήτων αναπτύσσεται στην επιφάνεια της, που απομακρύνονται όταν ολοκληρωθεί η ξήρανση, οπότε η ξηρή Μυζήθρα καλύπτεται με άσπρη παραφίνη ή συσκευάζεται σε πλαστικές σακούλες και είτε παραδίδεται στην αγορά, είτε αποθηκεύεται για μήνες σε θαλάμους θερμοκρασίας 3-4<sup>0</sup>C (Ανυφαντάκης, 1998).

#### **4.3.2 Τεχνολογία παρασκευής Ανθότυρου**

Ο Ανθότυρος παρασκευάζεται με παρεμφερή τεχνολογία με τη Μυζήθρα, εκτός από το είδος του τυρογάλακτος που χρησιμοποιείται, το οποίο είναι πρόβειο ή γίδινο, προερχόμενο από την παρασκευή σκληρών τυριών και είναι πλούσιο σε λίπος. Δεν μπορεί να παρασκευαστεί από τυρόγαλα που προέρχεται από μαλακά τυριά, εκτός αν αυτό εμπλουτιστεί με λίπος κατόπιν προσθήκης πλήρους γάλακτος ή κρέμας. Στην παρασκευή του, επιτρέπεται η προσθήκη μόνο κιτρικού ή γαλακτικού οξέος ως μέσου οξίνισης και βρώσιμου NaCl. Συχνά, αλατίζεται αρκετά και αποξηραίνεται, ώστε να αποκτήσει υγρασία χαμηλότερη του 40% και να χρησιμοποιηθεί είτε ως επιτραπέζιο τυρί, είτε ως τρίμμα. Η ξήρανση πρέπει να γίνεται σε κρύους και καλά αεριζόμενους χώρους. Για να επιτευχθεί αυτό, το τυρί τοποθετείται σε δίχτυ και κρέμεται. Σε υψηλές θερμοκρασίες, ο Ανθότυρος χάνει εύκολα λίπος από τη μάζα του και αποκτά δριμεία γεύση, γεγονός που οδηγεί σε υποβάθμιση του προϊόντος. Για το λόγο αυτό, η ξήρανση πρέπει να γίνεται πάντα σε χώρους όπου η θερμοκρασία δεν υπερβαίνει τους 20<sup>0</sup>C.

#### **4.3.3 Τεχνολογία παρασκευής Μανουριού**

Το τυρόγαλα που προορίζεται για παρασκευή «ΜΑΝΟΥΡΙΟΥ» (MANOURI) υποβάλλεται σε διήθηση ή φυγοκέντρηση για να απομακρυνθούν τυχόν κόκκοι πήγματος και στη συνέχεια εμπλουτίζεται με κρέμα πρόβειου ή γίδινου γάλακτος, ώστε να εξασφαλισθεί λιποπεριεκτικότητα τουλάχιστον 2,5%. Ακολουθεί θέρμανση υπό συνεχή ανάδευση, μέχρι τους 88-90<sup>0</sup>C εντός 40-45' της ώρας. Όταν η θερμοκρασία του τυρογάλακτος φθάσει στους 70-75<sup>0</sup>C περίπου, προστίθεται 1% περίπου χλωριούχο νάτριο και πρόβειο ή γίδινο γάλα ή κρέμα τους, σε αναλογία μέχρι 25%. Στους 80<sup>0</sup> C περίπου, εμφανίζονται οι πρώτες νιφάδες εξαιτίας αλλοδομής των πρωτεϊνών του ορού, οπότε επιβραδύνεται σημαντικά ο ρυθμός ανάδευσης μέχρι πλήρους

παύσης. Η θέρμανση εξακολουθεί μέχρι τους 88-90<sup>0</sup>C. Στη θερμοκρασία αυτή παραμένει το πήγμα για 15-30 min και στη συνέχεια μεταφέρεται σε υφασμάτινους σάκους, σχήματος κυλίνδρου για στράγγιση που διαρκεί 4-5 ώρες. Μετά τη στράγγιση, το τυρί μεταφέρεται σε ψυκτικούς θαλάμους συντήρησης, θερμοκρασίας 4-5<sup>0</sup>C, για παραμονή μέχρι τη διάθεσή του.

#### **4.3.4 Τεχνολογία παρασκευής Ξινομυζήθρας**

Το τυρόγαλα που προορίζεται για παρασκευή τυριού «ΞΥΝΟΜΥΖΗΘΡΑ ΚΡΗΤΗΣ» υποβάλλεται σε διήθηση ή φυγοκέντρηση για να απομακρυνθούν τυχόν κόκκοι πήγματος και στη συνέχεια υποβάλλεται σε θέρμανση υπό συνεχή ανάδευση μέχρι τους 92<sup>0</sup>C εντός 30 min. Όταν η θερμοκρασία του τυρογάλακτος είναι 68-70<sup>0</sup>C, προστίθεται σ' αυτό συνήθως μικρή ποσότητα μέχρι 15% κατά βάρος, πλήρους γάλακτος πρόβειου ή γίδινου (πρόσγαλα), προερχόμενου από την οριοθετημένη, σύμφωνα με τη νομοθεσία, περιοχή. Η θέρμανση του τυρογάλακτος γίνεται υπό συνεχή ανάδευση μέχρι τη θερμοκρασία των 80<sup>0</sup>C, οπότε εμφανίζονται νιφάδες πήγματος. Στο σημείο αυτό, επιταχύνεται ο ρυθμός θέρμανσης μέχρι τη θερμοκρασία των 92<sup>0</sup>C, ενώ παράλληλα επιβραδύνεται πολύ ο ρυθμός ανάδευσης μέχρι πλήρους παύσης. Στις συνθήκες αυτές, δημιουργείται ένα παχύ στρώμα πήγματος στην επιφάνεια του θερμού τυρογάλακτος, το οποίο μετά από παραμονή σε ακινησία για 30 min, μεταφέρεται σε καλούπια και στραγγίζει για 3 έως 5 ώρες. Μετά την στράγγιση, προστίθεται στο πήγμα 1,5 - 2,0% αλάτι (βρώσιμο χλωριούχο νάτριο) αναμειγνύεται προσεκτικά για να αποκτήσει ομοιογενή σύσταση, τοποθετείται σε υφασμάτινους σάκους και πιέζεται για μια περίπου εβδομάδα, κατά τη διάρκεια της οποίας, αυξάνεται η οξύτητά του και αποκτά υπόξινη έως όξινη γεύση. Το πιεσμένο πήγμα τοποθετείται σε βαρέλια, με πολύ προσοχή κατά τρόπο ώστε να μην υπάρχουν κενά στη μάζα του και μεταφέρεται σε θαλάμους, με θερμοκρασία μικρότερη των 10<sup>0</sup>C, όπου παραμένει για περίοδο δυο τουλάχιστον μηνών, να ωριμάσει και στη συνέχεια να διατεθεί στο εμπόριο.

Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης, τα βαρέλια τοποθετούνται ανεστραμμένα στο χώρο ωριμάνσεως με χαλαρά προσαρμοσμένο το κάλυμμα τους, ώστε τυχόν αποβαλλόμενη υγρασία, να μπορεί να απομακρυνθεί. Η παρασκευή και η ωρίμανση του τυριού, πραγματοποιείται σε εγκαταστάσεις που βρίσκονται εντός της οριοθετημένης περιοχής.

### **B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η συλλογή στοιχείων για την επίδραση της διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας του τυρογάλακτος στα φυσικοχημικά, ρεολογικά, αρωματικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά καθώς και στις αποδόσεις τυριών τυρογάλακτος.

Στο κεφάλαια που ακολουθούν, περιγράφεται η παρασκευή των τεσσάρων τύπων τυρογάλακτος με διαφορετική λιποπεριεκτικότητα, ο πειραματικός σχεδιασμός, η διαδικασία παρασκευής των τυριών τυρογάλακτος, καθώς και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

### **ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

#### **5.1 Πειραματικός σχεδιασμός - Πρώτες ύλες**

Για τις ανάγκες του πειράματος παρασκευάστηκαν τέσσερις διαφορετικοί τύποι τυριών τυρογάλακτος με διαφορετική λιποπεριεκτικότητα. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε τυρόγαλα, το οποίο συλλέχθηκε από την τυροκόμηση τυριού Γραβιέρας (το τυρόγαλα αυτό χαρακτηρίστηκε ως κανονικό τυρόγαλα). Το γάλα της τυροκόμησης ήταν πρόβειο, από το προβατοστάσιο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Ένα μέρος από το κανονικό τυρόγαλα, αποκορυφώθηκε και ένα μέρος τυποποιήθηκε με κρέμα, έτσι ώστε να προκύψουν τα πειραματικά τυριά τυρογάλακτος διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας. Για την αποκορύφωση του τυρογάλακτος χρησιμοποιήθηκε κορυφολόγος ανοιχτού τύπου Franz Janschitz FJ12EAR.

Η κρέμα που χρησιμοποιήθηκε για την τυποποίηση, προήλθε από την αποκορύφωση πρόβειου γάλακτος.

## 5.2 Τεχνολογία παρασκευής τυριών τυρογάλακτος



Εικόνα 1. Διαδικασία παρασκευής τυριού Γραβιέρα

min.

Στη συνέχεια, το τυρόπηγμα διαιρέθηκε σε κόκκους 1x1cm, αφέθηκε για 5 min, αναθερμάνθηκε μέχρι τους 50°C με βραδύ ρυθμό στην αρχή. Ο ρυθμός ανόδου της

Αρχικά, παρασκευάστηκε τυρί Γραβιέρα (εικόνα 1). Το γάλα της τυροκόμησης (139Kg), θερμάνθηκε στους 68°C για 10 min, σε τυρολέβητα με διπλά τοιχώματα. και στη συνέχεια ψύχθηκε στους 35,5°C. Ακολούθως, προστέθηκε εναρκτήρια οξυγαλακτική καλλιέργεια (1,128g) του οίκου DANISCO, AlpD /LYO 100 DCU/10DCU ~0,8g, η οποία αποτελείται από μίγμα μεσόφιλων και θερμοφίλων βακτηρίων, *L.lactis, spp.lactis, L.lactis, spp.cremoris, L.lactis spp.lactis biovar diacetylactis, Str.thermophilus, Lb.helveticus, Lb.lactis*, CaCl<sub>2</sub> (14 ml) και 5 min αργότερα, πυτιά (4 g) NATUREN EXTPA 115NB του οίκου HANSEN, πηκτικής δύναμης ~1115 IMCU/g. Ο χρόνος πήξης, ο οποίος μετρήθηκε με την εμφάνιση των πρώτων κροκιδωμάτων σε μαύρη σπάτουλα, ήταν 12 min. Ο συνολικός χρόνος πήξης ήταν ~35

θερμοκρασίας ήταν  $1^{\circ}\text{C}/3,5\text{min}$  και στη συνέχεια  $1^{\circ}\text{C} /1-1,5\text{min}$ . Η διαδικασία της αναθέρμανσης διήρκεσε 40 min. Ακολούθησε ανάδευση για 1 min και μετά από 5 min, εξαγωγή του τυροπήγματος, τοποθέτηση σε καλούπια και πίεση. Συνολικά, συλλέχθηκαν ~93,8Kg τυρογάλακτος.

Κατά τη διεξαγωγή του πειράματος αποκορυφώθηκαν 25 kg τυρογάλακτος και παρασκευάστηκαν τα παρακάτω 4 μίγματα Α, Β, Γ, Κ τα οποία χρησιμοποιήθηκαν σαν πρώτη ύλη για την παρασκευή των 4 πειραματικών τυριών:

- μίγμα Α: 17kg αποκορυφωμένο τυρόγαλα: 14kg αποκορυφωμένο + 3kg πλήρες
- μίγμα Β: 16 kg τυρόγαλακτος και κρέμας: 15,68kg πλήρες + 0,320kg κρέμα
- μίγμα Γ: 14kg τυρογάλακτος και κρέμας: 13,29kg πλήρες + 0,710kg κρέμα
- μίγμα Κ: 17kg πλήρους τυρογάλακτος

Τα μίγματα θερμάνθηκαν σε 4 τυρολέβητες με διπλά τοιχώματα για 30min περίπου μέχρι η θερμοκρασία να ανέλθει στους  $80^{\circ}\text{C}$ . Η άνοδος της θερμοκρασίας συνεχίστηκε σταδιακά για ακόμα 30 min, μέχρι τους  $90^{\circ}\text{C}$ . Αφήθηκαν σε ακινησία για 5 min ακόμη, έτσι ώστε να ολοκληρωθεί η άνοδος των πηγμάτων στην επιφάνεια και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν με διάτρητες κουτάλες σε τυρόπανο (τσαντήλα) (εικόνα 2). Ο ορός που απέμεινε, συλλέχθηκε σε δοχείο. Το πήγμα παρέμεινε κρεμασμένο για 10 min και στη συνέχεια το τυρόπανο δέθηκε και μεταφέρθηκε σε θάλαμο στους  $18^{\circ}\text{C}$ , όπου παρέμεινε για στράγγιση για 20 ώρες (εικόνα 3). Την επόμενη μέρα, ζυγίστηκαν το φρέσκο τυρί και η συνολική ποσότητα του ορού μετά τη στράγγιση.





Εικόνα 2. Συλλογή πήγματος σε τυρόπανα



Εικόνα 3. Στράγγισμα πηγμάτων

### 5.2.1 Δειγματοληψία και κωδικοποίηση δειγμάτων

Από τα 4 μίγματα τυρογάλακτος Α, Β, Γ, Κ που συλλέχθηκαν, παρασκευάστηκαν 4 τυριά τυρογάλακτος ΤΑ, ΤΒ, ΤΓ και ΤΚ, τα οποία απέβαλαν τους ορούς ΟΑ, ΟΒ, ΟΓ, ΟΚ αντίστοιχα. Αναλύσεις έγιναν στο τυρόγαλα, στα τυριά τυρογάλακτος (φρέσκα τυριά 1<sup>ης</sup> ημέρας) και στον ορό. Προσδιορίστηκαν τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τους, καθώς και η περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα, οργανικά οξέα και ανόργανα στοιχεία. Στα τυριά επιπλέον εξετάστηκε το προφίλ των αρωματικών ενώσεων και έγινε οργανοληπτική αξιολόγηση. Τέλος, υπολογίστηκε και η απόδοση του κάθε τυρογάλακτος σε τυρί και ορό.

Οι αναλύσεις έγιναν εις τριπλούν. Τα δείγματα αναλύθηκαν την ημέρα της τυροκόμησης, είτε διατηρήθηκαν στην κατάψυξη, μέχρι την ολοκλήρωση των αναλύσεων.

## 5.3. ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

### 5.3.1. Ανάλυση των κύριων συστατικών

Η σύσταση (λίπος, πρωτεΐνη, λακτόζη, ολικά στερεά) του γάλακτος, τυρογάλακτος και αποπρωτεϊνωμένων ορών προσδιορίστηκε με φασματοφωτόμετρο υπέρυθρου Milkoscan 133 (A/S Foss Electric, Denmark).



Η σύσταση των τυριών (λίπος, πρωτεΐνη, ολικά στερεά) προσδιορίστηκε με τη συσκευή προσδιορισμού συστατικών γαλακτοκομικών προϊόντων Foodscan (Foss Analytical A/S, Denmark). Το λίπος και η ξηρή ουσία/υγρασία στα τυριά, προσδιορίστηκαν και με την κλασική μεθοδολογία (Gerber-van Gulik).

#### **5.3.1.2 Προσδιορισμός της λιποπεριεκτικότητας**

Το λίπος προσδιορίστηκε σύμφωνα με τη μέθοδο Gerber-van Gulik (IDF 222, 2008). Η μέθοδος Gerber στηρίζεται στην αρχή, ότι για να διαλυθούν τα συστατικά του γάλακτος πλην του λίπους, (και οι μεμβράνες των λιποσφαιρίων του γάλακτος), πρέπει αυτό να προστεθεί σε θειικό οξύ ορισμένης πυκνότητας. Οι αντιδράσεις είναι εξώθερμες και συνοδεύονται από έκλυση θερμότητας, η οποία ρευστοποιεί το λίπος που παραμένει αιωρούμενο μέσα στο οξύ. Μετά από προσθήκη αμυλικής αλκοόλης, το λίπος διαχωρίζεται με φυγοκέντρηση. Η στιβάδα του λίπους μετράται-αναγιγνώσκεται στην ειδική κλίμακα του βουτυρόμετρου. Van Gulik και αντιστοιχεί στο λίπος %.

#### **5.3.1.3 Προσδιορισμός της ξηρής ουσίας/υγρασίας**

Η ξηρή ουσία προσδιορίστηκε σύμφωνα με τη μέθοδο IDF (4A, 1982). Για τον προσδιορισμό της ξηρής ουσίας, ζυγίστηκαν 3g τυριού και 5ml τυρογάλακτος ή ορού και έγινε αποξήρανση σε κλίβανο  $\theta \sim 102^{\circ}\text{C}$  μέχρι σταθερού βάρους.

#### **5.3.1.4 Προσδιορισμός της τέφρας**

Κατά την καύση του τυριού καταστρέφεται η οργανική ουσία και λαμβάνεται το καθαρά ανόργανο μέρος του, η τέφρα, που κατά κύριο λόγο περιέχει οξείδια καλίου, νατρίου, ασβεστίου, μαγνησίου, χλωρίου, φωσφόρου, θείου και άνθρακα. Ο προσδιορισμός της τέφρας έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο IDF (27,1964). Στη συνέχεια, η τέφρα συλλέχθηκε σε φιαλίδια για τον προσδιορισμό των ανόργανων στοιχείων. Η ανάλυση έγινε εις τριπλούν.

#### **5.3.1.5 Προσδιορισμός του pH**

Το pH του γάλακτος προσδιορίστηκε με πεχάμετρο WTW, Multi 3420.

### 5.3.2 Προσδιορισμός σακχάρων

Ο προσδιορισμός των σακχάρων των τυριών, του τυρογάλακτος και του ορού πραγματοποιήθηκε σε σύστημα HPLC (Flexar, Perkin Elmer), εφοδιασμένο με αυτόματο δειγματολήπτη και ανιχνευτή δείκτη διάθλασης (RI). 20μl από το δείγμα εγχύθηκαν σε στήλη Aminex HPX-87H, 300mm x 7,8mm (Bio-Rad, Hercules, CA, USA). Η έκλουση έγινε ισοκρατικά με κινητή φάση 5mM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> υπό σταθερή θερμοκρασία 35°C και με ταχύτητα ροής 0,5ml/min. Ο χρόνος ανάλυσης ήταν 30min. Ο ποσοτικός προσδιορισμός πραγματοποιήθηκε με βάση την καμπύλη αναφοράς που έγινε για κάθε σάκχαρο ξεχωριστά με τη χρήση πρότυπων διαλυμάτων (standards). Η προετοιμασία των δειγμάτων έγινε όπως περιγράφεται από τους [Kaminarides et al., 2007](#).

### 5.3.3 Προσδιορισμός ανόργανων στοιχείων Ca, K, Na, Mg

Ο προσδιορισμός των ανόργανων στοιχείων Ca, K, Na, Mg έγινε σε φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης Shimadzu, AA-6800, σύμφωνα με τη μέθοδο IDF 119, 2007. Μετρήθηκε η απορρόφηση διαλύματος τέφρας, σε μήκη κύματος 422,77 nm, 285,2 nm, 589,08 nm και 766,5 nm για τα στοιχεία Ca, Mg, Na και K αντίστοιχα και η συγκέντρωσή τους στο διάλυμα υπολογίστηκε με βάση τις καμπύλες αναφοράς. Στη συνέχεια έγινε αναγωγή στην αρχική ποσότητα δείγματος τυριού, τυρογάλακτος και ορού, που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση και υπολογίστηκε η συγκέντρωσή του κάθε στοιχείου στο δείγμα σε mg/100g δείγματος.

### 5.3.4 Προσδιορισμός αρωματικών συστατικών SPME

Η παραλαβή των αρωματικών συστατικών από το κάθε δείγμα πριν την εισαγωγή στον αέριο χρωματογράφο έγινε με την τεχνική της στερεάς μικροεκχύλισης (SPME). Η ίνα που χρησιμοποιήθηκε ήταν η 50/30 DVD/Carboxen/PDMS της εταιρείας Supelco.

Ο προσδιορισμός των αρωματικών συστατικών έγινε με τη χρήση αέριου χρωματογράφου συνδεδεμένου με φασματογράφο μαζών (GC/MS-QP5050, Shimadzu Colombia, USA). Ο διαχωρισμός των αρωματικών ουσιών έγινε σε στήλη HP INNOVAX 60m,

εσωτερικής διαμέτρου και πάχους φιλμ 0,25  $\mu\text{m}$ . Η ταχύτητα ροής του φέροντος αερίου ήταν 0,8 ml/min. Η θερμοκρασία της θύρας έγχυσης (injection port) ήταν 250°C και η θερμοκρασία διεπαφής (interface) 250 °C. Ο χρόνος παραμονής της ίνας στη θύρα έγχυσης ήταν 5 min.

Η ταυτοποίηση των αρωματικών συστατικών έγινε από το φάσμα μαζών σε συνδυασμό με τις βιβλιοθήκες φασμάτων μαζών WILLEY7 & NIST08s μέσω του προγράμματος software GCMS solution v.2,71.

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των πτητικών συστατικών έγινε με βάση το εμβαδόν εσωτερικού προτύπου κυκλοεξανόνης συγκέντρωσης 1000 ppm και με αναγωγή στην αρχική ποσότητα του δείγματος τυριού που χρησιμοποιήθηκε.

### **5.3.5 Ρεολογικές αναλύσεις**

Προσδιορίστηκαν οι ρεολογικές ιδιότητες των τυριών 1<sup>ης</sup> ημέρας με τη συσκευή Instron 1011. Η τεχνική που χρησιμοποιήθηκε, στηρίζεται στη συμπίεση του δείγματος του τυριού με ένα έμβολο, σε δύο κύκλους (δαγκωματικές). Οι συνθήκες κατά την ανάλυση ήταν: θερμοκρασία δείγματος ~15°C, εφαρμοζόμενη δύναμη 500N, ταχύτητα κεφαλής 25cm/min, διάμετρος εμβόλου 6x6mm. Οι ρεολογικές αναλύσεις έγιναν εις διπλούν.

### **5.3.6 Οργανοληπτική αξιολόγηση**

Τα τυριά βαθμολογήθηκαν από ομάδα 10 έμπειρων δοκιμαστών, μελών του εργαστηρίου Γαλακτοκομίας του ΓΠΑ. Η οργανοληπτική αξιολόγηση των τυριών έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο IDF (99C, 1997). Τα δείγματα παρέμεναν πριν την εξέταση περίπου για μισή ώρα σε θερμοκρασία δωματίου. Οι δοκιμαστές αξιολόγησαν τα τυριά ως προς την υφή, τη γεύση και το χρώμα και τα βαθμολόγησαν σε μια κλίμακα από 1 έως 10. Στο τέλος υπολογίστηκε η συνολική βαθμολογία των τυριών, σύμφωνα με το φύλλο οργανοληπτικής αξιολόγησης (Πίνακας 5.3.6.1). Ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στη γεύση και την υφή και για το λόγο αυτό η βαθμολογία πολλαπλασιάστηκε επί 5 και 4 αντίστοιχα.

**Πίνακας 5.3.6.1:** Φύλλο οργανοληπτικής αξιολόγησης

ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	Κωδικός δείγματος			
	A	B	Γ	K
<b>ΥΦΗ_ΔΟΜΗ (0-10)</b> Εξαιρετική 9-10 Πολύ καλή 7-8 Καλή 5-6 Μη ικανοποιητική 3-4 Κακή 0-2				
<b>ΓΕΥΣΗ_ΟΣΜΗ (0-10)</b> Εξαιρετική 9-10 Πολύ καλή 7-8 Καλή 5-6 Μη ικανοποιητική 3-4 Κακή 0-2				
<b>ΧΡΩΜΑ (0-10)</b> Εξαιρετική 9-10 Πολύ καλή 7-8 Καλή 5-6 Μη ικανοποιητική 3-4 Κακή 0-2				
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ</b>				

### 5.3.7 Στατιστική επεξεργασία

Η στατιστική επεξεργασία έγινε με χρήση του λογισμικού Statgraphics (Centurion v, xv, Manugintics, Inc., Rockville, Maryland 20852, USA). Εξετάστηκε η επίδραση του λίπους στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των τυριών τυρογαλακτος στο τυρογαλα και τον ορό, με τη μέθοδο ανάλυσης της παραλλακτικότητας (Analysis of Variance, ANOVA).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

#### 6.1 Γάλα τυροκόμησης --Τυρόγαλα

Το τυρόγαλα που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή των τεσσάρων τύπων τυριών τυρογάλακτος διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας, συλλέχθηκε κατά την τυροκόμηση τυριού Γραβιέρας. Το γάλα της τυροκόμησης ήταν πρόβειο και η μέση σύστασή του ήταν: λίπος 4,67%, πρωτεΐνη 4,88%, λακτόζη 5,0%, ΣΥΑΛ 10,67%, ΣΥ 15,34% και pH 6,75.

#### 6.2 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τυρογάλακτος (pH και χημική σύσταση)

Η σύσταση του τυρογάλακτος χαμηλής λιποπεριεκτικότητας (Α), του πλήρους τυρογάλακτος (Κ), και των μιγμάτων τυρογάλακτος και κρέμας που παρασκευάστηκαν με τυποποίηση του λίπους περίπου στο 1,5% (Β) και 3,0% (Γ), φαίνεται στον Πίνακα 6.2.1 :

*Πίνακας 6.2.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του τυρογάλακτος που χρησιμοποιήθηκε στην παρασκευή των τεσσάρων τύπων τυριών τυρογάλακτος διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας*

Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά	Α	Β	Γ	Κ
pH	6,20 <sup>a</sup> ±0,63	6,14 <sup>a</sup> ±0,53	6,16 <sup>a</sup> ±0,41	6,13 <sup>a</sup> ±0,51
Λίπος %	0,19 <sup>a</sup> ±0,07	1,65 <sup>c</sup> ±0,06	3,15 <sup>d</sup> ±0,01	0,61 <sup>b</sup> ±0,08
Πρωτεΐνη %	1,74 <sup>a</sup> ±0,04	1,80 <sup>a</sup> ±0,4	1,85 <sup>a</sup> ±0,3	1,74 <sup>a</sup> ±0,3
Ξηρή ουσία%	6,83 <sup>a</sup> ±0,05	7,96 <sup>b</sup> ±0,13	9,43 <sup>c</sup> ±0,08	6,73 <sup>a</sup> ±0,12
Τέφρα %	0,71 <sup>a</sup> ±0,12	0,47 <sup>a</sup> ±0,10	0,37 <sup>a</sup> ±0,06	0,45 <sup>a</sup> ±0,06
Λακτόζη %	4,39 <sup>a</sup> ±0,50	4,04 <sup>a</sup> ±0,25	4,06 <sup>a</sup> ±0,31	3,93 <sup>a</sup> ±0,14
Γαλακτικό οξύ%	0,10 <sup>a</sup> ±0,02	0,24 <sup>b</sup> ±0,09	0,28 <sup>b</sup> ±0,04	0,28 <sup>b</sup> ±0,03
Γλυκόζη%	0,05 <sup>a</sup> ±0,01	0,11 <sup>b</sup> ±0,03	0,13 <sup>b</sup> ±0,02	0,13 <sup>b</sup> ±0,04
Γαλακτόζη%	0,20 <sup>a</sup> ±0,02	0,43 <sup>b</sup> ±0,13	0,49 <sup>b</sup> ±0,06	0,50 <sup>b</sup> ±0,05
Κιτρικό%	0,21 <sup>a</sup> ±0,00	0,20 <sup>a</sup> ±0,01	0,22 <sup>a</sup> ±0,00	0,21 <sup>a</sup> ±0,04
Ca(mg/100g)	33,24 <sup>a</sup> ±6,37	36,65 <sup>a</sup> ±6,38	34,45 <sup>a</sup> ±6,61	33,26 <sup>a</sup> ±4,56
Mg(mg/100g)	9,44 <sup>a</sup> ±1,39	9,09 <sup>a</sup> ±1,09	8,45 <sup>a</sup> ±1,64	8,51 <sup>a</sup> ±0,75

<b>K(mg/100g)</b>	133,04 <sup>a</sup> ±13,37	122,68 <sup>a</sup> ±9,27	116,71 <sup>a</sup> ±18,32	126,81 <sup>a</sup> ±11,56
<b>Na(mg/100g)</b>	89,74 <sup>a</sup> ±6,8	88,23 <sup>a</sup> ±4,0	76,62 <sup>a</sup> ±7,4	78,80 <sup>a</sup> ±7,04

\*Οι τιμές στον Πίνακα είναι οι μέσοι όροι τεσσάρων επαναλήψεων ± το τυπικό σφάλμα του μέσου.

\* a, b, c, d: Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ( $p > 0,05$ ).

\* Α αποκορυφωμένο τυρόγαλα, Β τυρόγαλα με 2,5% κρέμα, Γ τυρόγαλα με 5% κρέμα, Κ κανονικό τυρόγαλα

Η σύσταση του τυρογάλακτος κυμαίνεται ανάλογα με το είδος του γάλακτος και με τον τύπο του τυριού απ' όπου προέρχεται. Σύμφωνα με στοιχεία του εργαστηρίου Γαλακτοκομίας (Ανυφαντάκης, 2004) για το ίδιο τυρί, το πρόβειο τυρόγαλα είναι σημαντικά πιο πλούσιο σε πρωτεΐνες και λίπος από το αγελαδινό, ενώ κατά την τυροκόμηση των σκληρών τυριών μεταφέρεται περισσότερο λίπος στο τυρόγαλα απ' ότι στα μαλακά τυριά. Πιο συγκεκριμένα, το λίπος τυρογάλακτος, από τυρί γραβιέρα που παρασκευάστηκε από αγελαδινό γάλα, ήταν 0,60% και από πρόβειο γάλα ήταν 1,26%, ενώ όταν παρασκευάστηκε από το ίδιο γάλα λευκό τυρί άλμης, οι αντίστοιχες τιμές ήταν 0,32% και 0,39%. Από αδημοσίευτα στοιχεία του εργαστηρίου Γαλακτοκομίας, τυρόγαλα από σκληρό τυρί τύπου Γραβιέρα και λευκό τυρί άλμης που παρασκευάστηκαν από πρόβειο γάλα λιποπεριεκτικότητας 6,37%, είχαν λίπος 1,67% και 0,57% αντίστοιχα. Σύμφωνα με τους Kaminarides et al, 2013, η σύσταση πρόβειου τυρογάλακτος, που προερχόταν από την παραγωγή Χαλουμιού ήταν: 0,54% λίπος, 1,67% πρωτεΐνη, 5,39% λακτόζη και pH 6,4. Στην παρούσα εργασία η λιποπεριεκτικότητα του τυρογάλακτος Κ (πλήρες τυρόγαλα) που παρελήφθη κατά την τυροκόμηση της Γραβιέρας από πρόβειο γάλα ήταν χαμηλή (0,61%), λόγω κυρίως της χαμηλής λιποπεριεκτικότητας του πρόβειου γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε. Από τον πίνακα 6.2.1 φαίνεται ότι στα τυρογάλατα Γ και Β το ποσοστό του λίπους, ήταν 3,15% και 1,65% αντίστοιχα, υψηλότερο σε σχέση με τα Κ και Α που ήταν 0,61% και 0,19% αντίστοιχα, λόγω της τυποποίησης των Γ και Β με προσθήκη κρέμας. Η ξηρή ουσία των Γ και Β είναι σημαντικά μεγαλύτερη ( $p < 0,05$ ) από αυτή των Κ και Α, γιατί προστέθηκε με την κρέμα σημαντική ποσότητα λίπους κυρίως. Η τέφρα καθώς και η περιεκτικότητα σε ανόργανα στοιχεία Ca, Mg, Na και Κ δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ των διαφόρων τύπων τυρογάλακτος, Στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και λακτόζη δεν υπήρχαν επίσης σημαντικές διαφορές ( $p > 0,05$ ), γιατί η κρέμα που προστέθηκε είναι ένα γαλακτοκομικό προϊόν με μικρή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και λακτόζη.

### 6.2.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά κρέμας

Η κρέμα που παρελήφθη από την αποκορύφωση του πρόβειου γάλακτος και χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή των μιγμάτων, είχε λιποπεριεκτικότητα 49% (όπως προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Koehler) και pH 6,69.

### 6.3 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά αποπρωτεϊνωμένου ορού (pH και χημική σύσταση)

Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του αποπρωτεϊνωμένου ορού (δείγματα Ο<sub>A,B,G,K</sub>) που προέκυψε κατά την παρασκευή των διαφόρων τύπων τυριών τυρογάλακτος παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.3.1 :

*Πίνακας 6.3.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά\* του αποπρωτεϊνωμένου ορού*

Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά	ΟΑ	ΟΒ	ΟΓ	ΟΚ
pH	6,18 <sup>a</sup> ±0,25	6,12 <sup>a</sup> ±0,40	6,10 <sup>a</sup> ±0,47	6,03 <sup>a</sup> ±0,46
Λίπος %	0,02 <sup>a</sup> ±0,02	0,13 <sup>a,b</sup> ±0,04	0,25 <sup>b</sup> ±0,16	0,07 <sup>a</sup> ±0,02
Πρωτεΐνη %	1,21 <sup>a</sup> ±0,05	1,15 <sup>a</sup> ±0,10	1,14 <sup>a</sup> ±0,12	1,12 <sup>a</sup> ±0,14
Ξηρή ουσία%	6,13 <sup>a</sup> ±0,41	5,97 <sup>a</sup> ±0,42	6,25 <sup>a</sup> ±0,43	5,88 <sup>a</sup> ±0,42
Τέφρα %	0,47 <sup>a</sup> ±0,02	0,51 <sup>a</sup> ±0,02	0,49 <sup>a</sup> ±0,03	0,48 <sup>a</sup> ±0,05
Λακτόζη %	4,63 <sup>b</sup> ±0,20	4,18 <sup>a</sup> ±0,07	4,37 <sup>a,b</sup> ±0,21	4,21 <sup>a</sup> ±0,09
Γαλακτικό οξύ%	0,09 <sup>a</sup> ±0,02	0,23 <sup>b</sup> ±0,09	0,25 <sup>b</sup> ±0,05	0,31 <sup>b</sup> ±0,01
Γλυκόζη%	0,02 <sup>a</sup> ±0,01	0,08 <sup>b</sup> ±0,03	0,09 <sup>b</sup> ±0,03	0,13 <sup>b</sup> ±0,02
Γαλακτόζη%	0,16 <sup>a</sup> ±0,04	0,37 <sup>b</sup> ±0,13	0,42 <sup>b</sup> ±0,09	0,51 <sup>b</sup> ±0,00
Κιτρικό οξύ%	0,21 <sup>a</sup> ±0,03	0,19 <sup>a</sup> ±0,04	0,22 <sup>a</sup> ±0,01	0,21 <sup>a</sup> ±0,00
Ca(mg/100g)	49,67 <sup>a</sup> ±1,58	45,25 <sup>a</sup> ±5,20	49,03 <sup>a</sup> ±9,96	48,41 <sup>a</sup> ±8,78
Mg(mg/100g)	13,61 <sup>a</sup> ±1,58	12,86 <sup>a</sup> ±0,67	13,01 <sup>a</sup> ±1,15	14,41 <sup>a</sup> ±2,67
K(mg/100g)	153,54 <sup>a</sup> ±44,23	180,72 <sup>a</sup> ±29,02	172,33 <sup>a</sup> ±41,03	133,53 <sup>a</sup> ±11,47

Na(mg/100g)

79,83<sup>a</sup> ±17,40 83,31<sup>a</sup> ±22,46 78,36<sup>a</sup> ±14,22 86,98<sup>a</sup> ±33,36

*\*Οι τιμές στον Πίνακα είναι οι μέσοι όροι τεσσάρων επαναλήψεων ±το τυπικό σφάλμα του μέσου.*

*\* a, b, c, d: Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ( $p > 0,05$ ).*

*\* Αποπρωτεϊνωμένος ορός που απέβαλε τυρί τυρογάλακτος ΟΑ από αποκορυφωμένο τυρόγαλα, ΟΒ από τυρόγαλα με 2,5% κρέμα, ΟΓ από τυρόγαλα με 5% κρέμα, ΟΚ από κανονικό τυρόγαλα*

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα, όλοι οι αποπρωτεϊνωμένοι οροί που αποβλήθηκαν κατά τη διαδικασία της τυροκόμησης, περιείχαν ελάχιστο λίπος. Η λιποπεριεκτικότητα στους ΟΒ και ΟΓ που απέμειναν μετά από τυροκόμηση στην οποία προηγήθηκε η προσθήκη κρέμας, ήταν 0,13% και 0,25%, ενώ στους ΟΑ και ΟΚ ήταν 0,02% και 0,07%. Το ποσοστό του λίπους ήταν μεγαλύτερο στον ΟΓ, καθώς διέφερε στατιστικά σημαντικά ( $p < 0,05$ ) έναντι των ΟΚ και ΟΑ. Χαρακτηριστικό ήταν η μεγάλη περιεκτικότητά τους σε λακτόζη, η οποία λόγω της συμπύκνωσης από την αποβολή υγρασίας κατά τη θέρμανση και λόγω της απομάκρυνσης στο τυρί μεγάλου ποσοστού λίπους και πρωτεϊνών (πίνακας 6.4.1) ήταν αυξημένη στους ορούς σε ποσοστό (περίπου 3,5 έως 7,6%) σε σχέση με το τυρόγαλα. Ο ορός ΟΑ περιείχε το μεγαλύτερο ποσοστό λακτόζης από τους υπόλοιπους (4,63%), κατ' αναλογία με το τυρόγαλα Α. Η περιεκτικότητά σε πρωτεΐνες κυμάνθηκε στα ίδια επίπεδα σε όλους τους ορούς (από 1,12% έως 1,21%). Χαρακτηριστικό των αζωτούχων ουσιών των ορών είναι ότι σε αυτές περιλαμβάνονται εκτός από τις πρωτεΐνες του ορού που δεν συγκρατήθηκαν στο πήγμα, οι πρωτεόζες – πεπτόνες, οι οποίες λόγω της δομής τους, δεν αλλοδομούνται κατά τη θέρμανση σε υψηλές θερμοκρασίες και έτσι δε συμμετέχουν στο σχηματισμό των χαρακτηριστικών κροκιδωμάτων. Εκτός από τα κύρια συστατικά του γάλακτος μεταφέρθηκαν και άλατα Ca, Mg, K και Na σε σημαντικές ποσότητες. Όσον αφορά στην ξηρή ουσία, ενώ στο τυρόγαλα υπήρξαν διαφορές μεταξύ των Α, Β, Γ και Κ (Πίνακας 6.2.1) δεν παρατηρήθηκε παρόμοια διαφορά στους αποπρωτεϊνωμένους ορούς, γιατί από τα Β και Γ σημαντικό μέρος των συστατικών μεταφέρθηκε στο τυρί. Η τέφρα επίσης και το ποσοστό των αλάτων ήταν παρόμοιο ( $p > 0,05$ ) και κυμάνθηκε από 0,47% έως 0,49%.



## 6.4 Απόδοση και συντελεστές μετατροπής

Η διερεύνηση της απόδοσης % κατά την παρασκευή ενός τυριού είναι σημαντική, γιατί σχετίζεται άμεσα με το οικονομικό αποτέλεσμα. Ο παράγοντας που επηρεάζει περισσότερο την απόδοση του γάλακτος της τυροκόμησης σε τυρί, είναι η χημική του σύσταση και ιδιαίτερα η περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνες και λίπος, καθώς αυτά αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 90% των στερεών συστατικών του τυριού.

Όσον αφορά στο τυρόγαλα είναι ένα παραπροϊόν της τυροκόμησης και ρυπογόνος παράγοντας του περιβάλλοντος όταν απορρίπτεται. Για το λόγο αυτό, γίνεται προσπάθεια για την αξιοποίησή του και ένας τρόπος είναι η παραγωγή τυριών τυρογάλακτος. Το τυρόγαλα που χρησιμοποιείται στην παραγωγή τυριών έχει σύσταση που ποικίλει. Η σύσταση του συνδέεται με το είδος και τη σύσταση του γάλακτος και το είδος του τυριού από όπου προέρχεται. Επίσης, η σύσταση του διαμορφώνεται με βάση τον τύπο του τυριού τυρογάλακτος που πρόκειται να παρασκευαστεί.

Στην Ελλάδα παράγεται μεγάλη ποικιλία τυριών τυρογάλακτος, που διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ως προς την σύστασή τους. Το Μανούρι είναι πιο πλούσιο σε λίπος, ακολουθεί ο Ανθότυρος και τελευταία η Μυζήθρα. Αντίστροφη τάση παρουσιάζει η υγρασία τους. Η Μυζήθρα παρασκευάζεται συνήθως χωρίς αποκορύφωση του τυρογάλακτος. Αν όμως παρασκευαστεί με αποκορύφωση του τυρογάλακτος όπως στην περίπτωση του πειραματικού τυριού Α, τότε θεωρείται μειωμένων λιπαρών. Ο Ανθότυρος συνήθως παρασκευάζεται από τυρόγαλα με προσθήκη προσγάλακτος και το Μανούρι με προσθήκη και κρέμας, το οποίο με βάση τον ΚΤΠ πρέπει να πληροί τις προδιαγραφές του τυριού ΠΟΠ. Η απόδοση κάθε είδους τυρογάλακτος σε τυρί εξαρτάται από τη σύστασή του, την προσθήκη γάλακτος ή κρέμας, καθώς επίσης και από τη σύσταση του παραγόμενου τυριού και την τεχνολογία παρασκευής του. Σύμφωνα με τον [Κανδαράκη 1981](#), η απόδοση πρόβειου τυρογάλακτος σε τυρί Μυζήθρα με 65% υγρασία ήταν 4,4% ενώ όταν προστέθηκε κρέμα στο πρόβειο τυρόγαλα, ώστε η λιποπεριεκτικότητά του να φτάσει το 2,2%, η απόδοση ήταν 5,9% σε τυρί Μανούρι με 50% υγρασία ([Κανδαράκης, 1981](#)). Οι [Kaminarides et al., 2013](#), αναφέρουν ότι η απόδοση πρόβειου τυρογάλακτος χωρίς την προσθήκη γάλακτος ή κρέμας ήταν 4,30% σε Μυζήθρα με 68,04% υγρασία. Αντίθετα η απόδοση αγελαδινού τυρογάλακτος ήταν 4% σε Μυζήθρα με 75% υγρασία ([Ζερφυρίδης, 1976](#)). Παρατηρείται όπως φαίνεται μια διαφοροποίηση στα αποτελέσματα. Επομένως η συλλογή στοιχείων για την απόδοση των διάφορων τύπων τυρογάλακτος

διαφορετικής περιεκτικότητας σε λίπος σε τυρί, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Επίσης ενδιαφέρον, παρουσιάζει και η συμμετοχή και αξιοποίηση του κάθε συστατικού του τυρογάλακτος, κυρίως του λίπους και των πρωτεϊνών κατά την παρασκευή του.

Ο αποπρωτεϊνωμένος ορός αποτελεί το υγρό απόβλητο που παράγεται κατά την τυροκόμηση των τυριών τυρογάλακτος. Για τη σύσταση του, αλλά και για το ποσοστό μεταφοράς των συστατικών του από το τυρόγαλα υπάρχουν ελάχιστα στοιχεία. Για το λόγο αυτό στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να υπολογιστούν οι αποδόσεις σε τυρί και οι συντελεστές μετατροπής (ΣΜ) του λίπους, των πρωτεϊνών και επί πλέον της λακτόζης και της ξηρής ουσίας του τυρογάλακτος διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας σε τυρί, καθώς και οι αποδόσεις και συντελεστές μεταφοράς των παραπάνω συστατικών, από το τυρόγαλα στον αποπρωτεϊνωμένο ορό. Τα βάρη του τυρογάλακτος, των τυριών και του αποπρωτεϊνωμένου ορού και οι αποδόσεις τυρογάλακτος σε τυρί και οι συντελεστές μετατροπής ή μεταφοράς του λίπους, των πρωτεϊνών και της ξηρής ουσίας του τυρογάλακτος σε τυρί και ορό που υπολογίστηκαν, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα 6.4.1.

**Πίνακας 6.4.1** Αποδόσεις και συντελεστές μετατροπής (ΣΜ) τυρογάλακτος\* σε τυρί και αποπρωτεϊνωμένο ορό

Βάρος τυρ/τος (Kg)	Βάρος τυριού (Kg)	Βάρος αποπρ/νου ορού(Kg)	Απόδοση % σε τυρί	ΣΜ λίπους σε τυρί	ΣΜ πρωτεϊνών σε τυρί	ΣΜ ξηρής ουσίας σε τυρί	ΣΜ λακτόζης σε τυρί	ΣΜ λίπους σε ορό	ΣΜ πρωτεϊνών σε ορό	ΣΜ ξηρής ουσίας σε ορό	ΣΜ λακτ/ζης σε ορό
A 17	TA 0,463 <sup>a</sup> ±0,05	OA 14,96 <sup>c</sup> ±0,05	2,73 <sup>a</sup> ±0,27	59,57 <sup>a</sup> ±25,14	24,78 <sup>a</sup> ±2,93	10,55 <sup>a</sup> ±0,98	2,52 <sup>a</sup> ±0,13	9,67 <sup>a</sup> ±2,53	61,49 <sup>a</sup> ±2,88	85,84 <sup>a</sup> ±1,51	93,70 <sup>a</sup> ±11,83
B 16	TB 0,803 <sup>b</sup> ±0,12	OB 13,67 <sup>b</sup> ±0,23	5,02 <sup>b</sup> ±0,73	75,07 <sup>a</sup> ±17,95	39,39 <sup>b</sup> ±3,05	27,66 <sup>c</sup> ±2,39	4,46 <sup>b</sup> ±0,91	7,01 <sup>a</sup> ±4,85	54,88 <sup>a</sup> ±5,35	68,75 <sup>b</sup> ±4,96	88,66 <sup>a</sup> ±3,53
Γ 14	TΓ 0,993 <sup>c</sup> ±0,09	OΓ 11,53 <sup>a</sup> ±0,24	7,09 <sup>c</sup> ±0,63	84,23 <sup>a</sup> ±7,58	43,54 <sup>b</sup> ±6,82	38,26 <sup>d</sup> ±1,56	4,81 <sup>b</sup> ±0,87	6,47 <sup>a</sup> ±4,11	50,31 <sup>a</sup> ±5,69	56,57 <sup>a</sup> ±2,89	90,07 <sup>a</sup> ±2,67
K 17	TK 0,727 <sup>b</sup> ±0,12	OK 14,78 <sup>c</sup> ±0,15	4,27 <sup>b</sup> ±0,70	62,53 <sup>a</sup> ±3,10	34,28 <sup>a,b</sup> ±7,94	19,72 <sup>b</sup> ±1,54	4,04 <sup>b</sup> ±0,77	7,29 <sup>a</sup> ±9,83	56,10 <sup>a</sup> ±7,09	76,93 <sup>c</sup> ±3,07	93,11 <sup>a</sup> ±1,92

\*Οι τιμές στον Πίνακα είναι οι μέσοι όροι τεσσάρων επαναλήψεων ± το τυπικό σφάλμα του μέσου.

\* *a, b, c, d*: Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά στήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ( $p > 0,05$ ).

\* *A, B, Γ, Κ* τυρόγαλα, *TA, TB, TG, TK* τυρί τυρογάλακτος, *OA, OB, OG, OK* αποπρωτεϊνωμένος ορός, όπως περιγράφονται στους πίνακες 6.2.1., 6.3.1 και 6.4.1 αντίστοιχα

Οι αποδόσεις σε τυρί των διαφόρων τύπων τυρογάλακτος διέφεραν στατιστικά σημαντικά ( $p < 0,05$ ). Κατά σειρά, οι αποδόσεις του Γ και Β τυρογάλακτος σε τυρί, ήταν σημαντικά αυξημένες, σε σχέση με του Κ και Α, καθώς σε αυτά τα μίγματα έγινε προσθήκη κρέμας. Η προσθήκη αυξανόμενων ποσοτήτων κρέμας στο τυρόγαλα, φαίνεται επίσης ότι οδήγησε σε αυξανόμενη απόδοση σε τυρί. Αυτές οι διαφορές αποδίδονται κυρίως στην ενσωμάτωση του λίπους στο τυρόπηγμα που σχηματίστηκε κατά τη θέρμανση του τυρογάλακτος (Kaminarides et al, 2013). Το λίπος συγκρατήθηκε στα τυριά σε μεγάλο ποσοστό που κυμαίνεται από 59,57 έως 84,23%. Η συγκράτηση λίπους ήταν κατά σειρά μεγαλύτερη στα τυριά Γ, Β, Κ και Α και ήταν ανάλογη της λιποπεριεκτικότητας των διαφορετικών τύπων τυρογάλακτος που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή τους. Σύμφωνα με τον συντελεστή μετατροπής λίπους σε τυρί (ΣΜ), το τυρόγαλα Γ είχε τον υψηλότερο ΣΜ λίπους (84,23%) γεγονός που αύξησε κυρίως την απόδοση του σε τυρί. Το ποσοστό των πρωτεϊνών γενικά που μεταφέρθηκαν στο τυρί κυμάνθηκε από 24,78% έως 43,54%. Να σημειωθεί ότι το τυρόγαλα Γ που είχε την μεγαλύτερη απόδοση, επίσης είχε την υψηλότερη πρωτεΐνη (1,85%) και τον υψηλότερο ΣΜ πρωτεΐνης σε τυρί (43,54%). Η συγκράτηση των πρωτεϊνών ήταν κατά σειρά μεγέθους μεγαλύτερη στα TG, TB, TK και TA. Ο υψηλότερος ΣΜ ξηρής ουσίας στο τυρί Γ, δικαιολογείται από το γεγονός ότι σε αυτό το τυρόγαλα υπήρχαν περισσότερο λίπος κυρίως και δευτερευόντως πρωτεΐνες τα οποία αξιοποιήθηκαν επαρκώς.

Όπως φαίνεται στον πίνακα 6.3.1 όλοι οι αποπρωτεϊνωμένοι οροί που αποβλήθηκαν κατά τη διαδικασία της τυροκόμησης, περιείχαν ελάχιστο λίπος. Τα ποσοστά μεταφοράς λίπους από το τυρόγαλα ήταν χαμηλά. Τη μεγαλύτερη μεταφορά λίπους είχαμε από το τυρόγαλα Α (9,67%) και τη μικρότερη από το τυρόγαλα Γ (6,47%). Πρέπει να σημειωθεί ότι οι ποσότητες πρωτεϊνών που δεν μετουσιώθηκαν και χάθηκαν στον αποπρωτεϊνωμένο ορό ήταν κατά πολύ μεγαλύτερες και κυμάνθηκαν από 50,31% -ποσοστό που μεταφέρθηκε στον ΟΓ- έως 61,49% στον ΟΑ. Οι Salvatore et al, 2014 ανέφεραν ότι η απόδοση του τυριού ricotta ήταν περίπου 5%, με σημαντικές απώλειες πρωτεϊνών, αφού μετά την παραγωγή τυριού αυτού, ο αποπρωτεϊνωμένος ορός γάλακτος περιείχε ακόμη περίπου 1% πρωτεΐνες. Να σημειωθεί ότι υπήρξε και ένα ποσοστό πρωτεϊνών (περίπου 6% έως 14%) που αποδίδεται σε απώλειες που συνέβησαν κατά

την παραγωγική διαδικασία, όπως λεπτά κροκιδωμένα κοκκία που δεν ενσωματώθηκαν στο τυρί ή δεν συγκρατήθηκαν από τα τυρόπανα κατά τη στράγγιση των τυριών ή προσκολλήθηκαν στα τοιχώματα του λέβητα ή και σε σφάλματα αναλύσεων. Εκείνο που πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα είναι η μεταφορά πολύ μεγάλου ποσοστού λακτόζης στον αποπρωτεϊνωμένο ορό. Το ποσοστό αυτό κυμάνθηκε από 88,66% έως 93,7% και δείχνει το μεγάλο ρυπαντικό φορτίο που εξακολουθούν να έχουν τα υγρά απόβλητα μετά την τυροκόμηση των τυριών τυρογάλακτος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, καθίσταται αναγκαίο, να αναπτυχθεί μια αποτελεσματική προσέγγιση για την ανάκτηση της λακτόζης σαν κύριο προϊόν, καθώς και του ασβεστίου, που μπορεί να προσφέρει προστιθέμενη αξία στον αποπρωτεϊνωμένο ορό τυρογάλακτος και επίσης να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την απόρριψη του.

### 6.5 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τυριών τυρογάλακτος

Η θέρμανση του τυρογάλακτος στους 85-90<sup>0</sup>C προκαλεί ιζηματοποίηση και διαχωρισμό -με άνοδο στην επιφάνεια- των οροπρωτεϊνών (βLg, αLa, Igs και BSA) του τυρογάλακτος. Στο πρωτεϊνικό πήγμα που δημιουργείται (τυρί τυρογάλακτος) παγιδεύονται το λίπος και μικρό μέρος της λακτόζης και των αλάτων. Τα κύρια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των διαφορετικών τυριών τυρογάλακτος του πειράματος παρουσιάζονται στον πίνακα 6.5.1. και στα Διαγράμματα 6.5.1 και 6.5.2:

*Πίνακας 6.5.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά\* των τεσσάρων τυριών τυρογάλακτος διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας*

Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά	TA	TB	TΓ	TK
pH	6,00 <sup>a</sup> ±0,09	5,88 <sup>a</sup> ±0,88	5,69 <sup>a</sup> ±0,67	5,36 <sup>a</sup> ±0,81
Λίπος %	3,94 <sup>a</sup> ±1,0	24,61 <sup>c</sup> ±4,67	37,33 <sup>d</sup> ±0,58	11,79 <sup>b</sup> ±1,20
Πρωτεΐνη %	15,77 <sup>b</sup> ±0,39	14,21 <sup>b</sup> ±1,34	11,37 <sup>a</sup> ±1,45	13,87 <sup>b</sup> ±1,75
Ξηρή Ουσία %	24,73 <sup>a</sup> ±1,99	42,50 <sup>c</sup> ±3,02	48,43 <sup>d</sup> ±3,62	30,93 <sup>b</sup> ±2,67

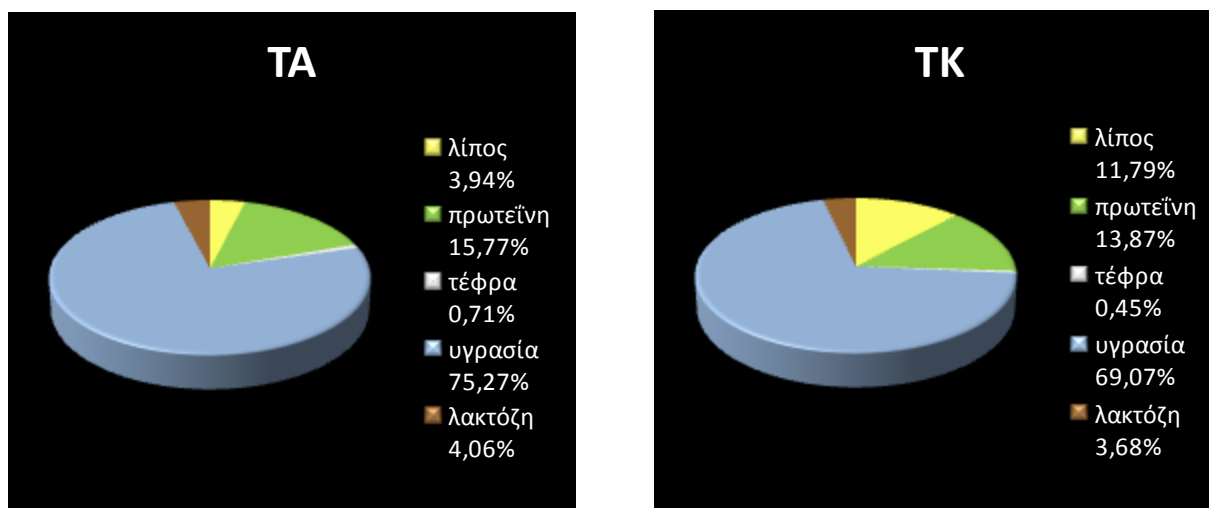
<b>MNFS %</b>	78,35 <sup>b</sup> ±1,26	76,49 <sup>a,b</sup> ±6,40	82,33 <sup>b</sup> ±6,40	78,29 <sup>a</sup> ±2,38
<b>Τέφρα %</b>	0,71 <sup>a</sup> ± 0,12	0,47 <sup>a</sup> ±0,10	0,37 <sup>a</sup> ±0,06	0,45 <sup>a</sup> ±0,06
<b>Λίπος επί ξηρού %</b>	15,80 <sup>a</sup> ±2,78	58,14 <sup>c</sup> ±11,65	77,48 <sup>d</sup> ±6,90	38,15 <sup>b</sup> ±2,83
<b>Υγρασία %</b>	75,27 <sup>d</sup> ±1,99	57,5 <sup>b</sup> ±3,02	51,57 <sup>a</sup> ±3,62	69,07 <sup>c</sup> ±2,67
<b>Λακτόζη %</b>	4,06 <sup>b</sup> ±0,26	3,62 <sup>b</sup> ±0,92	2,73 <sup>a</sup> ±0,10	3,68 <sup>b</sup> ±0,31
<b>Γαλακτικό οξύ %</b>	0,76 <sup>a</sup> ±0,02	0,19 <sup>a,b</sup> ±0,09	0,16 <sup>a,b</sup> ±0,06	0,24 <sup>b</sup> ±0,07
<b>Γλυκόζη %</b>	0,03 <sup>a</sup> ±0,01	0,07 <sup>a,b</sup> ±0,04	0,08 <sup>a,b</sup> ±0,03	0,12 <sup>b</sup> ±0,04
<b>Γαλακτόζη %</b>	0,15 <sup>a</sup> ±0,04	0,36 <sup>b</sup> ±0,15	0,29 <sup>a,b</sup> ±0,09	0,43 <sup>b</sup> ±0,11
<b>Κιτρικό οξύ %</b>	0,31 <sup>b</sup> ±0,07	0,23 <sup>a</sup> ±0,04	0,17 <sup>a</sup> ±0,01	0,21 <sup>a</sup> ±0,04
<b>Ca (mg/100g)</b>	162,40 <sup>b</sup> ±54,03	69,8 <sup>a,b</sup> ±7,93	61,43 <sup>a</sup> ±51,68	95,52 <sup>a,b</sup> ±10,46
<b>Mg (mg/100g)</b>	24,31 <sup>a</sup> ±5,98	14,68 <sup>a</sup> ±4,85	11,31 <sup>a</sup> ±1,05	17,81 <sup>a</sup> ±3,86
<b>K (mg/100g)</b>	139,44 <sup>a</sup> ±34,34	100,66 <sup>a</sup> ±47,66	85,84 <sup>a</sup> ±6,69	133,01 <sup>a</sup> ±18,00
<b>Na (mg/100g)</b>	81,13 <sup>a</sup> ±34,05	58,55 <sup>a</sup> ±17,01	39,38 <sup>a</sup> ±14,57	112,69 <sup>a</sup> ±49,34

\*Οι τιμές στον Πίνακα είναι οι μέσοι όροι τεσσάρων επαναλήψεων ± το τυπικό σφάλμα του μέσου.

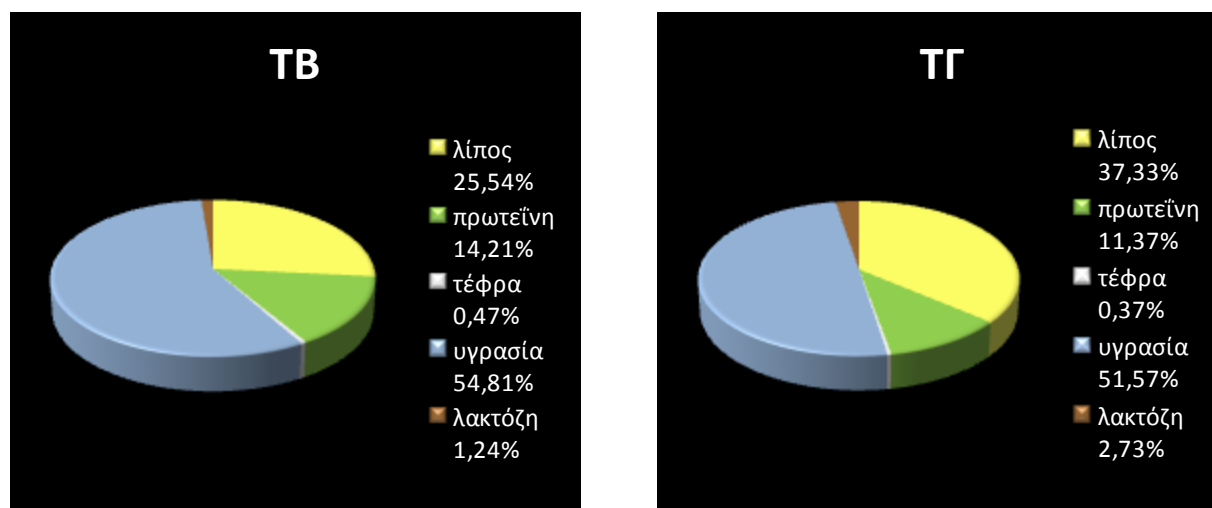
\* a, b, c, d: Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά σήλη υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ( $p > 0,05$ ).

\*Τυρί τυρογάλακτος: ΤΑ με αποκορυφωμένο τυρόγαλα, ΤΒ με τυρόγαλα με 2,5% κρέμα ΤΓ τυρόγαλα με 5% κρέμα, ΤΚ κανονικό τυρόγαλα

Διάγραμμα 6.5.1: Χημική σύσταση τυριών ΤΑ και ΤΚ



Διάγραμμα 6.5.2: Χημική σύσταση τυριών ΤΒ και ΤΓ



### 6.5.1 pH

Οι τιμές του pH στα τυριά Α, Β, Γ και Κ, φαίνονται στον πίνακα 6.5.1. Το τυρί Α είχε pH 6,00 ( $p < 0,05$ ), ενώ τα Β, Γ και Κ 5,88, 5,68 και 5,36 αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές είναι εντός του εύρους τιμών που αναφέρονται για τυριά τυρογάλακτος από τον [Ανυφαντάκη, 1998](#). Συγκεκριμένα, αναφέρονται τιμές pH για το Μανούρι από 5,45 έως 5,9, για τον Ανθότυρο από 5,99 έως 6,40 και για τη Μυζήθρα από 4,90 έως 6,00. Σε 50 δείγματα ανθότυρου που μελετήθηκαν από τους [Kalogridou-Vassiliadou et al., 1994](#), η μέση τιμή για το pH ήταν 6,36. Οι τύποι τυριών ricotta από αιγοπρόβειο γάλα που παρασκευάζονται σύμφωνα με το παραδοσιακό

πρωτόκολλο, προέρχονται από τυρόγαλα με pH περίπου 6,50 χωρίς εξωγενή οξίνιση (Salvatore, 2014).

### 6.5.2. Λίπος

Η λιποπεριεκτικότητα στα τυριά τυρογάλακτος επηρεάζεται όπως έχει ήδη αναφερθεί από τη σύσταση του τυρογάλακτος, από την προσθήκη κρέμας στο τυρόγαλα, από το χρόνο θέρμανσης και τη θερμοκρασία. Επιπλέον και η αύξηση του ρυθμού θέρμανσης μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερη κατακράτηση λίπους σε τυριά τύπου ricotta (Kaminarides, 2015). Στην παρούσα μελέτη, όπως αναμενόταν, η λιποπεριεκτικότητα στα τέσσερα τυριά τυρογάλακτος διέφερε σημαντικά ( $P < 0,05$ ). Η περιεκτικότητα σε λιπαρά ήταν η υψηλότερη (37,33%) στο τυρί Γ που προερχόταν από το τυρόγαλα στο οποίο προστέθηκε κρέμα σε ποσοστό 5,0%. Ακολουθεί το τυρί Β με λίπος 24,61%, στο οποίο προστέθηκε κρέμα σε ποσοστό 2,5%. Το τυρί Κ που προερχόταν από τυρόγαλα χωρίς την προσθήκη κρέμας είχε σημαντικά χαμηλότερο λίπος (11,79%) από τα Γ και Β. Οι διαφορές στην λιποπεριεκτικότητα των τυριών, εκτός από την τυποποίηση του λίπους με την προσθήκη κρέμας ή την αποκορύφωση του τυρογάλακτος, αποδίδονται και σε διαφορές στην ενσωμάτωση ποσοστού λίπους στο τυρόπηγμα κατά τη θέρμανση των μιγμάτων τυρογάλακτος Β και Γ (πίνακας 6.4.1). Τέλος το τυρί Α που παρασκευάστηκε από αποκορυφωμένο τυρόγαλα είχε τη χαμηλότερη λιποπεριεκτικότητα από όλα (3,94%). Η ίδια τάση παρατηρήθηκε και στο λίπος επί ξηρού.

### 6.5.3. Υγρασία - Ξηρή ουσία

Τα τυριά που παρασκευάστηκαν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους ως προς την υγρασία ( $p < 0,05$ ). Παρατηρούμε ότι η μείωση του λίπους στα τυριά είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση του ποσοστού της υγρασίας. Τυρί Χαλούμι (Lteif et al, 2009) με χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά είχε το υψηλότερο επίπεδο υγρασίας, ενώ το “πλήρες” είχε τη χαμηλότερη υγρασία. Εξάλλου μέρος των μετουσιωμένων πρωτεϊνών του ορού συνδέονται με το λίπος. Η παρουσία των λιποσφαιριών μέσα στο πρωτεϊνικό δίκτυο δημιουργεί μεγαλύτερους πόρους μέσα στο πήγμα (Walstra et al, 1999), οι οποίοι διευκολύνουν πιθανόν την στράγγιση του ορού, η οποία

συνδέεται με τη χαμηλότερη υγρασία. Αυτός είναι ένας λόγος επίσης γιατί τα τυριά του πειράματος με το περισσότερο λίπος είχαν την μικρότερη υγρασία.

Με βάση τον ΚΤΠ (2014), η υγρασία των τυριών Β, Γ και Κ βρίσκεται εντός των Νομοθετικών ορίων για τα τυριά τυρογάλακτος (< 70%) τα οποία ανάλογα με την υγρασία και το λίπος επί ξηρού κατατάσσονται: το Β στη δεύτερη ποιότητα, το Γ στην πρώτη ποιότητα και το Κ στα μερικώς αποβουτυρωμένα τυριά τυρογάλακτος. Το τυρί Α, με ποσοστό υγρασίας 75,27% είναι εκτός προδιαγραφών και σύμφωνα με τη Ευρωπαϊκή Νομοθεσία μπορεί να θεωρηθεί χαμηλών λιπαρών, δεδομένου ότι περιέχει λίπος λιγότερο από το 50% του τυριού Κ, το οποίο αντιστοιχεί στο συμβατικό τυρί τυρογάλακτος (Μυζήθρα χωρίς πρόσγαλα).

Τα τυριά Α,Β,Γ,Κ με βάση την υγρασία και την περιεκτικότητά τους σε λίπος επί ξηρού, μπορούν επίσης να χαρακτηριστούν (Ανυφαντάκης 2004, ΚΤΠ 2014) ως:

Τυρί Α (υγρασία 75,27% και λίπος επί ξηρού 15,80%) : Μυζήθρα μειωμένων λιπαρών

Τυρί Β (υγρασία 57,50% και σε λίπος επί ξηρού 58,14%) : Ανθότυρο

Τυρί Γ (υγρασία 51,57% και λίπος επί ξηρού 77,45%) : Μανούρι

Τυρί Κ (υγρασία 69,07% και λίπος επί ξηρού 38,15%) : Μυζήθρα

#### 6.5.4. Πρωτεΐνες

Η πρωτεϊνοπεριεκτικότητα κυμάνθηκε από 11,37% έως 15,77%. Το αυξημένο ποσοστό κρέμας που προστέθηκε στα τυριά Γ, μείωσε στατιστικά σημαντικά την περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνες. Η μείωση του λίπους ήταν η αιτία για το υψηλότερο ποσοστό των πρωτεϊνών στο τυρί Α. Σύμφωνα με τους Sánchez-Macías et al., 2010, σε παραδοσιακά τυριά νοπού αίγειου γάλακτος, η μείωση του λίπους είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση πρωτεϊνών.

#### 6.5.5. Τέφρα

Το ποσοστό της τέφρας μεταξύ των τυριών δεν διέφερε ( $P > 0,05$ ). Ωστόσο ήταν χαμηλότερο στο ΤΓ, που είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος, σε αντίθεση με το χαμηλής λιποπεριεκτικότητας ΤΑ που είχε το υψηλότερο ποσοστό τέφρας. Η διαφορά αποδίδεται στο ότι το τυρί Α περιείχε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε Ca (πίνακας 6.5.1).



### 6.5.6. Ανόργανα στοιχεία

Η κατανομή του ασβεστίου, μαγνησίου μεταξύ διαλυτής και κolloειδούς φάσης του γάλακτος είναι παρόμοια στο αγελαδινό και αίγαιο γάλα, ενώ στο πρόβειο η συγκέντρωσή τους είναι μεγαλύτερη στην κolloειδή φάση (RaýnaI-Ljutovac et al., 2008). Τα στοιχεία αυτά συνδέονται σε διαφορετικές αναλογίες στο κolloειδές εναιώρημα των καζεϊνικών μικκυλίων και οι αναλογίες αυτές -κατά την παραγωγή τυριού- διατηρούνται εν μέρει και στο τυρόπηγμα. Το Na και το K που είναι διαλυτά μεταφέρονται κατά κύριο λόγο στο τυρόγαλα (Hernandez-Ledesma et al., 2011). Τα αποτελέσματα της μέτρησης των ανόργανων στοιχείων στα πειραματικά τυριά τυρογάλακτος, εκφρασμένα σε mg ανά 100g τυριού, απεικονίζονται στον πίνακα 6.5.6. Όπως φαίνεται το τυρί A περιείχε περισσότερο Ca και αυτό πιθανόν οφείλεται στο μεγαλύτερο ποσοστό σε πρωτεΐνες ορού, στις οποίες περιλαμβάνεται και η α-λακταλβουμίνη (α-La), στο εσωτερικό του μορίου της οποίας προσδένεται ισχυρά το Ca.

### 6.5.7. Σάκχαρα και οργανικά οξέα

Κατά την παρασκευή ενός τυριού η ζύμωση της λακτόζης είναι η κύρια και η πιο γρήγορη βιοχημική μεταβολή που πραγματοποιείται στο τυρί και οδηγεί στην παραγωγή κυρίως γαλακτικού οξέος. Στο πείραμα, η περιεκτικότητα σε λακτόζη μεταξύ των διάφορων τυριών τυρογάλακτος κυμάνθηκε από 2,73% έως 4,06%. Το τυρί Γ, αν και ανάκτησε περισσότερη λακτόζη από το τυρόγαλα (μεγαλύτερος ΣΜ) είχε χαμηλότερο ποσοστό λακτόζης, σε σχέση με το Α, το οποίο είχε υψηλότερο ποσοστό, λόγω της ισοδυναμίας μαζών. Την ίδια τάση ακολούθησαν και το γαλακτικό και το κιτρικό οξύ που βρίσκονται επίσης σε διαλυτή μορφή. Το ΤΑ περιείχε 4,06% λακτόζη, τιμή παρόμοια με αυτή (4,0%) που βρέθηκε από τους Kaminarides et al., 2013 σε τυρί τυρογάλακτος από πρόβειο τυρόγαλα. Η μικρή πτώση της λακτόζης στα τυριά φανερώνει ότι δεν υπέστησαν έντονη ζύμωση, χαρακτηριστικό των (φρέσκων) τυριών τυρογάλακτος. Η γλυκόζη κυμάνθηκε από 0,03% έως 0,12% και η γαλακτόζη από 0,15% έως 0,43%. Το μεγαλύτερο ποσοστό γαλακτόζης σε σχέση με τη γλυκόζη μπορεί να αποδοθεί στο ότι ο *Streptococcus thermophilus* που υπήρχε στην εναρκτήρια καλλιέργεια που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή της γραβιέρας δε μεταβολίζει την γαλακτόζη. Κάτι ανάλογο παρατηρήθηκε και σε τυρί Mozzarella όπου χρησιμοποιήθηκαν σαν εκκινητές οι *Str.*

*thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus* και η περιεκτικότητα του τυρογάλακτος σε γαλακτόζη και γλυκόζη ήταν 0,12%, και 0,01% αντίστοιχα (Gernigon et al, 2009).

## 6.6 Πτητικά συστατικά

Από την ανάλυση των δειγμάτων των τεσσάρων τυριών τυρογάλακτος, με τη μέθοδο της SPME/GCMS αέριας χρωματογραφίας, (ενδεικτικό χρωματογράφημα, εικόνα 6.6.1), ταυτοποιήθηκαν 37 πτητικές αρωματικές ουσίες, οι οποίες ταξινομήθηκαν στις ακόλουθες ομάδες (ελεύθερα λιπαρά οξέα, εστέρες, υδρογονάνθρακες, αλκοόλες, αλδεΐδες, κετόνες, λακτόνες, αιθέρες, λοιπές ουσίες). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 6.6.1 και στο διάγραμμα 1.

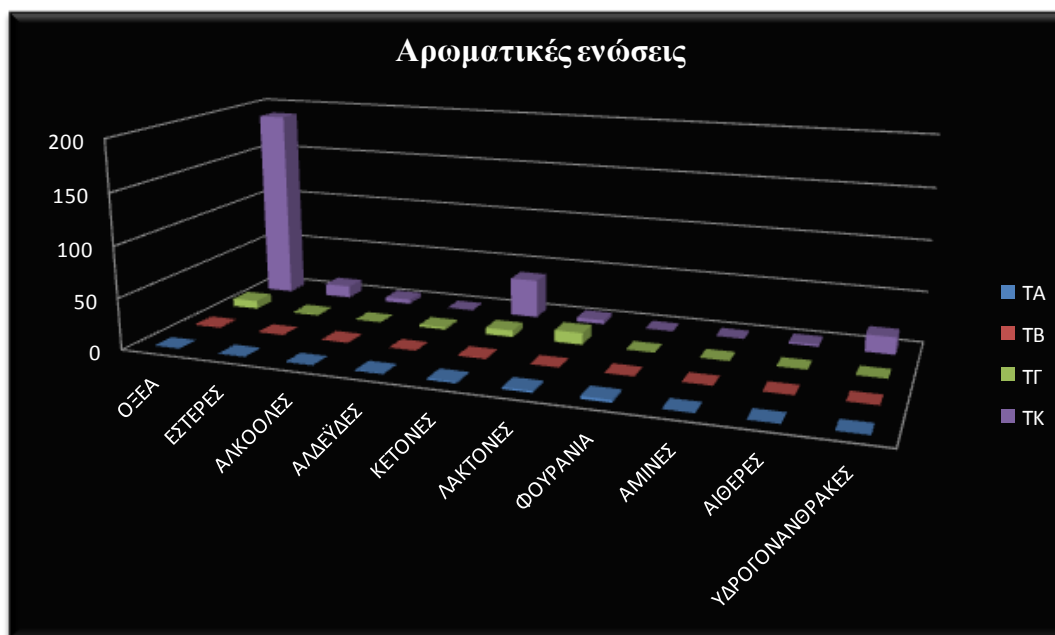
**Πίνακας 6.6.1** Αρωματικό προφίλ των τεσσάρων τύπων τυριών τυρογάλακτος διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας.

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΡΩΜΑΤΟΣ (mg/kg)	ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΤΥΡΙΩΝ			
	TA	TB	TΓ	TK
<b>ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ (9)</b>				
Οξικό οξύ	-	0,434	-	32,273
4 μεθυλ-πεντανικό οξύ	-	0,724	-	-
Δεκανικό οξύ	-	0,679	5,608	36,738
Οκτανικό οξύ	-	-	2,437	59,718
Βουτανικό οξύ	-	-	-	22,301
Εξανικό οξύ	-	-	-	34,549
Ενδεκανικό οξύ	-	-	-	3,520

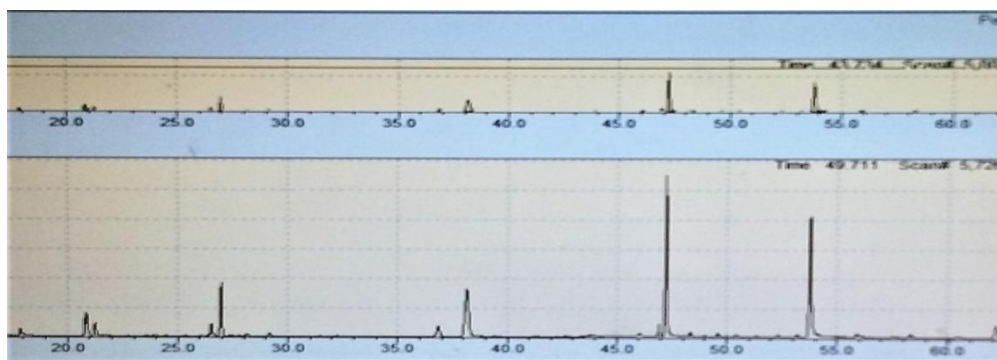
Βενζοϊκό οξύ	0,868	-	-	-
Παλμιτικό οξύ	0,772	-	-	-
<b>Σύνολο</b>	<b>1,640</b>	<b>1,837</b>	<b>8,045</b>	<b>189,099</b>
<b>ΕΣΤΕΡΕΣ (5)</b>	<b>ΤΑ</b>	<b>ΤΒ</b>	<b>ΤΓ</b>	<b>ΤΚ</b>
Διβουτυλεστέρας του εξανονεδιοικού οξέος	0,283	-	-	-
Εννεανοϊκός αιθυλεστέρας	-	-	-	0,715
Μυριστικός ισοπροπυλεστέρας	-	-	-	1,276
Μεθυλαιθυλεστέρας	-	-	-	10,022
Δεκανοϊκός μεθυλεστέρας	-	-	0,813	-
<b>Σύνολο</b>	<b>0,283</b>	<b>0</b>	<b>0,813</b>	<b>12,013</b>
<b>ΑΛΚΟΟΛΕΣ (2)</b>	<b>ΤΑ</b>	<b>ΤΒ</b>	<b>ΤΓ</b>	<b>ΤΚ</b>
Αιθανόλη	0,129	0,565	-	-
1- δωδεκανόλη	--	-	-	4,293
<b>Σύνολο</b>	<b>0,129</b>	<b>0,565</b>	<b>-</b>	<b>4,293</b>
<b>ΑΛΛΕΥΔΕΣ (3)</b>	<b>ΤΑ</b>	<b>ΤΒ</b>	<b>ΤΓ</b>	<b>ΤΚ</b>
Εννεανάλη	0,553	-	0,862	-
Μεθυλοπενταλδεΐδη	-	-	0,711	-

Βουτανεδιάλη	-	-	0,454	-
<b>Σύνολο</b>	<b>0,553</b>	-	<b>2,027</b>	-
<b>ΚΕΤΟΝΕΣ (5)</b>	<b>ΤΑ</b>	<b>ΤΒ</b>	<b>ΤΓ</b>	<b>ΤΚ</b>
2-εννεανόνη	1,085	0,765	1,63	29,407
Μεθυλο-εννεανυλοκετόνη	0,276	-	2,268	1,280
4-μεθυλ-2-εξανόνη	-	-	0,711	-
2-τριδεκανόνη	-	-	1,833	-
4,4-διμεθυλ-2-πεντανόνη	-	-	-	7,333
<b>Σύνολο</b>	<b>1,361</b>	<b>0,765</b>	<b>6,442</b>	<b>38,02</b>
<b>ΛΑΚΤΟΝΕΣ (2)</b>	<b>ΤΑ</b>	<b>ΤΒ</b>	<b>ΤΓ</b>	<b>ΤΚ</b>
Δωδεκαλακτόνη	1,756	-	11,499	0,614
Οκταλακτόνη	-	-	-	3,254
<b>Σύνολο</b>	<b>1,756</b>	-	<b>11,499</b>	<b>3,868</b>
<b>ΦΟΥΡΑΝΙΑ (1)</b>	<b>ΤΑ</b>	<b>ΤΒ</b>	<b>ΤΓ</b>	<b>ΤΚ</b>
2-φουρανόνη	2,495	-	-	-
<b>Σύνολο</b>	<b>2,495</b>	-	-	-
<b>ΑΜΙΝΕΣ (1)</b>	<b>ΤΑ</b>	<b>ΤΒ</b>	<b>ΤΓ</b>	<b>ΤΚ</b>
Βενζολοαιθαναμίνη	-	-	0,037	-
<b>Σύνολο</b>	-	-	<b>0,037</b>	-
<b>ΑΙΘΕΡΕΣ (2)</b>	<b>ΤΑ</b>	<b>ΤΒ</b>	<b>ΤΓ</b>	<b>ΤΚ</b>
Ισοοκτανο-βινυλ-αιθέρας	-	-	-	1,252

Δεκαοκτυλο-βινυλο-αιθέρας	-	-	-	0,656
<b>Σύνολο</b>				<b>1,908</b>
<b>ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ (7)</b>	<b>ΤΑ</b>	<b>ΤΒ</b>	<b>ΤΓ</b>	<b>ΤΚ</b>
Επτάνιο	-	-	-	0,349
Δωδεκάνιο	-	-	-	5,733
Δεκάνιο	-	-	-	1,519
Τριδεκάνιο	-	-	-	1,859
2-εξαδεκένιο	-	-	-	2,968
1-οκτένιο	-	-	-	1,801
1,6-επταδιένιο	-	-	-	2,712
<b>Σύνολο</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>16,941</b>



*Διάγραμμα 6.6.1: Συστατικά του αρώματος (κατά κατηγορία ενώσεων) των τεσσάρων τύπων τυριών τυρογάλακτος διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας*



**Εικόνα 6.6.1** Ενδεικτικό χρωματογράφημα GCMS

Οι πτητικές ενώσεις των πειραματικών τυριών μπορεί να προέρχονται είτε από το τυρόγαλα είτε την κρέμα, ενώ άλλες σχηματίζονται κατά την παραγωγή του τυριού. Τα τυριά τυρογάλακτος που παράγονται με την προσθήκη γάλακτος και κρέμας, περιέχουν ενώσεις με μεγάλη μεταβλητότητα και σε σχετικά υψηλότερες συγκεντρώσεις (Kaminarides et al., 2013). Τα φρέσκα τυριά, οφείλουν τα αρωματικά συστατικά τους σε μεγάλο βαθμό, είτε σε προϊόντα της γαλακτικής ζύμωσης όπως το γαλακτικό οξύ, οξικό οξύ, αιθανόλη και ακεταλδεϋδη, είτε στο μεταβολισμό του κιτρικού οξέος όπως ακετοΐνη και διακετύλιο. Στα τυριά τυρογάλακτος η παρουσία αλδεϋδών και κετονών μπορεί να οφείλεται στην θέρμανση του τυρογάλακτος σε υψηλές θερμοκρασίες.

Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα σχηματίζονται κατά τη λιπόλυση, την πρωτεόλυση και τη ζύμωση της λακτόζης. Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα βραχείας (με 4 έως 12 άτομα C) και μεσαίας αλύσου (12 έως 16 άτομα C), επηρεάζουν σε μεγαλύτερο βαθμό το άρωμα και τη γεύση των τυριών. Τα περισσότερα λιπαρά οξέα με 4 έως 20 άτομα C προέρχονται από την υδρόλυση των τριγλυκεριδίων, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό κατά κανόνα εκείνα με 2 έως 6 άτομα C, προέρχονται από την αποικοδόμηση της λακτόζης και των αμινοξέων (Curioni and Bosset, 2002). Ελεύθερα λιπαρά οξέα βραχείας αλύσου είναι δυνατόν να παραχθούν και από την οξείδωση των κετονών, των αλδεϋδών και των εστέρων (Curioni and Bosset, 2002). Από την ανάλυση των πειραματικών τυριών προέκυψε ότι στα τυριά Β, Γ και Κ τα λιπαρά οξέα κυριαρχούσαν σε σχέση με τα υπόλοιπα αρωματικά συστατικά και τα περισσότερα και σε υψηλότερη περιεκτικότητα βρέθηκαν στο ΤΚ (189,099 mg/kg).

Η βιοσύνθεση των εστέρων επιτυγχάνεται με εστεροποίηση των πρωτοταγών αλκοολών που προέρχονται από τη ζύμωση της λακτόζης και από τα βραχείας έως μεσαίας αλύσου λιπαρά οξέα (Carbonell *et al.*, 2002). Οι περισσότεροι εστέρες προσδίδουν φρουτώδη και γλυκά αρώματα στα τυριά. Ειδικά οι αιθυλεστέρες είναι γνωστοί για το σημαντικό τους ρόλο στο σχηματισμό φρουτώδους χαρακτήρα στο τυρί. Περαιτέρω, αυτές οι ενώσεις μπορούν να συμβάλλουν στο άρωμα του τυριού, με ελαχιστοποίηση της οξύτητας και της πικρίας που προσδίδεται από τα λιπαρά οξέα και τις αμίνες, αντίστοιχα (Curioni & Bosset, 2002). Από τα τυριά τυρογάλακτος του πειράματος, εστέρες ανιχνεύτηκαν κυρίως στο ΤΚ, μεταξύ των οποίων σε υψηλή συγκέντρωση βρέθηκε μεθυλαιθυλεστέρας (10,022 mg/kg).

Οι κετόνες με μεγάλο αριθμό ατόμων άνθρακα ευθύνονται για την οσμή καμένου στο γάλα, που έχει υποστεί θερμική επεξεργασία (Contarini *et al.*, 1997), ενώ μπορούν να αναχθούν σε δευτεροταγείς αλκοόλες. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η συγκέντρωση κετονών αυξήθηκε αναλογικά, με την ένταση της θερμικής επεξεργασίας (Moio *et al.*, 1994). Σύμφωνα με τους Pappa *et al.*, 2016, σε φρέσκα (μιας ημέρας) τυριά από πρόβειο γάλα, κυριάρχησαν οι κετόνες, ενώ ελεύθερα λιπαρά οξέα και κετόνες βρέθηκαν σε αφθονία στα ώριμα τυριά (180 ημερών). Στο πείραμά μας ανιχνεύτηκαν πέντε κετόνες. Το ΤΓ περιείχε τέσσερις από αυτές και σε υψηλή συγκέντρωση την 2-εννεανόνη (29,407 mg/kg).

Η πλειονότητα των δευτεροταγών αλκοολών σχηματίζεται από αναγωγή των αντίστοιχων μεθυλοκετονών, οι οποίες προέρχονται από τον καταβολισμό των ελεύθερων λιπαρών οξέων (Collins *et al.*, 2003). Σε μελέτη των Kaminarides *et al.*, 2013, οι αλκοόλες αντιπροσώπευαν τα κύρια πτητικά συστατικά τυριών τυρογάλακτος και η αιθανόλη βρέθηκε στη μεγαλύτερη συγκέντρωση φτάνοντας τα 10,78 mg/kg όταν στο τυρόγαλα προστέθηκε 15% πρόσγαλα και 3% κρέμα ή 39 mg/kg όταν προστέθηκε 15% πρόσγαλα και 6% κρέμα αντίστοιχα. Κατά την ανάλυση των δειγμάτων του πειράματος ανιχνεύτηκε στο ΤΑ και στο ΤΒ σε χαμηλές συγκεντρώσεις, η αιθανόλη, η οποία παράγεται από τον καταβολισμό της λακτόζης, ενώ σε υψηλότερη συγκέντρωση βρέθηκε στο τυρί Κ, η 1- δωδεκανόλη. Η αιθανόλη έχει περιορισμένο αρωματικό ρόλο, αλλά είναι πρόδρομος των αιθυλεστέρων, των πτητικών ενώσεων που σχετίζονται με το άρωμα τυριού (Atasoy *et al.*, 2013).

Οι αλδεϋδες εμφανίζονται συνήθως σε χαμηλές συγκεντρώσεις, καθώς διατηρούνται ελάχιστα, αφού ανάγονται ταχύτατα σε πρωτοταγείς αλκοόλες ή οξειδώνονται στα αντίστοιχα λιπαρά οξέα. Αλδεϋδες μπορεί να προκύψουν και από την οξείδωση των λιπών και να

προσδώσουν δυσάρεστο άρωμα (Tomaino et al., 2001). Στο πείραμα μας ανιχνεύτηκαν τρεις αλδεϋδες σε χαμηλή συγκέντρωση. Από αυτές η εννεανάλη βρέθηκε σε συγκέντρωση 0,553 mg/kg στο ΤΑ, ενώ στο ΠΓ στο οποίο προστέθηκε 5% κρέμα, η ποσότητά της έφτασε τα 0,862 mg/kg. Οι Kaminarides et al., 2013 όταν στο τυρόγαλα προστέθηκε 6% κρέμα βρήκαν 1,08 mg/kg εννεανάλης, ενώ χωρίς προσθήκη κρέμας η ποσότητα της ήταν πολύ χαμηλότερη (0,15 mg/kg).

Τα φουράνια σχηματίζονται συνήθως από τρεις κύριες πηγές: αμινοξέα, υδατάνθρακες και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα που προκύπτουν από τη θερμική επεξεργασία (Kaminarides et al., 2013). Έχει βρεθεί στη βιβλιογραφία ότι οι ενώσεις αυτές παράγονται με τη θερμική αποικοδόμηση της φρουκτόζης ή της 6-δεοξυεξόζης, παρουσία αμινών και αμινοξέων μέσω της αντίδρασης Maillard (Curioni & Bosset, 2002). Στο πείραμά μας το μοναδικό φουράνιο βρέθηκε στο τυρί Α και ήταν η 2-φουρανόνη σε συγκέντρωση 2,495 mg/kg.

Οι υδρογονάνθρακες που ευρίσκονται στα τυριά είναι συνήθως δευτερογενή προϊόντα της αυτοοξειδωσης των λιπιδίων (Barbieri et al., 1994, Carbonell et al., 2002), αλλά είναι δυνατό να προέρχονται και από τη διατροφή των ζώων (Carbonell et al., 2002, Ziino et al., 2005). Παρόλο που οι υδρογονάνθρακες (αλκάνια, αλκένια, αλκίνια, αλκαδιένια) δεν συμβάλλουν άμεσα στο σχηματισμό του αρώματος στα τυριά, αλλά και σε όλα τα τρόφιμα γενικότερα, ωστόσο μπορεί να τροποποιήσουν την πτητικότητα και τις ιδιότητες του αρώματος άλλων πτητικών συστατικών. Υδρογονάνθρακες έχουν βρεθεί σε πολλά τυριά (Carbonell et al., 2002). Σε τυριά τυρογάλακτος σύμφωνα με τους Kaminarides et al., 2013, το πιο άφθονο ήταν το 3-οκτένιο, το οποίο ήταν παρόν σε διαφορετικούς τύπους τυριών και η συγκέντρωσή του ήταν από 2,22 έως 4,1 mg/kg. Στα πειραματικά τυριά και συγκεκριμένα στο ΤΚ, ανιχνεύτηκαν επτά υδρογονάνθρακες, με κυρίαρχη ένωση το δωδεκάνιο (5,733 mg/kg).

Οι δύο λακτόνες, που ανιχνεύτηκαν στα τυριά τυρογάλακτος, ήταν η δωδεκαλακτόνη και οκταλακτόνη, σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Το τυρί Γ εμφάνισε τη δωδεκαλακτόνη σε υψηλότερη συγκέντρωση (11,499 mg/kg), συγκριτικά με τα υπόλοιπα τυριά. Γενικά, οι λακτόνες έχουν κρεμώδη, φρουτώδη και γλυκά αρώματα και μπορούν να συμβάλουν στη γεύση του τυριού. Οι δ-λακτονες μπορούν να σχηματιστούν από δ-υδροξυοξέα τα οποία απελευθερώνονται από ελεύθερα λιπαρά οξέα με λιπόλυση (Kondyli et al., 2016).

Όλα τα τυριά τυρογάλακτος του πειράματος, δεν είχαν πλούσιο αρωματικό προφίλ και αυτό πιθανόν οφείλεται στο γεγονός, ότι με τη θέρμανση του τυρογάλακτος πολλές πτητικές



ουσίες χάθηκαν. Ωστόσο, οι περισσότερες πτητικές ενώσεις εμφανίστηκαν στο τυρί από πλήρες τυρόγαλα (τυρί Κ) και ανήκαν κυρίως στις κατηγορίες των λιπαρών οξέων, υδρογονανθράκων, αιθέρων και εστέρων, ενώ το άπαχο τυρί (ΤΑ) είχε λιγότερα αρωματικά συστατικά. Σύμφωνα με τους [Bergamaschi & Bittante, 2018](#), η περιεκτικότητα σε λίπος στα γαλακτοκομικά προϊόντα, επιδρά σημαντικά στο άρωμα και στη γεύση. Οι [Adda et al, 1982](#), αναφέρουν ότι σε τυριά από άπαχο γάλα, το άρωμα δεν αναπτύχθηκε σωστά, αφού το λίπος λειτουργεί σαν μέσο διάλυσης και διατήρησης των αρωματικών ενώσεων. Στο πείραμά μας, επίσης φάνηκε ότι η κρέμα που προστέθηκε, επηρέασε το προφίλ του αρώματος. Πιο συγκεκριμένα, στο τυρί Γ στο οποίο προστέθηκε μεγάλο ποσοστό φρέσκιας κρέμας (5%) στο τυρόγαλα, αυξήθηκαν οι συγκεντρώσεις σε εννεανάλη, δωδεκαλακτόνη και μεθυλοεννεανυλακτόνη καθώς επίσης εμφανίστηκαν επί πλέον η μεθυλοπενταλδεύδη βουτανεδιάλη, 4 μεθυλο2εξανόνη, 2 τριδεκανόνη και βενζυλοαιθαναμίνη.

### 6.7 Ρεολογικά χαρακτηριστικά

Τα αποτελέσματα των ρεολογικών χαρακτηριστικών, όπως η σκληρότητα, η ελαστικότητα (ή δείκτης ακαμψίας), η συνεκτικότητα, το κομμιάδες και η μασητικότητα, παρουσιάζονται στον πίνακα 6.7.1. Από τα χαρακτηριστικά αυτά, το σημαντικότερο για τη δομή και την υφή του τυριού είναι η σκληρότητα, η οποία εξαρτάται από τις αναλογίες της υγρασίας, της πρωτεΐνης και του λίπους. Η σκληρότητα είναι ένα μέτρο της δύναμης που απαιτείται κατά τη συμπίεση του δείγματος για την αποσταθεροποίηση της μάζας του τυριού ([Hayaloglu, Karatekin & Gurkan, 2014](#)).

**Πίνακας 6.7.1** Ρεολογικά χαρακτηριστικά των τεσσάρων τυριών τυρογάλακτος διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας

Ρεολογικά χαρακτηριστικά	ΤΑ	ΤΒ	ΤΓ	ΤΚ
Σκληρότητα	7,60 <sup>c</sup> ±0,40	5,30 <sup>b</sup> ±0,30	4,40 <sup>b</sup> ±0,14	5,73 <sup>a</sup> ±0,85
Δείκτης ακαμψίας	1,17 <sup>b</sup> ±0,08	0,84 <sup>a</sup> ±0,12	0,79 <sup>a</sup> ±0,12	0,83 <sup>a</sup> ±0,13
Συνεκτικότητα	0,56 <sup>a</sup> ±0,01	0,60 <sup>a</sup> ±0,05	0,61 <sup>a</sup> ±0,10	0,55 <sup>a</sup> ±0,13

Κομμιώδες	4,27 <sup>b</sup> ±0,27	3,19 <sup>a</sup> ±0,47	2,67 <sup>a</sup> ±0,35	3,10 <sup>a</sup> ±0,53
Μασητικότητα	4,95 <sup>b</sup> ±0,01	2,63 <sup>a</sup> ±0,02	2,07 <sup>a</sup> ±0,01	2,61 <sup>a</sup> ±0,80

\*Οι τιμές στον πίνακα είναι οι μέσοι όροι τεσσάρων επαναλήψεων ±το τυπικό σφάλμα του μέσου.

\* \*a,b,c,d: Μέσοι όροι ευρισκόμενοι στην ίδια σειρά (γραμμή), ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ( $p>0,05$ )

Το τυρί Α παρουσίασε την υψηλότερη σκληρότητα από όλα τα τυριά που μελετήθηκαν, γεγονός που μπορεί να εξηγηθεί από την υψηλότερη περιεκτικότητα του τυριού αυτού σε τέφρα και ανόργανα στοιχεία (Πίνακας 6.5.7.1). Εκτός από τις καζεΐνες η υψηλή περιεκτικότητα σε Ca και τέφρα προσδίδουν στα τυριά πιο σταθερή και ισχυρή δομή (Kaminarides & Stachriaris, 2000). Δείγμα τυριού ricotta με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες ήταν πιο σκληρό από τα άλλα δείγματα (Salvatore et al., 2014). Το κομμιώδες εκφράζει τη δύναμη που απαιτείται έτσι ώστε το τυρί να μπορεί να καταποθεί. Η ενσωμάτωση της κρέμας στα τυριά Β και Γ είχε ως αποτέλεσμα εκτός από τη μειωμένη σκληρότητα και μικρότερο κομμιώδες, πιθανώς λόγω της αύξησης της λιποπεριεκτικότητας που αποδυνάμωσε το πρωτεϊνικό πλέγμα, και έδωσε μαλακότερη υφή στο τυρί. (Kaminarides et al., 2013).

Η συνεκτικότητα εκφράζει την ένταση με την οποία το μασημένο τυρί συγκρατείται ως σχετικά ενιαία μάζα. Και τα τέσσερα πειραματικά τυριά είχαν παρόμοια συνεκτικότητα ( $p>0,05$ ). Η ελαστικότητα (ή δείκτης ακαμψίας) είναι μια φυσική ιδιότητα και εκφράζει την τάση του τυριού, να επανέλθει στις αρχικές του διαστάσεις. Σύμφωνα με τους Adda et al. 1982, τυριά με υψηλότερο λίπος, είναι πιο συνεκτικά και περισσότερο ελαστικά. Το τυρί Α είχε τον υψηλότερο δείκτη ακαμψίας ( $p>0,05$ ) – γιατί ήταν σκληρότερο και λιγότερο ελαστικό- σε σχέση με τα υπόλοιπα τυριά, λόγω του χαμηλότερου λίπους, αλλά και της αυξημένης περιεκτικότητας σε άλατα (πίνακας 6.5.1).

## 6.8 Οργανοληπτική αξιολόγηση

Κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο, αξιολογήθηκαν η υφή, η δομή, η γεύση και το χρώμα. Τα αποτελέσματα των τεσσάρων τύπων τυριών που παρασκευάστηκαν δίνονται στον πίνακα 6.8.1

**Πίνακας 6.8.1** Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τεσσάρων τυριών τυρογάλακτος διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας

	TA	TB	TΓ	TK
Υφή	23,72 <sup>a</sup> ±0,89	33,36 <sup>b,c</sup> ±2,50	35,40 <sup>c</sup> ±2,56	31,76 <sup>b</sup> ±2,48
Γεύση	30,4 <sup>a</sup> ±0,82	40,55 <sup>b,c</sup> ±2,43	42,55 <sup>c</sup> ±2,45	37,45 <sup>b</sup> ±2,37
Χρώμα	7,04 <sup>a</sup> ±0,63	8,73 <sup>b,c</sup> ±2,68	9,25 <sup>c</sup> ±2,64	8,05 <sup>b</sup> ±2,56
Σύνολο	61,16 <sup>a</sup> ±8,25	82,63 <sup>b,c</sup> ±0,49	87,21 <sup>c</sup> ±4,98	77,26 <sup>b</sup> ±1,97

\*Οι τιμές στον πίνακα είναι οι μέσοι όροι τεσσάρων επαναλήψεων ±το τυπικό σφάλμα του μέσου.

\* \*a,b,c,d: Μέσοι όροι ευρισκόμενοι στην ίδια σειρά (γραμμή), ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ( $p>0,05$ )

Από τη μελέτη των δεδομένων του πίνακα προκύπτουν τα εξής: Το τυρί Γ απέσπασε τη μεγαλύτερη βαθμολογία και θεωρήθηκε το καλύτερο από όλα, καθώς ήταν πιο εύγεστο, μαλακό, γλυκό και αρωματικό, πιθανόν λόγω της αυξημένης λιποπεριεκτικότητας, από το μεγαλύτερο ποσοστό κρέμας που προστέθηκε στο τυρί. Επιπλέον, το τυρί Β που και σε αυτό προστέθηκε κρέμα, θεωρήθηκε πιο μαλακό από τα τυριά Α και Κ, ελάχιστα κοκκώδες και με γλυκίζουσα γεύση. Αντίθετα το τυρί Α, χαρακτηρίστηκε πιο σκληρό, με κοκκώδη υφή και εύθραυστο, χαρακτηριστικά που πιθανόν οφείλονται στη μεγαλύτερη περιεκτικότητα πρωτεΐνης και τέφρας και στα χαμηλά λιπαρά. Τέλος, για το TK (Μυζήθρα) αναφέρθηκε ότι ήταν και αυτό εύθραυστο και είχε ελαφρώς κοκκώδη υφή, όπως το TA (Μυζήθρα με χαμηλά λιπαρά). Τα τυριά του πειράματος ήταν ανάλατα, κάτι που επισημάνθηκε και από τους δοκιμαστές, κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο.

Συμπερασματικά, το τυρί Α που παρασκευάστηκε με την αποκορύφωση του τυρογάλακτος στο 0,2% λίπος και χαρακτηρίζεται ως τυρί τυρογάλακτος με χαμηλά λιπαρά, ήταν υποδεέστερο οργανοληπτικά των άλλων. Αντίθετα τα τυριά τυρογάλακτος με υψηλότερη λιποπεριεκτικότητα παρουσίασαν καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Ιδιαίτερα τα TB και TΓ στα οποία προστέθηκε κρέμα στο τυρόγαλα προτιμήθηκαν από τους δοκιμαστές. Το TΓ που απέσπασε την υψηλότερη βαθμολογία χαρακτηρίζεται από την Ελληνική Νομοθεσία Μανούρι, το οποίο είναι τυρί ΠΟΠ και θεωρείται το πιο εύγεστο τυρί τυρογάλακτος.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων αυτής της μελέτης, οι διάφοροι τύποι τυριών τυρογάλακτος που παρασκευάστηκαν με τυρόγαλα διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας διέφεραν μεταξύ τους ως προς τη χημική τους σύνθεση και την απόδοση σε τελικό προϊόν. Πιο συγκεκριμένα η προσθήκη κρέμας στο τυρόγαλα επηρέασε τη φυσικοχημική σύσταση και βελτίωσε τα ρεολογικά, οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και την απόδοση των τυριών τυρογάλακτος. Η αποκορύφωση του τυρογάλακτος αντίθετα, έδωσε τυριά υποδεέστερα των υπολοίπων.

Με βάση την περιεκτικότητα σε λίπος και υγρασία, τα τυριά τυρογάλακτος χαρακτηρίστηκαν ως:

τυρί Α: Μυζήθρα χαμηλών λιπαρών, με 75,27% υγρασία και 15,80% λίπος επί ξηρού

τυρί Β: Ανθότυρο, με 57,50% υγρασία και 58,14% λίπος επί ξηρού

τυρί Γ: Μανούρι, με 51,57% υγρασία και 77,45 % λίπος επί ξηρού

τυρί Κ: Μυζήθρα, με 69,07% υγρασία και 38,15% λίπος επί ξηρού

Η αύξηση του λίπους στα τυριά, είχε σαν αποτέλεσμα τη μείωση του ποσοστού των πρωτεϊνών και της λακτόζης. Ένα σημαντικό ποσοστό αυτών των συστατικών αυτών -περίπου 4% της λακτόζης και 1% των πρωτεϊνών- κατά την τυροκόμηση διέφυγε στον αποπρωτεϊνωμένο ορό. Η ανάκτηση των συστατικών αυτών, μπορεί να προσφέρει προστιθέμενη αξία στον αποπρωτεϊνωμένο ορό που απομακρύνεται ως παραπροϊόν, καθώς και να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλεί η απόρριψή του.

Με τη μέθοδο SPME/GCMS προσδιορίστηκαν τα πτητικά συστατικά των τυριών. Οι πτητικές ενώσεις που ταυτοποιήθηκαν ήταν κυρίως λιπαρά οξέα, υδρογονάνθρακες, κετόνες, αλδεύδες, αιθέρες και εστέρες. Η περιεκτικότητα σε λίπος επηρέασε το αρωματικό προφίλ των τυριών. Η προσθήκη 5% φρέσκιας κρέμας, είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της περιεκτικότητας σε εννεανάλη, δωδεκαλακτόνη και μεθυλοεννεανυλακτόνη, καθώς επίσης και την εμφάνιση νέων πτητικών ουσιών όπως η μεθυλοπενταλδεύδη, βουτανεδιάλη, 4 μεθυλο2εξανόνη, 2 τριδεκανόνη και βενζυλοαιθαναμίνη. Ωστόσο, το προφίλ των τυριών του πειράματος, δεν ήταν πλούσιο σε αρωματικά συστατικά, γιατί με τη θέρμανση του τυρογάλακτος πολλές πτητικές ουσίες χάθηκαν και η ζύμωση της λακτόζης ήταν μικρή.

Κατά την οργανοληπτική αξιολόγηση, τα τυριά τυρογάλακτος με την υψηλότερη λιποπεριεκτικότητα ήταν ποιοτικά καλύτερα. Η ενσωμάτωση της κρέμας προσέδωσε στα τυριά μαλακότερη υφή, μικρότερο κομμιώδες και μικρότερο δείκτη ακαμψίας σε σύγκριση με τα τυριά που παρασκευάστηκαν από τυρόγαλα χωρίς προσθήκη κρέμας.

Όσον αφορά το ποσοστό μεταφοράς και την αξιοποίηση των διαφόρων συστατικών του τυρογάλακτος σε τυρί, μεγαλύτερο ποσοστό λίπους μεταφέρθηκε όταν χρησιμοποιήθηκε τυρόγαλα εμπλουτισμένο με κρέμα. Το ποσοστό συγκράτησης του λίπους καθώς επίσης και το ποσοστό συγκράτησης των πρωτεϊνών και της ξηρής ουσίας στο τυρί ήταν ανάλογο με τη λιποπεριεκτικότητα του τυρογάλακτος.

Στα υγρά απόβλητα (αποπρωτεϊνωμένοι οροί) μεταφέρθηκαν 6,47% έως 9,67% του λίπους, 50% έως 61,49% των πρωτεϊνών και 90% έως 93% της λακτόζης του τυρογάλακτος. Επομένως τα υγρά απόβλητα κατά την τυροκόμηση των τυριών τυρογάλακτος, όπως και το τυρόγαλα, περιέχουν σε υψηλά ποσοστά πολλά συστατικά και μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή προϊόντων υψηλής βιολογικής αξίας. Η απόρριψή τους, λόγω του υψηλού ρυπαντικού φορτίου είναι επιζήμια για το περιβάλλον. Φαίνεται επίσης, ότι το ποσοστό μεταφοράς συστατικών, όπως λίπους, πρωτεϊνών και λακτόζης- στον ορό, αυξάνεται(χωρίς στατιστικά διαφορά) όταν το τυρόγαλα που χρησιμοποιείται για την τυροκόμηση είναι χαμηλής λιποπεριεκτικότητας.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική Βιβλιογραφία

- Ανυφαντάκης Ε. (1998), Εθνική Επιτροπή Γάλακτος Ελλάδος
- Ανυφαντάκης Ε. (2004), *Τυροκομία*, Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε.
- Αρχές Ενόργανης Ανάλυσης (2007), Εκδόσεις Κωσταράκη
- Ζερφυριδης Γ. (1976), *Μελέτη της τεχνολογίας τυριού τυρογάλακτος από αγελαδινό γάλα*, Θεσσαλονίκη: Διδακτορική διατριβή ΑΠΘ
- Ζερφυριδης Γ. (2001), *Τεχνολογία προϊόντων-γάλακτος Τυροκομία*, Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη
- Καμιναρίδης Σ. (2015), Σημειώσεις Μεταπτυχιακού Μαθήματος: *Τεχνολογία γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων*
- Καμιναρίδης Σ., Μοάτσου Γ. (2009), *Γαλακτοκομία*, Αθήνα: Εκδόσεις Έμβρυο
- Κανδαράκης, Ι. Γ. (1981), *Συμβολή στη μελέτη της τεχνολογίας του τυριού Μανούρι με παραδοσιακό τρόπο και χρήση υπερδιήθησης*, Αθήνα: Διατριβή, Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή Αθηνών
- Κυριακόπουλος Π. (1995), *Η Τυροκομία στην πράξη*, Αθήνα: Εκδόσεις Τρίαίνα
- Μάντης Α., Παπαγεωργίου Δ., Φετούρης Δ., Αγγελίδης Α. (2015), *Υγιεινή και Τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του*, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Αφοί Κυριακίδη Α.Ε.

## Ξένη Βιβλιογραφία

- Atasoy A., Hayaloglu A., Kırmacı H., Levent O., Turkoçglu H. (2013), “Effects of partial substitution of caprine for ovine milk on the volatile compounds of fresh and mature Urfa cheeses”. *Small Ruminant Research* 115, 113–123.
- Bacenetti J., Bava L., Schievano A., Zucali M. (2017), “Whey protein concentrate (WPC) production: Environmental impact assessment”. *Journal of Food Engineering* 224, 139-147.
- Barbieri G., Bolzoni L., Careri M., Mangia A., Parolari G., Spagnoli S, (1994). “Study of the volatile fraction of parmesan cheese”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 42, 1170–1176.
- Bergamaschi M., G. Bittante G. (2018), “From milk to cheese: Evolution of flavor fingerprint of milk, cream, curd, whey, ricotta, scotta, and ripened cheese obtained during summer Alpine pasture”. *J. Dairy Sci.* 101, 1–17.
- Bonfatti V., Tuzzato M., Chiarot G., Carnier P. (2014), “Variation in milk coagulation properties does not affect cheese yield and composition of model cheese”. *International Dairy Journal* 39, 139-145.
- Carbonell, M., Nunez, M., Fernandez-Garcia, E. (2002), “Evolution of the volatile components of ewe raw milk La Serena cheese during ripening. Correlation with flavour characteristics”. *Lait* 82, 683–698.
- Collins Y.E., McSweeney P.L.H., Wilkinson M.G. (2003), “Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge”. *International Dairy Journal* 13, 841-866.
- Contarini G., Povolò M., Leardi R., Toppino P.M. (1997), “Influence of heat treatment on the volatile compounds of milk”. *J. Agric. Food Chem.*, 45, 3171-3177.
- Corrêa A.P.F., Daroit D.J., Fontoura R., Meira S.M.M., Segalin J., Brandelli A. (2014), “Hydrolysates of sheep cheese whey as a source of bioactive peptides with antioxidant and angiotensin-converting enzyme inhibitory activities”. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2014.09.001>
- Curioni P.M.G., Bosset J.O. (2002), “Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry”. *International Dairy Journal* 12, 959–984.

- Gernigon G., Piot M., Beaucher E., Jeantet R., Schuck P.(2009), “Physicochemical characterization of Mozzarella cheese wheys and stretchwaters in comparison with several other sweet wheys”. *J. Dairy Sci.* 92, 5371–5377.
- Giroux H.J., Veillette N., Michel Britten M. (2018), “Use of denatured whey protein in the production of artisanal cheeses from cow, goat and sheep milk”. *Small Ruminant Research* 161, 34-42.
- Gonzfilez Siso M.I. (1996), «The biotechnological utilization of cheese whey: a review» *Bioresource Technology* 57, 1-11.
- Hayaloglu A.A., Karatekin B., Gurkan H. (2014), “Thermal stability of chymosin or microbial coagulant in the manufacture of Malatya, a Halloumi type cheese: Proteolysis, microstructure and functional properties”. *International Dairy Journal* 38, 136-144.
- Hernandez-Ledesma B., Ramos M., Gomez-Ruiz J.A. (2011), “Bioactive components of ovine and caprine cheese whey”. *Small Ruminant Research* 101, 196– 204.
- Hernandez-Ledesma B., Ramos M., Gomez-Ruiz J.A.(2011), “Bioactive components of ovine and caprine cheese whey”. *Small Ruminant Research* 101, 196– 204.
- Jelen P. (1992), “Whey Cheeses and Beverages”. Elsevier Science Publishers, Barking, UK, 157-193.
- Kalogridou-Vassiliadou, D., Tzanetakis, N., Litopoulou-Tzanetaki, E. (1994), “Microbiological and physicochemical characteristics of ‘Anthotyro’, a Greektraditional whey cheese”. *Food Microbiol.* 11, 15–19.
- Kaminarides S. (2015), “A modified form of Myzithra cheese produced by substituting thefresh cheese whey by dried whey protein concentrate and ovine milkand cream”. *Small Ruminant Research* 131, 118–122.
- Kaminarides S., Nestoratos K., Massouras T. (2013),“Effect of added milk and cream on the physicochemical, rheological and volatile compounds of Greek whey cheeses”. *Small Ruminant Research* 113, 446–453.
- Kaminarides, S. & Stachriaris, S. (2000), “ Production of processed cheese using;kasseri cheese and processed analogues incorporating whey protein



- concentrate and soybean oil”. *International Journal of Dairy Technology*, 53, 69–74.
- Kaminarides, S., Stamou, P., Massouras, T. (2007), “Changes of organic acids, volatile aroma compounds and sensory characteristics of Halloumi cheese kept in brine”. *Food Chem.* 100, 219–225.
- Kondyli E., Pappa E., Svarnas C. (2016), “Ripening changes of the chemical composition, proteolysis, volatile fraction and organoleptic characteristics of a white-brined goat milk cheese”. *Small Ruminant Research* 145, 1–6.
  - Lteif L., Olabi A., Kebbe Baghdadi O., Toufeili I. (2009), “The characterization of the physicochemical and sensory properties of full-fat, reduced-fat, and low-fat ovine and bovine Halloumi”. *Journal of Dairy Science*, 92, 4135–4145.
  - Moio, L., Etievant, P.X., Langlois, D., Dekimpe, J., Addeo, F. (1994), “Detection of powerful odorants in heated milk by use of extract dilution sniffing analysis”. *J. Dairy Res.* 61, 385–394.
  - Pappa E., Samelis J., Kondyli E., Pappas A. (2016), “Characterisation of Urda whey cheese: Evolution of main biochemical and microbiological parameters during ripening and vacuum packaged cold storage”. *International Dairy Journal*, 58, 54-57.
  - Raynal-Ljutovaca K., Lagriffoul G., Paccard P., Guillet I., Chilliard Y. (2008), “Composition of goat and sheep milk products: An update”. *Small Ruminant Research* 79, 57–72.
  - Rodriguez J., (1998), “Recent advances in the development of low-fat cheeses”. *Trends in Food Science & Technology* 9, 249-254.
  - Salvatore E., Pes M., Falchi G., Pagnozzi D., Furesi S., Fiori M., Roggio T., Addis M. F., Pirisi A. (2014), “Effect of whey concentration on protein recovery in fresh ovine ricotta cheese”. *American Dairy Science Association* 97, 4686–4694.
  - Sánchez-Macías D., Fresno M., Moreno-Indias I., Castro N., Morales-de la Nuez A., Álvarez S., Argüello A. (2010), “Physicochemical analysis of full-fat, reduced fat, and low-fat artisan-style goat cheese”. *Journal of Dairy Science*, 93, 3950–3956.

- Sheikh M., Farrag A. , Zaghoul A., (2010), “Ricotta Cheese from Whey Protein Concentrate”. *Journal of American Science* 6, 321-325.
- Tomaino, R.M., Parker, J.D., Larick, D.K. (2001), “Analysis of free fatty acids in whey products by solid-phase microextraction”. *J. Agric. Food Chem.* 49, 3993–3998.
- Walstra, p., Geurts, T., Noomen, A., Jellma, A., Van Boekel, M. (1999), “Dairy Technology: Principles of Milk Properties and Processes”. Marcel Dekker, Inc., 189–239.
- Yadav J., Yan S., Pilli S., Kumar L., Tyagi R.D., Surampalli R.Y. (2015), “Cheese whey: A potential resource to transform into bioprotein, functional/nutritional proteins and bioactive peptides”. *Biotechnology Advances* 33, 756–774.
- Ziino M., Conurso C., Romeo V., Giuffrida D., Verzera A., (2005), “Characterization of “Provola dei Nebrodi”, a typical Sicilian cheese, by volatiles analysis using SPME-GC/MS”. *International Dairy Journal* 15, 585–593.

### **Ηλεκτρονικές πηγές**

- [www.minagric.gr](http://www.minagric.gr)
- [www.statistics.g](http://www.statistics.g)