



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ ΤΥΡΟΥ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ**  
**ΣΤΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ**  
**ΠΡΟΚΕΙΜΕΝΟΥ ΝΑ ΠΑΡΟΥΝ ΙΣΧΥΡΙΣΜΟ**  
**ΥΓΕΙΑΣ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ: ΚΟΥΛΑΚΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ Α.Μ.2013014**

**ΚΟΥΣΟΥΛΑ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ Α.Μ.2013003**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2018**

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ ΤΥΡΟΥ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ  
ΣΤΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ  
ΠΡΟΚΕΙΜΕΝΟΥ ΝΑ ΠΑΡΟΥΝ ΙΣΧΥΡΙΣΜΟ  
ΥΓΕΙΑΣ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ:ΚΟΥΛΑΚΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ Α.Μ.2013014**

**ΚΟΥΣΟΥΛΑ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ Α.Μ.2013003**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:ΖΑΚΥΝΘΙΝΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2018**

**ΣΤΗΝ ΜΝΗΜΗ ΤΩΝ ΑΓΑΠΗΜΕΝΩΝ  
ΜΑΣ ΠΑΤΕΡΑΔΩΝ ΣΠΥΡΟΥ ΚΑΙ  
ΓΙΑΝΝΗ!!!!!!!!!!!!**

# Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της πτυχιακής εργασίας του τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Καλαμάτας το έτος 2018.

Στο σημείο αυτό αισθάνομαστε την ανάγκη να εκφράσουμε τις ειλικρινείς και θερμές ευχαριστίες μας σε όσους συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας: Και πρώτα απ' όλα, στον επιβλέποντα καθηγητή , κύριο Γεωργιο Ζακυνθίνο για τη συνεχή καθοδήγηση, την αμέριστη υποστήριξη, τις ουσιώδεις συμβουλές, καθώς επίσης και την αδιάκοπη συμπαράσταση και ενθάρρυνση που μας παρείχε σε όλο αυτό το χρονικό διάστημα.

Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον κύριο Παναγιώτη Κανδυλή , που μας προσέφερε βοήθεια όποτε τη χρειαζόμασταν.

Το μεγαλύτερο «ευχαριστώ» στα αγαπημένα μας πρόσωπα, στους γονείς μας και στα αδέρφια μας, που αποδέχθηκαν όλες τις επιλογές μας και μας παρείχαν στήριξη όλο αυτό το διάστημα.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτελεί η μελέτη της βιβλιογραφίας αναφορικά με τα γαλακτοκομικά προϊόντα με ιδιαίτερη έμφαση στα λιπαρά οξέα και τη σχέση τους με τον ισχυρισμό υγείας. Παράλληλα, παρουσιάζεται η ανάπτυξη τυριού φέτας με τον παραδοσιακό τρόπο παραγωγής και πιο συγκεκριμένα η παραγωγή τεσσάρων δειγμάτων φέτας με 70% πρόβειο και 30% κατσικίσιο γάλα, λευκού τυριού με 70% κατσικίσιο και 30% πρόβειο γάλα, λευκού τυριού με 100% κατσικίσιο γάλα και λευκού τυριού με 100% πρόβειο γάλα. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε επίσης, στα ζωικά λιπαρά, τα οποία με την αύξηση της περιεκτικότητας σε συζευγμένο λινολεϊκό οξύ (CLA), το οποίο είναι μία από αυτές τις περιπτώσεις "ωφέλιμου" λίπους, μπορούν να πάρουν υψηλότερο ισχυρισμό υγείας.

**Λέξεις κλειδιά:** Συζευγμένο λινολεϊκό οξύ (CLA), λιπαρά οξέα, λίπος, φετα, κατσικίσιο, λευκό τυρί, ωφέλιμο, υγεία.

## **ABSTRACT**

The subject of this dissertation is the study of the literature on dairy products with particular emphasis on fatty acids and their relationship with the health claim. At the same time, the development of feta cheese is presented in the traditional way of production and more specifically the production of four feta samples with 70% sheep's milk and 30% goat's milk, white cheese with 70% goat's milk and 30% sheep's milk, white cheese with 100% goat's milk white cheese with 100% sheep's milk. Particular emphasis has also been placed on animal fat, which, with an increase in conjugated linoleic acid (CLA), which is one of these cases of "beneficial" fat, can claim a higher health claim.

**Key words:** Conjugated linoleic acid (CLA), fatty acids, fat, feta, goat, white cheese.

## Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT .....	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ.....	12
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ .....	12
1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ .....	16
1.3 ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ.....	17
1.3.1 Πρωτεΐνες γάλακτος και πεπτίδια .....	23
1.4 Η ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΤΗΝ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ.....	27
1.4.1 Η επίπτωση της επεξεργασίας θερμότητας στη βιολογική δραστηριότητα του γάλακτος.....	36
1.5 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ.....	40
1.5.1 Σύγκριση γάλακτος αιγών, προβάτων και αγελάδων .....	40
1.5.2 Χαρακτηριστικά καζεΐνης μικκυλίου γάλακτος αιγών και προβάτων .....	42
1.5.3 Σχέση μεταξύ φυσικοχημικών ιδιοτήτων και πυκνότητας .....	43
1.6 ΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ.....	44
1.6.1 Προβιοτικά .....	48
2 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΑ ΛΙΠΙΔΙΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ.....	51
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	51
2.2 ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ.....	55
2.2.1 Κατηγορίες Λιπαρών οξέων.....	56
2.2.2 Απαραίτητα λιπαρά οξέα .....	61
2.2.3 Συζυγές Λινελαϊκό Οξύ (Conjugated Linoleic Acid, CLA ) .....	61
2.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ. ....	65
2.4.1 Παράγοντες που σχετίζονται με το ζώο.....	65

2.4.2 Παράγοντες που σχετίζονται με τη διατροφή του ζώου.....	69
2.5 ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ.....	72
2.6 ΙΣΧΥΡΙΣΜΟΣ ΥΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΓΑΛΑΚΤΟΜΙΚΑ.....	77
2.6.1 Ορισμός και χαρακτηριστικά.....	77
2.6.2 Προϋποθέσεις για τη χρήση των ισχυρισμών διατροφής και υγείας.....	79
2.6.3 Ισχυρισμός υγείας στα γαλακτοκομικά.....	82
3 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΤΟ ΤΥΡΙ «ΦΕΤΑ».....	84
3.1 ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ.....	84
3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΤΥΡΙΟΥ ΦΕΤΑΣ.....	86
3.3 ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΦΕΤΑΣ.....	88
3.3.1 Παραδοσιακή παραγωγική διαδικασία.....	88
3.3.2 Βιομηχανική ανάλυση του τυριού φέτας.....	90
3.4 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ.....	93
3.5 ΟΦΕΛΗ ΦΕΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ.....	97
3.6 ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΤΥΡΙΟΥ ΦΕΤΑΣ.....	103
4 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΕΤΑΣ.....	106
4.1 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ ΤΥΡΙΟΥ «ΦΕΤΑ».....	106
4.1.1 Πρώτες ύλες για την τυροκομία.....	106
4.1.2 Παραγωγή φέτας.....	109
5 <sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΦΕΤΑΣ.....	120
5.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	120
5.1.1 Προσδιορισμός υγρασίας.....	126
5.1.2 Μέθοδος προσδιορισμού λιπαρών.....	127
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	129
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	131
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	132



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.0.1 Βιολογικές δραστηριότητες πρωτεϊνών και πεπτιδίων γάλακτος	25
Πίνακας 1.0.2 Σύνθεση γάλακτος	27
Πίνακας 1.0.3 Σύνθεση κανονικού γάλακτος	27
Πίνακας 1.0.4 Φυσικές ιδιότητες του γάλακτος αιγοειδών, προβάτων και αγελάδων	40
Πίνακας 1.0.5 Σύγκριση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των λιπιδίων και των μικκυλικών δομών μεταξύ γάλακτος αιγών, προβάτων και αγελάδων	41
Πίνακας 1.0.6 Μηχανισμοί προβιοτικής λειτουργικότητας	50
Πίνακας 2.0.1 Λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος μερικών θηλαστικών	51
Πίνακας 2.0.2 Βασικά λιπαρά οξέα (% των ολικών) στο αγελαδινό, πρόβειο και αίγιο λίπος γάλακτος	55
Πίνακας 2.0.3 Κυριότερα κορεσμένα λιπαρά οξέα στο λίπος του γάλακτος	58
Πίνακας 2.0.4 Τροφές στις οποίες βρίσκεται το συζευγμένο λινολεϊκό οξύ	62
Πίνακας 2.0.5 Απαγορεύσεις ισχυρισμών υγείας	78
Πίνακας 3.0.1 Κατανάλωση τυριού στις ΗΠΑ (2000-2010)	92
Πίνακας 3.0.2 Κατανάλωση τυριού στις ΗΠΑ (1985-2010)	92
Πίνακας 3.0.3 Μακροθρεπτικά συστατικά στο τυρί φέτα	98
Πίνακας 3.0.4 Μικροθρεπτικά συστατικά στο τυρί φέτα	98
Πίνακας 5.0.1 Απόδοση	124
Πίνακας 5.0.2 Μετρήσεις pH	126
Πίνακας 5.0.3 Μέτρηση υγρασίας	126
Πίνακας 5.4 Ποσοστό λίπους	128
Πίνακας 5.5 Μέτρηση CLA κατά την διάρκεια της ωρίμανσης	128

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Το γάλα είναι ένα σύνθετο φυσιολογικό υγρό που ταυτόχρονα παρέχει θρεπτικά συστατικά και βιοδραστικά συστατικά που διευκολύνουν την επιτυχημένη μεταγεννητική προσαρμογή του νεογέννητου με τη διέγερση της κυτταρικής ανάπτυξης και της ωρίμανσης του πεπτικού, την καθιέρωση της συμβιωτικής μικροχλωρίδας και την ανάπτυξη των λεμφοειδών ιστών που συνδέονται με το έντερο. Ο αριθμός, η ισχύς και η σημασία των βιοδραστικών ενώσεων στο γάλα και ειδικά στα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση είναι πιθανώς μεγαλύτερα από ό,τι είχε προηγουμένως θεωρηθεί. Περιλαμβάνουν βιταμίνες, ειδικές πρωτεΐνες, βιοδραστικά πεπτίδια, ολιγοσακχαρίτες, οργανικά (συμπεριλαμβανομένων λιπαρών) οξέων. Μερικά από αυτά είναι συνήθη συστατικά του γάλακτος, άλλα εμφανίζονται κατά τη διάρκεια των διαδικασιών πέψης ή ζύμωσης (Ebringer, Ferenčík & Krajčoviča, 2008).

Οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος, τα λιπαρά οξέα μεσαίας αλυσίδας και ιδιαίτερα το ασβέστιο και άλλα μέταλλα μπορούν να συμβάλλουν στην ευεργετική επίδραση των γαλακτοκομικών προϊόντων στο σωματικό λίπος και τη σωματική μάζα. Έχουν υπάρξει αυξανόμενες αποδείξεις για το ρόλο που παίζουν οι πρωτεΐνες των γαλακτοκομικών προϊόντων στη ρύθμιση της κορεσμού, της πρόσληψης τροφής και των μεταβολικών διαταραχών που σχετίζονται με την παχυσαρκία. Πρωτεΐνες γάλακτος, πεπτίδια, προβιοτικά βακτήρια γαλακτικού οξέος, ασβέστιο και άλλα μέταλλα μπορούν να μειώσουν σημαντικά την αρτηριακή πίεση. Το λίπος γάλακτος περιέχει ορισμένα συστατικά που έχουν λειτουργικές ιδιότητες. Τα σφιγγολιπίδια και οι δραστικοί μεταβολίτες τους μπορεί να ασκούν αντιμικροβιακές δράσεις είτε άμεσα είτε μετά από πέψη (Ebringer, Ferenčík & Krajčoviča, 2008).

Αντικείμενο της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη της ανάπτυξης προϊόντος τύρου με έμφαση στη περιεκτικότητα των λιπαρών οξέων, με ιδιαίτερη έμφαση στην παραγωγή τυριού φέτας.



## 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

### 1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το γάλα αποτελεί, κατά γενική παραδοχή την καλύτερη τροφή για τον άνθρωπο. Δυστυχώς όμως το γάλα δεν μπορεί να διατηρηθεί για πολύ χρονικό διάστημα διότι εύκολα αλλοιώνεται και γίνεται ακατάλληλο για κατανάλωση. Αυτό ήταν ιδιαίτερα αληθές την αρχαία εποχή που η γνώση και τα μέσα ήταν ελάχιστα και πρωτόγονα. Έτσι προέκυψε η ανάγκη να μετατραπεί το γάλα σε κάποιο προϊόν που να διατηρείται και να έχει την υψηλή βιολογική αξία του γάλακτος. Ένα τέτοιο προϊόν είναι και το τυρί που η ανακάλυψή του έγινε οπωσδήποτε τυχαία. Η πιθανή πατρίδα του τυριού είναι κάποια από τις θερμές περιοχές στη λεκάνη της Μεσογείου θαλάσσης.

Σύμφωνα με αρχαίο μύθο το τυρί έγινε συμπτωματικά από ένα Άραβα έμπορο ο οποίος έβαλε το γάλα του σε ένα ασκί από στομάχι πρόβατου και ξεκίνησε για ταξίδι μέσα από την έρημο για να κάνει τις δουλειές του. Η πυτιά στα τοιχώματα και η ζέστη προκάλεσαν την πήξη του γάλακτος και το διαχωρισμό του σε πήγμα και τυρόγαλα. Κατά την πορεία διαπίστωσε ότι το τυρόγαλα και το πήγμα έκοψε την πείνα του, μάλιστα το τυρί είχε και ευχάριστη γεύση. Έτσι κατά το μύθο άρχισε η παραγωγή ενός από τα πιο σπουδαία τρόφιμα του ανθρώπου ([www.tseligas.com](http://www.tseligas.com)). Μπορεί όμως και να ανακαλύφθηκε το τυρί κατά την προσπάθεια του ανθρώπου να βρει τρόπους να διατηρήσει το γάλα όπως με αποξήρανση στον ήλιο μέσα σε ρηχά πήλινα ή ξύλινα δοχεία. Με τις συνθήκες αυτές τα βακτήρια που υπήρχαν πολύ πριν από τον άνθρωπο μπορούσαν εύκολα να πήξουν το γάλα και να δώσουν κάποιο όξινο πήγμα από όπου ξεκίνησε το τυρί. Κατά την ελληνική όμως μυθολογία οι θεοί του Ολύμπου αποφάσισαν να κάνουν ένα δώρο στους τυχερούς θνητούς που να έχει παντοτινή αξία και τους δίδαξαν την τυροκομία και έτσι μπήκε το τυρί στα τρόφιμα του ανθρώπου. Πιστεύεται ότι ταξιδιώτες από την Ασία μετέφεραν την τέχνη της τυροκομίας στην Ευρώπη ([galaktokomiki.blogspot.gr](http://galaktokomiki.blogspot.gr)).

Στην Ελλάδα πριν 2500 χρόνια το τυρί θεωρούνταν σαν εξαιρετικό τρόφιμο και το πουλούσαν σε άλλες Μεσογειακές χώρες. Από τον Όμηρο είναι γνωστό ότι ο Οδυσσέας με τους συντρόφους του μπήκε στη σπηλιά του Κύκλωπα Πολύφημου όπου είδε καλά κατασκευασμένα δοχεία όπου άρμεγε το γάλα, τα ράφια γεμάτα τυριά και οι σκάφες και οι κουβάδες πλημμυρισμένα ορό. “Όταν επέστρεψε ο Κύκλωπας στη σπηλιά με το κοπάδι του έβαλε ένα μεγάλο βράχο στην είσοδο και κάθισε να αρμέγει τις κατσίκες και τις προβατίνες. Κατόπιν έπηξε το μισό γάλα που άστραφτε

από λευκότητα και μάζεψε το τυρόπηγμα σε πλεκτά καλάθια το δε άλλο μισό κράτησε σε δοχεία για να το πει κατά το δείπνο.

Στην περίοδο του 400 π.Χ. ο Έλληνας γιατρός και ιστορικός Κτησίας στην αυλή της Νινευή αναφέρει ότι κατά την παράδοση η Σεμίραμις ( Βασίλισσα της Ασσυρίας που ίδρυσε τη Βαβυλώνα και τους κρεμαστούς κήπους της το 800 π.Χ. ) τρεφόταν από τυρί που της το έφερναν πουλιά κλέβοντάς το από τους βοσκούς. Ο ιστορικός επίσης Διόδωρος το 300 π.Χ. αναφέρει ότι οι αρχαίοι Αιγύπτιοι παρασκεύαζαν τυρί από γάλα πρόβειο. Ο Όμηρος περιγράφει μέθοδο παρασκευής τυριού που ακόμη και σήμερα εφαρμόζεται στη χωρική τυροκομία. Φαίνεται έτσι ότι το κυριότερο τυρί που παρασκευαζόταν ανέκαθεν στην Ελλάδα ήταν το άσπρο τυρί και ότι η τυροκομία γινόταν από τους παραγωγούς γάλακτος. Με τη μορφή αυτή η τυροκομία είχε μεγάλη διάδοση στην Ευρώπη ιδίως κατά την εποχή της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας (Χαβαλέ, 2010).

Από το Μεσαίωνα μέχρι την ανακάλυψη της Αμερικής το τυρί γινόταν κυρίως στα μοναστήρια της Ευρώπης από καλογήρους και κατά το δέκατο αιώνα φαίνεται πως η Ιταλία ήταν το μεγαλύτερο κέντρο παραγωγής τυριού στην Ευρώπη (Ζερφυρίδης, 2001). Η ιστορία του τυριού είναι τόσο μακρόχρονη όσο και αυτή του ανθρώπινου γένους και συνδέεται με την εξημέρωση κατοικίδιων ζώων εδώ και 10.000 χρόνια π.Χ.. Πιστεύεται, όμως, ότι το τυρί παρασκευάστηκε πριν 8.000 χρόνια περίπου.

Από τη μυθολογία ακόμα, λέγεται ότι οι θεοί έστειλαν τον Αρίσταιο, γιο του Απόλλωνα, να διδάξει στους Έλληνες την τυροκομία. Καταγραφές για παρασκευή και κατανάλωση τυριού στην αρχαία Ελλάδα υπάρχουν πάρα πολλές, όπως από τον Αριστοτέλη, τον Πυθαγόρα και πολλούς αρχαίους κωμωδιογράφους. Ήταν δε γνωστό τουλάχιστον από την εποχή του Ομήρου. Το τυρί που παρασκεύαζε ο Κύκλωπας Πολύφημος και περιγράφει τον 8ο π.χ. αιώνα ο Όμηρος στην Οδύσσεια του, θεωρείται ο πρόγονος του τυριού Φέτα:

*"Φτάσαμε αμέσως στην σπηλιά μα αυτός δεν ήταν μέσα μόνο τα παχιά του πρόβατα βοσκούσε στο λιβάδι. Τα πλεκτά καλάθια ήταν γεμάτα από τυριά, τα δε μαντριά ήταν γεμάτα από αρνιά και κατσίκια και ήταν από τυρόγαλο γεμάτα όλα τα αγγεία του, σκάφες, καρδάρες που άρμεγε μέσα σε αυτά το γάλα και το μισό όταν έπηξε το άσπρο, χιονάτο γάλα το άνοιξε και το έβαλε μέσα στα πλεκτά καλάθια και στις καρδάρες φύλαξε το άλλο μισό να πίνει. Γιατί καλό κριάρι μου στερνό από τη μάντρα βγαίνεις;*

*‘Άλλη φορά δεν έμενες από το κοπάδι πίσω. Μόνο πρώτο πάντα πήγαινες με δρασκελιές μεγάλες στις φλωρασιές τα τρυφερά βλαστάρια να βοσκήσεις.”*

Ο μύθος λέει ότι ο Κύκλωπας Πολύφημος ήταν ο πρώτος παρασκευαστής τυριού. Μεταφέροντας το γάλα που συνέλεγε από τα πρόβατά του, μέσα σε ασκούς από στομάχια ζώων, διαπίστωσε με μεγάλη του έκπληξη κάποια μέρα ότι το γάλα είχε πήξει και είχε πάρει μια στερεά, εύγευστη και διατηρήσιμη μορφή. Στο μουσείο των Δελφών φυλάσσεται ένα αγαλματίδιο του βου π. Χ. αιώνα που αναπαριστά την έξοδο Οδυσσέα κρεμασμένου κάτω από το αγαπημένο κριάρι του Κύκλωπα. 8.000 χρόνια μετά ο τρόπος παραγωγής του τυριού Φέτα παραμένει ο ίδιος διαφέροντας μόνο σε τομείς όπως η αυτοματοποίηση και η συσκευασία. Οι αρχαίοι Έλληνες το προϊόν που προερχόταν από την πήξη του γάλακτος το έλεγαν "τυρί".

Η ονομασία Φέτα χρονολογείται από το 17ο αιώνα και πιθανά αναφέρεται στην πρακτική κοπής του τυριού σε φέτες για να εισαχθεί στα βαρέλια. Η ονομασία Φέτα επικράτησε οριστικά τον 19ο αιώνα και χαρακτηρίζει ένα τυρί, που παρασκευάζεται επί αιώνες με την ίδια σε γενικές γραμμές τεχνική και που η καταγωγή του χάνεται βαθιά στον χρόνο (<http://tyrokomeio.gr>). Στη διάρκεια αυτού του αιώνα, έλαβε χώρα μια μαζική μετανάστευση των Ελλήνων σε διάφορες χώρες και κυρίως στην Αυστραλία, τις Ηνωμένες Πολιτείες, τον Καναδά και τη Γερμανία. Με τον τρόπο αυτό δημιουργήθηκαν πολυπληθείς Ελληνικές κοινότητες, τα μέλη των οποίων διατήρησαν σε μεγάλο βαθμό τις διατροφικές τους συνήθειες. Έτσι δημιουργήθηκαν νέες αγορές για το τυρί σε διαφορετικά μέρη του κόσμου με αποτέλεσμα την ανάπτυξη ενός διεθνούς εμπορίου γύρω από τη Φέτα.

Μεγάλη διάδοση είχαν τα γαλακτοκομικά προϊόντα, κατά κύριο λόγο τα τυριά, και κατά τους Ρωμαϊκούς χρόνους. Το τυρί την περίοδο εκείνη θεωρούνταν είδος πρώτης ανάγκης, αποτελούσε μέρος του διαιτολογίου των στρατιωτών και ήταν τόσο αγαπητό. Ωστε χρησιμοποιούσαν συχνά τη λέξη caseus ως χαϊδευτικό για την εκλεκτή της καρδιάς τους. Ήταν τόσο μεγάλη η ζήτηση του που ανάγκασε τον αυτοκράτορα Διοκλιτιανό ( 284-305 μ.Χ.) να ορίσει ανώτατη τιμή πώλησης του. Οι μετακινήσεις των Ρωμαίων στρατιωτών φαίνεται ότι συντέλεσαν στο να διαδοθεί η κατανάλωση τυριού σε όλο το γνωστό τότε κόσμο αλλά και η τέχνη της παρασκευής του. Επίκεντρο της ανάπτυξης αυτής αποτέλεσαν οι Άλπεις. Με τη διάλυση όμως της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας μπορεί να λεχθεί ότι η τυροκομία περιέπεσε για πολλά χρόνια σε λήθαργο. Οι μεγάλες μετακινήσεις πληθυσμών που πραγματοποιήθηκαν τότε συνέβαλλαν στη μεγαλύτερη εξάπλωση του τυριού (Χαβαλέ, 2010).

Μέχρι το 12μ.Χ. αιώνα το πιο διαδεδομένο γάλα στην Ευρώπη ήταν το πρόβειο και το γίδινο. Από τότε άρχισε να αναπτύσσεται σταδιακά η αγελαδοτροφεία και το αγελαδινό γάλα κέρδιζε έδαφος σε βάρος των δύο άλλων, για να φτάσουμε στη σημερινή κατάσταση που δεσπόζει, σε μερικές μάλιστα χώρες της Βόρειας Ευρώπης, να είναι ουσιαστικά το μόνο γάλα που αξιοποιείται. Μεγάλη ήταν η συμβολή των μοναστηριών στη βελτίωση του τρόπου παρασκευής των τυριών και στη δημιουργία νέων ειδών τους. Πολλά είδη γνωστών τυριών σήμερα δημιουργήθηκαν σε μοναστήρια. Σημαντική ήταν η συμβολή των γαλακτοκομικών συνεταιρισμών στην ανάπτυξη της τυροκομίας. Οι πρώτες κινήσεις για τη σύσταση τους έγιναν την εποχή του Μεσαίωνα. Από υποτυπώδεις που ήταν στην αρχή εξελίχθηκαν σταδιακά και αποτέλεσαν κέντρα ανάπτυξης της γαλακτοκομίας (Ανυφαντάκης , 2004).

Χάρη στη μαζική παραγωγή πτυιάς (βασικό συστατικό στον τομέα της τυροκομίας) και στην ανάπτυξη καθαρών μικροβιακών καλλιεργειών γύρω στο 1900, η τυροκομία και το τυρί άρχισαν να γίνονται τυποποιημένα.

## 1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Γάλα ονομάζεται το λευκό- υποκίτρινο υγρό που βγαίνει από το μαστό των θηλέων θηλαστικών ζώων μετά τον τοκετό τους. Αναλυτικότερα, το γάλα είναι ένα γαλάκτωμα ή κολλοειδές σφαιρίδια λίπους βουτύρου μέσα σε ένα υδατικό υγρό που περιέχει διαλυμένους υδατάνθρακες και συσσωματώματα πρωτεϊνών με ανόργανα άλατα. Επειδή παράγεται ως πηγή τροφής για τους νέους, όλο το περιεχόμενό τους προσφέρει οφέλη για την ανάπτυξη. Οι βασικές απαιτήσεις είναι η ενέργεια (λιπίδια, λακτόζη και πρωτεΐνη), η βιοσύνθεση μη βασικών αμινοξέων που παρέχονται από πρωτεΐνες (απαραίτητα αμινοξέα και αμινομάδες), απαραίτητα λιπαρά οξέα, βιταμίνες και ανόργανα στοιχεία και νερό (McGee, 2004).

Σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία «Γάλα είναι το απαλλαγμένο από πρωτόγαλα προϊόν του ολοσχερούς, χωρίς διακοπή, αρμέγματος υγιούς γαλακτοφόρου ζώου, που ζει και τρέφεται υπό υγιεινούς όρους και που δεν βρίσκεται σε κατάσταση υπερκόπωσης...». Ακόμη, η νομοθεσία ορίζει ότι: «Με τον όρο γάλα απλά, χωρίς να συνοδεύεται από κάποιο επίθετο, νοείται αποκλειστικά και μόνο το γάλα που:

- a. Προέρχεται από αγελάδα
- b. Είναι νωπό
- c. Είναι πλήρες
- d. Δεν έχει υποστεί αφυδάτωση ή συμπύκνωση
- e. Δεν περιέχει άλλες ύλες που να έχουν προστεθεί από έξω».

### **Γενικά Χαρακτηριστικά Ενός Κανονικού Γάλακτος**

**Χρώμα:** Ένα κανονικό γάλα έχει χρώμα λευκό μέχρι υποκίτρινο. Η ένταση όμως του χρώματός του εξαρτάται από την περιεκτικότητά του σε λίπος, από το είδος του ζώου, από τον τρόπο διατροφής των ζώων, κ.λπ.

**Οσμή:** Η οσμή του κανονικού γάλακτος είναι χαρακτηριστική και εξαρτάται από το είδος του ζώου και από τις συνθήκες διαβίωσής του.

**Γεύση:** Το κανονικό γάλα έχει γεύση λίγο γλυκιά και καθορίζεται από τους ίδιους παράγοντες που καθορίζουν και την οσμή του.



### 1.3 ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Το γάλα αποτελεί εξαιρετικό συνδυασμό όλων των μακροθρεπτικών συστατικών, όπως υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λίπος μαζί, σε άριστη αναλογία μεταξύ τους και σε βαθμό απόλυτα ισορροπημένο (huffingtonpost.gr). Είναι ένα σύνθετο φυσιολογικό υγρό που ταυτόχρονα παρέχει θρεπτικά συστατικά και βιοδραστικά συστατικά που διευκολύνουν την επιτυχημένη μεταγεννητική προσαρμογή του νεογέννητου με τη διέγερση της κυτταρικής ανάπτυξης και της ωρίμανσης του πεπτικού, την καθιέρωση της συμβιοτικής μικροχλωρίδας και την ανάπτυξη των λεμφοειδών ιστών που συνδέονται με το έντερο (Ebringer, Ferenčík & Krajšonič, 2008).

Το pH του γάλακτος κυμαίνεται από 6,4 έως 6,8 και αλλάζει με την πάροδο του χρόνου. Το γάλα από άλλα βοοειδή και μη βοοειδή ποικίλλει στη σύνθεση, αλλά έχει παρόμοιο pH (Smith- Howard, 2013).

Αρχικά, το λίπος γάλακτος εκκρίνεται με τη μορφή ενός στρώματος λίπους που περιβάλλεται από μεμβράνη. Κάθε στρώμα λίπους αποτελείται σχεδόν εξ ολοκλήρου από τριακυλγλυκερόλες και περιβάλλεται από μεμβράνη που αποτελείται από σύνθετα λιπίδια όπως είναι τα φωσφολιπίδια, μαζί με τις πρωτεΐνες. Αυτά τα συστατικά του γάλακτος, δρουν ως γαλακτωματοποιητές, οι οποίοι διατηρούν τα μεμονωμένα σφαιρίδια από τη συγχώνευση και προστατεύουν τα περιεχόμενα αυτών των σφαιριδίων από διάφορα ένζυμα στο υγρό τμήμα του γάλακτος (Smith- Howard, 2013).

Αν και το 97-98% των λιπιδίων είναι τριακυλγλυκερόλες, υπάρχουν επίσης μικρές ποσότητες δι- και μονοακυλγλυκερινών, ελεύθερες χοληστερόλες και εστέρες χοληστερόλης, ελεύθερα λιπαρά οξέα και φωσφολιπίδια. Σε αντίθεση με τις πρωτεΐνες και τους υδατάνθρακες, η λιπαρή σύνθεση στο γάλα ποικίλλει ευρέως στη σύνθεση λόγω της γενετικής, της γαλουχίας και της διατροφικής διαφοράς μεταξύ διαφορετικών ειδών (Polychroniadou- Alichanidou, 2004).

Όπως και η σύνθεση, τα σφαιρίδια λίπους ποικίλουν σε μέγεθος από 0,2 έως περίπου 15 μικρόμετρα σε διάμετρο μεταξύ διαφορετικών ειδών. Η διάμετρος μπορεί επίσης να ποικίλει μεταξύ των ζώων εντός ενός είδους και σε διαφορετικούς χρόνους εντός ενός αρμέγματος ενός μόνο ζώου. Στο μη ομοιογενοποιημένο αγελαδινό γάλα, τα σφαιρίδια λίπους έχουν μέση διάμετρο από δύο έως τέσσερα μικρόμετρα και με τη διαδικασία της ομοιογενοποίησης, έχουν μεσαίο μέγεθος, δηλαδή περίπου 0,4

μικρομέτρων. Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες A, D, E και K μαζί με απαραίτητα λιπαρά οξέα όπως το λινελαϊκό και το λινολενικό οξύ βρίσκονται στο τμήμα του γάλακτος, όσον αφορά το λίπος (Polychroniadou- Alichanidou, 2004).

Το φυσιολογικό γάλα βοοειδών περιέχει 30-35 γραμμάρια πρωτεΐνης ανά λίτρο, εκ των οποίων περίπου 80% διατίθεται σε μικκύλια καζεΐνης. Οι συνολικές πρωτεΐνες στο γάλα αντιπροσωπεύουν το 3,2% της σύνθεσής του (Yiu, 2006).

Για πολλά χρόνια η πιο αποδεκτή θεωρία της δομής ενός μικκυλίου ήταν ότι αποτελείται από σφαιρικά συσσωματώματα καζεΐνης, που ονομάζονται υποστοιχεία, τα οποία συγκρατούνται μαζί με δεσμούς φωσφορικού ασβεστίου. Ωστόσο, υπάρχουν δύο πρόσφατα μοντέλα του μικυλίου της καζεΐνης που αντικρούουν τις διακριτές μικκυτταρικές δομές εντός του μικκυλίου (Polychroniadou- Alichanidou, 2004).

Η πρώτη θεωρία που αποδίδεται στους de Kruif και Holt, προτείνει ότι οι νανοκαλλιεργητές φωσφορικού ασβεστίου και το κλάσμα φωσφοπεπτιδίου της βήτα-καζεΐνης είναι το επίκεντρο της μικροσκοπικής δομής. Συγκεκριμένα σε αυτή την άποψη, οι μη δομημένες πρωτεΐνες οργανώνονται γύρω από το φωσφορικό ασβέστιο που δημιουργεί τη δομή τους και έτσι δεν σχηματίζεται ειδική δομή (Polychroniadou- Alichanidou, 2004).

Η δεύτερη θεωρία που προτείνεται από τον Horne, η ανάπτυξη των νανοκαλλιεργητών φωσφορικού ασβεστίου αρχίζει τη διαδικασία του σχηματισμού μικκυλίων, αλλά περιορίζεται από τις περιοχές δέσμευσης των φωσφοπεπτιδικών βρόχων των καζεϊνών. Μόλις συνδεθούν, σχηματίζονται αλληλεπιδράσεις πρωτεΐνης και συμβαίνει πολυμερισμός, όπου η K-καζεΐνη χρησιμοποιείται ως ακραίο πώμα, για να σχηματίσει μικύλλια με νανοκλάστες ενός φωσφορικού ασβεστίου (Smith-Howard, 2013).

Ορισμένες πηγές υποδεικνύουν ότι το φωσφορικό ασβέστιο έχει τη μορφή  $\text{Ca}_9(\text{PO}_4)_6$ . ενώ άλλοι λένε ότι είναι παρόμοιο με τη δομή του ορυκτού βερχίτη  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Το φωσφορικό ασβέστιο αποτελεί ένα βασικό συστατικό του γάλακτος (Yiu, 2006).

Επίσης, το γάλα περιέχει αρκετούς διαφορετικούς υδατάνθρακες, όπως λακτόζη, γλυκόζη, γαλακτόζη και άλλους ολιγοσακχαρίτες. Η λακτόζη δίνει στο γάλα τη γλυκιά γεύση και συνεισφέρει περίπου στο 40% των θερμίδων ολόκληρου του αγελαδινού γάλακτος. Η λακτόζη είναι ένα σύνθετο δισακχαρίτη δύο απλών σακχάρων, της γλυκόζης και της γαλακτόζης. Το βόειο γάλα υπολογίζει κατά μέσο

όρο την άνυδρη λακτόζη σε 4,8%, η οποία ανέρχεται σε περίπου 50% των συνολικών στερεών αποκορυφωμένου γάλακτος. Τα επίπεδα λακτόζης εξαρτώνται από τον τύπο του γάλακτος, καθώς άλλοι υδατάνθρακες μπορούν να υπάρχουν σε υψηλότερες συγκεντρώσεις που η λακτόζη περιέχεται στα γάλατα (Blood, Studdert & Gay, 2007).

Άλλα συστατικά που βρίσκονται στο ακατέργαστο αγελαδινό γάλα είναι ζωντανά λευκά αιμοσφαίρια, κύτταρα μαστικού αδένου, διάφορα βακτήρια και ένας μεγάλος αριθμός ενεργών ενζύμων.

Τόσο τα σφαιρίδια λίπους όσο και τα μικρά μικκύλια καζεΐνης, τα οποία είναι αρκετά μεγάλας συμβάλλουν στο αδιαφανές λευκό χρώμα του γάλακτος. Τα σφαιρίδια λίπους περιέχουν κάποια κίτρινο-πορτοκαλί χρώματα, τα οποία παραπέμπουν στην ουσία της καροτίνης, για να προσδώσουν μια χρυσή ή "κρεμώδη" απόχρωση σε ένα ποτήρι γάλα. Η ριβοφλαβίνη στο τμήμα του γάλακτος του ορού γάλακτος έχει ένα πρασινωπό χρώμα, το οποίο μερικές φορές μπορεί να διακρίνεται στο αποκορυφωμένο γάλα ή σε προϊόντα ορού γάλακτος (Smith- Howard, 2013).

Το αποβουτυρωμένο γάλα χωρίς λίπος έχει μόνο τα μικκύλια της καζεΐνης για να διασκορπιστεί το φως και τείνουν να διασκορπίζουν το μπλε φως μικρότερου μήκους κύματος περισσότερο από το κόκκινο, δίνοντας στο αποβουτυρωμένο γάλα μια γαλαζωπή απόχρωση (Blood, Studdert & Gay, 2007).

Τα βασικά συστατικά του γάλακτος είναι τα εξής:

**ΝΕΡΟ:** Η περιεκτικότητα του γάλακτος εξαρτάται από τη σύνθεση της λακτόζης. Χωρίς λίγο νερό στο γάλα, το γάλα θα ήταν μια ιξώδης έκκριση αποτελούμενη κυρίως από λιπίδια και πρωτεΐνες και θα ήταν εξαιρετικά δύσκολο να απομακρυνθεί από τον αδένου. Κατά τη γέννηση, το νεογνό θηλαστικών δεν είναι σε θέση να αναζητήσει τη δική του παροχή ύδατος και θα έπασχε από αφυδάτωση χωρίς το υδατικό συστατικό του γάλακτος.

Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε νερό μπορεί να κυμαίνεται από μια χαμηλή περιεκτικότητα σε θαλάσσια θηλαστικά, σε υψηλή περιεκτικότητα σε ανθρώπινο γάλα και σε άλλα. Το αγελαδινό γάλα είναι περίπου 87% νερό, οπότε η μεταφορά γάλακτος από το γαλακτοκομικό αγρόκτημα συνεπάγεται τη μεταφορά σημαντικών ποσοτήτων νερού (Blood, Studdert & Gay, 2007).

Εάν προστίθεται νερό στο αγελαδινό γάλα, το επιπρόσθετο νερό μπορεί εύκολα να ανιχνευθεί με διάφορες μεθόδους. Αυτές οι μέθοδοι βασίζονται σε

μεταβολές στο σημείο πήξης του γάλακτος (κρυσκοπική μέθοδος) ή σε μεταβολές στη διάθλαση του φωτός του συστατικού ορού γάλακτος μετά από καθίζηση και απομάκρυνση των συστατικών καζεΐνης και λίπους χρησιμοποιώντας είτε οξικό οξύ (μέθοδο οξικού ορού) είτε χαλκό θεική (μέθοδος ορού χαλκού). (Smith- Howard, 2013).

Αυτές οι μέθοδοι και άλλες συνήθεις μέθοδοι δοκιμής γάλακτος περιγράφονται στην Ένωση των Επίσημων Γεωργικών Χημιστών (AOAC) και στις Επίσημες Εργασιακές Αναλυτικές Διαδικασίες, που δημοσιεύονται από την Εθνική Ακαδημία Επιστημών.

**ΓΑΛΑΚΤΟΣΑΚΧΑΡΟ (ΛΑΚΤΟΖΗ):** Το γαλακτοσάκχαρο βρίσκεται σε ικανοποιητική, σχετικά, αναλογία μέσα στο γάλα και είναι ένα αναγόμενο σάκχαρο της ομάδας των εξοζών, με χημικό τύπο  $C_{12}H_{22}O_{11}H_2O$ . Με τη δράση των μικροοργανισμών του γάλακτος το συγκεκριμένο σάκχαρο υφίσταται διάφορες ζυμώσεις, οι κυριότερες των οποίων είναι: η γαλακτική, η αλκοολική, η βουτυρική, η προπιονική, η οξική ζύμωση, καθώς και η ζύμωση παραγωγής μερικών αρωματικών προϊόντων (Καλοσπύρου, 2014).

Με τη **γαλακτική ζύμωση του γαλακτοσάκχαρου**, που ενδιαφέρει πολύ την παρασκευή των τυριών, έχουμε παραγωγή γαλακτικού οξέος και ως ακολούθως:

-Από *Omo-fermentativi\** βακτήρια:

Γαλακτοσάκχαρο  $\rightarrow$  γαλακτικό οξύ +  $CO_2$  (100%)

$\rightarrow$  (98-99%) + (2-1%)

-Από *Etero- fermentativi\** βακτήρια:

Γαλακτοσάκχαρο (100%)  $\rightarrow$  γαλακτικό οξύ + Οξικό οξύ,

$CO_2$  αλκοόλη, γλυκερίνη

(50%) περίπου+(50%) περίπου

**ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ:** ο ασβέστιος και ο φωσφόρος είναι τα κύρια ανόργανα συστατικά που υπάρχουν στο γάλα. Αυτά τα μέταλλα απαιτούνται σε μεγάλες ποσότητες από το ταχέως αναπτυσσόμενο νεογνό για ανάπτυξη οστών και ανάπτυξη μαλακών ιστών. Το ασβέστιο και ο φωσφόρος σχετίζονται κυρίως με τη

δομή των μικκυλίων καζεΐνης. Το γάλα περιέχει επίσης και τα περισσότερα μεταλλικά στοιχεία που βρίσκονται στο σώμα (Polychroniados- Alichanidou, 2004).

Το Fe είναι σε ποσοστό, ένα αρκετά χαμηλό μεταλλικό στοιχείο σε γάλα πολλών ειδών σε σχέση με τις ανάγκες του νεογνού. Το Fe είναι απαραίτητο για το νεογνό ως μέρος της αιμοσφαιρίνης. Σε πολλά είδη το νεογνό γεννιέται με μερικά ηπατικά αποθέματα Fe. Ωστόσο, το ζώο χρειάζεται ένα συμπλήρωμα Fe (ένεση) αμέσως μετά τη γέννηση. Το Fe σε γάλα δεσμεύεται με γαλακτοφερρίνη, τρανσφερίνη, οξειδάση ξανθίνης και με καζεΐνες. Το Zn στο αγελαδινό γάλα είναι ως επί το πλείστον συνδεδεμένο με την καζεΐνη, αλλά μερικοί δεσμεύονται στη λακτοφερρίνη (Smith- Howard, 2013).

Το Cu δεσμεύεται με τις καζεΐνες, τη β-λακτοσφαιρίνη, τη λακτοφερρίνη και μερικές με τις μεμβράνες του λιπαρού γάλακτος (Yiu, 2006).

Το Mo δεσμεύεται στην οξειδάση ξανθίνης, ένα ένζυμο που συνδέεται με την κυτταρική μεμβράνη και στην εσωτερική επιφάνεια των μεμβρανών σφαιρικού λίπους γάλακτος.

Το Mn συσχετίζεται με τις μεμβράνες του λιπαρού γάλακτος.

Το Co είναι ένα ουσιαστικό μέρος της βιταμίνης B12.

Τα στοιχεία αυτά συμβάλλουν στην ικανότητα αποθήκευσης γάλακτος, τη διατήρηση του pH του γάλακτος, την ιοντική ισχύ του γάλακτος και την ωσμωτική πίεση του γάλακτος (Smith- Howard, 2013).

Τα ιχνοστοιχεία μπορούν να εισέλθουν στο γάλα κατά τη σύνθεση γάλακτος ή με μόλυνση μετά την αφαίρεση του γάλακτος από την αγελάδα, για παράδειγμα από μεταλλικά δοχεία κλπ. Οι αγελάδες που εκτρέφονται κοντά σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις μπορούν να έχουν υψηλότερο γάλα Cd και Pb. Οι αγελάδες που εκτρέφονται κοντά σε αυτοκινητόδρομους μπορούν να έχουν υψηλότερο Pb γάλακτος (Blood, Studdert & Gay, 2007).

**ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ:** Το γάλα περιέχει όλες τις βιταμίνες που απαιτούνται από τα θηλαστικά. Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες A, D, E και K βρίσκονται κυρίως στο λίπος του γάλακτος, αν και το γάλα έχει περιορισμένες ποσότητες βιταμίνης K. Οι βιταμίνες B βρίσκονται στην υδατική φάση του γάλακτος. Το υγρό γάλα στις ΗΠΑ ενισχύεται με πρόσθετη βιταμίνη D. Η βιταμίνη A προστίθεται επίσης στο γάλα σε ορισμένες άλλες χώρες (Blood, Studdert & Gay, 2007).

Οι βιταμίνες είναι απαραίτητες οργανικές ενώσεις που απαιτούνται στη διατροφή. Οι περισσότεροι δεν συντίθενται στο ζώο (υπάρχει κάποια σύνθεση από τη μικροχλωρίδα στο έντερο). Επομένως, τα επίπεδα γάλακτος μπορούν να επηρεαστούν από τα επίπεδα διατροφής. Το γάλα περιέχει όλες τις βιταμίνες Β και τις λιποδιαλυτές βιταμίνες, εκτός ίσως από τη βιταμίνη Κ, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως (Blood, Studdert & Gay, 2007).

Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες (Α, D, E, Κ) σχετίζονται με το σφαιρίδιο του λιπαρού γάλακτος.

**Βιταμίνη Α: ρετινόλη:** Το κίτρινο λίπος γάλακτος των αγελάδων οφείλεται στη χαμηλότερη αποτελεσματικότητα μετατροπής β-καροτίνης σε ρετινόλη. Σε ορισμένες χώρες το γάλα είναι εμπλουτισμένο με βιταμίνη Α.

**Βιταμίνη D: αντιραχτική δράση:** Συμμετέχει στον μεταβολισμό των οστών, στην απορρόφηση του Ca στο έντερο και έχει άλλες λειτουργίες ιστού. Το γάλα συχνά εμπλουτίζεται με βιταμίνη D.

**Βιταμίνη Ε: τοκοφερόλη:** Αντιοξειδωτικό, προστατεύει τα λιπίδια. (Blood, Studdert & Gay, 2007).

Το γάλα περιέχει επίσης μια σειρά άλλων συστατικών, όπως τα λευκοκύτταρα, επίσης γνωστά ως *σωματικά κύτταρα* στο γάλα των αγελάδων (Van Esterik, 1995). Η εικόνα παρακάτω, περιλαμβάνει διάφορους τύπους λευκοκυττάρων γάλακτος (μαρκοφάγοι, λεμφοκύτταρα, ουδετερόφιλα και ηωσινόφιλα) (Pehrsson, et.al., 2000). Το γάλα περιέχει, επίσης, ορισμένα απολιθωμένα επιθηλιακά κύτταρα από την εσωτερική επένδυση της θηλής, από τους αγωγούς και τις κυψελίδες (Radbill, 1976).

Η συγκέντρωση των λευκοκυττάρων στο γάλα ποικίλλει ανάλογα με το είδος (το ανθρώπινο γάλα έχει σχετικά υψηλό αριθμό σωματικών κυττάρων, το γάλα αγελάδων από τους υγιείς αδένες έχει χαμηλά σωματικά κύτταρα), την κατάσταση μόλυνσης του αδένος και το στάδιο της γαλουχίας (Pehrsson, et.al., 2000). Επίσης, το γάλα έχει πολλά άλλα συστατικά, πολλά από τα οποία είναι ομαδοποιημένα στα κύρια βιοχημικά συστατικά που αναφέρονται στη σχετική βιβλιογραφία. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν βιοδραστικούς παράγοντες όπως είναι οι ορμόνες και αυξητικούς

παράγοντες, όπως είναι τα ένζυμα, οι κυτταρικές πρωτεΐνες και άλλα (Gagnon-Joseph, 2016).

Για παράδειγμα, στο γάλα υπάρχουν μικρές ποσότητες κυτταρικών μεταβολιτών από τη γλυκόλυση, τον κύκλο του κιτρικού οξέος, την παρακέντηση φωσφορικής πεντόζης, τη σύνθεση του RNA και του DNA και τη σύνθεση λιπαρών οξέων (Hemme & Otte, 2010). Επίσης, περιλαμβάνονται στοιχεία από την ουρία, την αμμωνία και του CO<sub>2</sub>. Τα επίπεδα γλυκόζης του γάλακτος είναι χαμηλά, σε σύγκριση με τα επίπεδα λακτόζης και μπορεί να αντικατοπτρίζουν τα επίπεδα ενδοκυτταρικής γλυκόζης. Το γάλα, τέλος, έχει πολύ χαμηλή ένταση οξυγόνου (Gagnon-Joseph, 2016).

Το γάλα μπορεί επίσης να περιέχει μολυσματικούς παράγοντες. Για παράδειγμα, ο ιός του AIDS έχει αποδειχθεί ότι μεταφέρεται από τη μητέρα στο βρέφος μέσω του γάλακτος. Το ίδιο ισχύει και για τα ζώα. Σε αυτή τη συγκεκριμένη περίπτωση, ο ιός πιθανότατα μεταδόθηκε μέσα στα λευκοκύτταρα που βρίσκονται κανονικά στο μητρικό γάλα. Άλλοι ιοί και βακτήρια μπορούν να εξαχθούν μέσω του μαστικού αδένος στο γάλα (Hemme & Otte, 2010).

Σημειώνεται στο παρόν σημείο ότι ο μαστικός αδένος είναι ένας αποβολικός αδένος. Ως εκ τούτου, τα περισσότερα επικίνδυνα στοιχεία, τα οποία βρίσκονται στο αίμα του θηλάζοντος ζώου θα υπάρχουν στο γάλα σε κάποιο βαθμό. Αυτό ισχύει επίσης και όταν εξετάζεται η μεταφορά τοξινών από τη μητέρα στους απογόνους μέσω του γάλακτος (Hemme & Otte, 2010).

Οποιαδήποτε λιπόφιλη ουσία είναι πιθανό να απομονωθεί στο λίπος του γάλακτος και να εκκρίνεται στο γάλα. Οι περισσότερες υδατοδιαλυτές ενώσεις εκκρίνονται επίσης, συμπεριλαμβανομένης μιας σειράς τοξινών. Είναι ενδιαφέρον ότι ο μαστικός αδένος φαίνεται να δρα ως μερικό ρυθμιστικό διάλυμα για την έκκριση περίσσειας αρσενικού και μολύβδου. Αν και οι συγκεντρώσεις γάλακτος As και Pb αυξάνονται σε ζώα που εκτίθενται σε περίσσεια αυτών των μετάλλων, η σχετική αύξηση του γάλακτος As ή Pb είναι χαμηλότερη από ό, τι για άλλα μέταλλα (Gagnon-Joseph, 2016).

### **1.3.1 Πρωτεΐνες γάλακτος και πεπτίδια**

Οι σημαντικότερες πρωτεΐνες γάλακτος περιλαμβάνουν καζεΐνες, β-γαλακτοσφαιρίνη, α-γαλακτοαλβουμίνη, ανοσοσφαιρίνες, γαλακτοφερρίνη και αλβουμίνη ορού. Εκτελούν τις βιολογικές τους δράσεις είτε άμεσα είτε μετά από αποικοδόμηση σε διαφορετικά πεπτίδια. Οι βιολογικές τους δραστηριότητες είναι

ποικίλες (Πίνακας 1.1), αλλά η πλειοψηφία τους παρεμβαίνει με συγκεκριμένο τρόπο στη λειτουργικότητα του ανοσοποιητικού συστήματος.

Στην αντίδραση με πρωτεολυτικά ένζυμα η καζεΐνη δημιουργεί διαφορετικά βιοδραστικά πεπτίδια που επηρεάζουν όχι μόνο το ανοσοποιητικό σύστημα, αλλά και τα πεπτικά, καρδιαγγειακά και νευρικά συστήματα (Kogunen και Pihlanto 2006). Μπορούν να απελευθερωθούν από μια ανενεργή αλληλουχία πρωτεΐνης κατά την πέψη του γάλακτος σε GIT, μέσω μικροβιακής ζύμωσης γάλακτος ή μέσω της υδρόλυσης από πρωτεολυτικά ένζυμα. Ορισμένες τεχνολογίες έχουν αναπτυχθεί πρόσφατα που επιτρέπουν την απομόνωση ορισμένων από αυτά τα βιοδραστικά πεπτίδια με τη μορφή συμπληρωμάτων διατροφής. Σε φυσική μορφή υπάρχουν και σε ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα, όπως γιαούρτι, ξινόγαλα, bryndza (τυρί Liptauer) και μερικά άλλα τυριά. Η δομή και η ακριβής βιολογική λειτουργία πολλών από αυτά τα πεπτίδια δεν είναι ακόμη γνωστά στοιχεία (Ebringer, Ferenčík & Kražčoniča, 2008).

Το πρωτεολυτικό σύστημα των βακτηρίων του γάλακτος αποτελείται από πρωτεϊνάση δεσμευμένη στο κυτταρικό τοίχωμα και αρκετές ενδοκυτταρικές πεπτιδάσες. Οι πρωτεϊνάσες γαλακτικού βακτηριακού γάλακτος, όπως αυτές του *Lactococcus lactis*, απελευθερώνουν βιολογικώς δραστικά ολιγοπεπτίδια από α- και β-καζεΐνες, τα οποία περιέχουν αλληλουχίες αμινοξέων που υπάρχουν σε casomorphines, lactorphines, casokinines and immunopeptides. Είναι πεπτίδια με δύο ή περισσότερες βιολογικές δραστηριότητες. Οι κασομορφίνες και οι λακερφίνες έχουν φαρμακολογικά χαρακτηριστικά παρόμοια με τη μορφίνη (όμοια με τα οπιούχα αποτελέσματα). Δρουν ως αναλγητικά και διεγείρουν την απέκκριση ορισμένων ορμονών, ιδιαίτερα της ινσουλίνης και της σωματοστατίνης. Επίσης, παρατείνουν τη γαστρεντερική απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών, ρυθμίζουν τη μεταφορά αμινοξέων στο έντερο και δρουν ως αντιδιαρροϊκοί παράγοντες. Αυτά τα άτυπα πεπτίδια οπιοειδών διαφέρουν από τα ενδογενή οπιοειδή, όπως οι εγκεφαλίνες και οι ενδορφίνες, μόνο στις αλληλουχίες των άκρων τους στοιχεία (Ebringer, Ferenčík & Kražčoniča, 2008).



**Πίνακας 1.0.1 Βιολογικές δραστηριότητες πρωτεϊνών και πεπτιδίων γάλακτος**

Αποτέλεσμα	Δραστική ουσία
Οπιοειδικός ανταγωνιστής	λακτοφεροξίνες
Αγωνιστής οπιοειδούς	α-λακτριφίνες, β-λακτριφίνες
Αντιμικροβιακή	λακτοφερρίνη, λακτοφερισίνη
Ανοσορυθμιστικό	ανοσοπεπτίδια, π.χ. ανοσοκασοκινίνη
Υποτασικοί (αναστολείς του ACE)	λακτοκινίνες, κακοκινίνες
Αντιοξειδωτικά	πεπτίδια από α-LA και β-LG
Υποχοληστερολαιμικά	πεπτίδια που προέρχονται από β-LG
Αντιθρομβωτική	καλοπλαστεΐνη
Δεσμεύσεων ορυκτών	καζεΐνοφωσφοπεπτίδια

*Σύμφωνα με τους: Mizushima et al. 2004; Silva and Malcata 2005; McCann et al. 2006; Walker et al. 2006; Hartmann and Meisel 2007*

Στο γάλα και ιδιαίτερα στον ορό γάλακτος υπάρχει σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε β-λακτοσφαιρίνη, η οποία αντιπροσωπεύει περισσότερο από το ήμισυ των πρωτεϊνών της παρούσας. Λειτουργεί ως αποτελεσματικός γαλακτωματοποιητής και ανοσοδιαμορφωτής. Το μοσχεύμα του περιέχει ένα υδρόφοβο τμήμα το οποίο μπορεί να δεσμεύσει τη βιταμίνη Α, τη βιταμίνη D, το ασβέστιο και τα FAs, απλοποιώντας την απορρόφηση τους. Εκτός από τις βιοδραστικές δράσεις που ασκούνται από το φυσικό μόριο, η β-λακτοσφαιρίνη μπορεί να εμφανίσει περαιτέρω φυσιολογικές λειτουργίες εξαιτίας των πολυάριθμων βιοδραστικών πεπτιδίων που περιέχονται μέσα στην πρωτεΐνη (Ebringer, Ferenčík & Kražčoniča, 2008).

Αυτά τα πεπτίδια είναι ανενεργά στην αλληλουχία της πρόδρομης πρωτεΐνης, αλλά μπορούν να απελευθερωθούν με ενζυμική πρωτεόλυση ή *in vivo* ή *in vitro*. Αφού απελευθερωθούν, αυτά τα πεπτίδια διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη υγεία. Οι αντιυπερτασικές, αντιθρομβωτικές, οπιοειδείς, αντιμικροβιακές, ανοσορρυθμιστικές και υποχοληστερολαιμικές ιδιότητες έχουν αναφερθεί. Όλα τα πεπτίδια που προέρχονται από β-λακτοσφαιρίνη επίσης εμφανίζουν δραστικότητα δέσμευσης ριζών (Hernández-Ledesma et al. 2007). Τα πεπτίδια που παράγονται μέσω πρωτεολυτικής αποικοδόμησης της β-λακτοσφαιρίνης δεν έχουν ακόμη επαρκώς περιγραφεί. Ένα ενδιαφέρον πεπτίδιο είναι η β-λακτοτενσίνη, η οποία διεγείρει τη συστολή των λείων μυών. Η β-λακτοσφαιρίνη είναι υπεύθυνη για τις

αλλεργίες στο γάλα, οι οποίες επηρεάζουν το 2-3% των παιδιών (Ebringer, Ferenčík & Krajčoniča, 2008).

Σε αντίθεση με την β-λακτοσφαιρίνη, η α-λακταλβουμίνη έχει χαμηλή ανοσογονικότητα και επομένως επίσης χαμηλό δυναμικό πρόκλησης αλλεργιών, γεγονός που την καθιστά καλό υποψήφιο για να αποτελέσει πολύτιμη θρεπτική ουσία για τα παιδιά. Είναι ικανό να επάγει απόπτωση όγκου και ανώριμων κυττάρων (Svensson et al., 2000) και έτσι μπορεί να ασκεί αντικαρκινική δραστηριότητα.

Η υδρόλυση παράγει πεπτίδια με ανοσορυθμιστικά αποτελέσματα. Ένα από αυτά είναι το τριπεπτίδιο Gly-Leu-Phe, το οποίο διεγείρει τη φαγοκυττάρωση των μακροφάγων μέσω ειδικών υποδοχέων καθώς και αναπνευστική έκρηξη ουδετερόφιλων. Συνεπώς, θεωρείται ότι είναι μια ουσία με σημαντική αντιμικροβιακή δράση (Ebringer, Ferenčík & Krajčoniča, 2008). Η μείωση του στρες ανήκει επίσης στις βιοδραστικές δράσεις της α-λακταλβουμίνης (Markus et al., 2002). Έχειδειχθεί ότι αυξάνει την εγκεφαλική σεροτονίνη, μειώνει τη συγκέντρωση της κορτιζόλης και βελτιώνει τη διάθεση κάτω από άγχος. Η α-λακταλβουμίνη μπορεί επίσης να ασκεί αντιμολυσματικές ιδιότητες (Ebringer, Ferenčík & Krajčoniča, 2008).

Συνεχίζοντας, οι ανοσοσφαιρίνες περιέχουν αντισώματα που συμμετέχουν άμεσα στην αντι-μολυσματική υπεράσπιση και του γαλακτικού αδένου και του νεογνού. Η κύρια ανοσοσφαιρίνη στο γάλα είναι η IgG1, και στη συνέχεια επίσης η IgM, η IgA και η IgG2. Εκτός από την προστασία από τα μικροβιακά παθογόνα, είναι υπεύθυνοι για την ενεργοποίηση του συμπληρώματος, την διέγερση της φαγοκυττάρωσης, την πρόληψη της πρόσφυσης μικροβίων και την εξουδετέρωση των ιών και των τοξινών. Αυξάνουν επίσης τα ενδοκυτταρικά επίπεδα της γλουταθειόνης, η οποία είναι το βασικό αντιοξειδωτικό των κυττάρων (Ebringer, Ferenčík & Krajčoniča, 2008).

#### 1.4 Η ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΤΗΝ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ

Τα γάλατα των διαφόρων ειδών ζώων, που ενδιαφέρουν την παρασκευή των τυριών, παρουσιάζουν- κ.μ.ό.- την αναφερόμενη, στον πίνακα 1.2, φυσικοχημική σύνθεση %. Η Ελληνική νομοθεσία δέχεται ως κανονικό ένα γάλα όταν αυτό παρουσιάζει, κατ' ελάχιστο, την σύνθεση που αναγράφεται στον πίνακα 2.

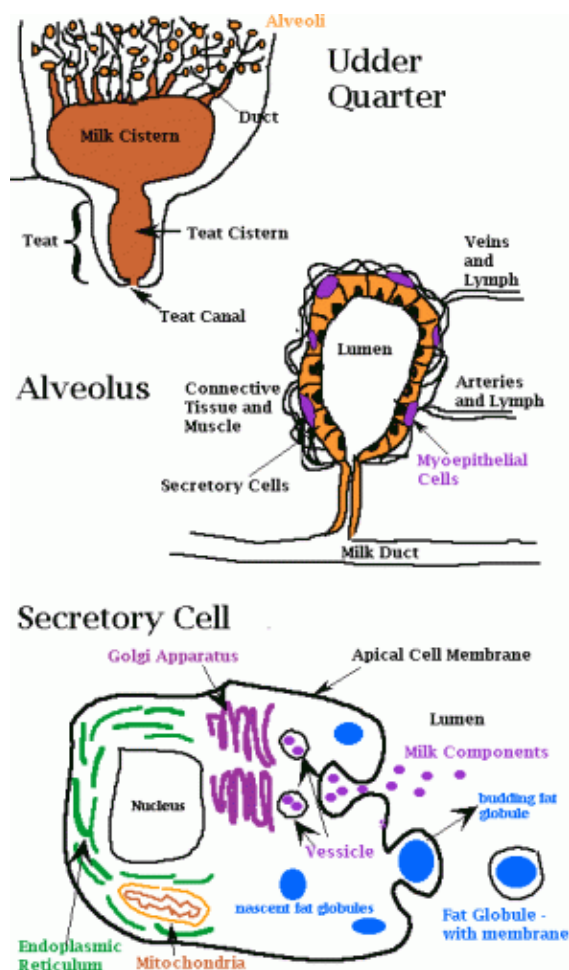
Πίνακας 1.0.2 Σύνθεση γάλακτος

ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ ΓΑΛΑΚΤΟΣ	ΓΑΛΑ	
	ΠΡΟΒΑΤΟΥ	ΚΑΤΣΙΚΙΣΙΟ
Νερό	81,0	86,0
Ξηρή ουσία	19,0	14,0
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Λίπος	7,1	4,5
Πρωτεΐνες (σύνολο)	5,7	4,5
Καζεΐνη	4,9	2,9
Πρωτ. Τυρογάλακτος	0,8	1,6
Γαλακτοσάκχαρο	5,3	4,2
Άλατα	0,9	0,8
<b>Σύνολο</b>	<b>19,0</b>	<b>14,0</b>
ΣΥΑΛ =Στερεό υπόλειμμα άνευ λίπος (ξηρή ουσία- λίπος)	11,9	9,5

Πίνακας 1.0.3 Σύνθεση κανονικού γάλακτος

Γάλα	Ειδικό βάρος (15ο C)	Λίπος	ΣΥΑΛ
Κατσίκας	1,032	4,0	9,00
Προβάτου	1,035	6,0	10,20

Όσον αφορά τη σύνθεση του γάλακτος, το γάλα συντίθεται στο μαστικό αδέν. Μέσα στο μαστικό αδέν είναι η μονάδα παραγωγής γάλακτος, η κυψελίδα. Η ίδια, περιέχει ένα μοναδικό στρώμα επιθηλιακών εκκριτικών κυττάρων που περιβάλλουν μια κεντρική περιοχή αποθήκευσης που ονομάζεται "illum", η οποία συνδέεται με ένα σύστημα αγωγών. Τα εκκριτικά κύτταρα, με τη σειρά τους, περιβάλλονται από ένα στρώμα μυοεπιθηλιακών κυττάρων και τριχοειδών αίματος (Blood, Studdert & Gay, 2007). Σχετικό είναι και το παρακάτω σχήμα:



Οι πρώτες ύλες για την παραγωγή γάλακτος μεταφέρονται μέσω της κυκλοφορίας του αίματος στα εκκριτικά κύτταρα. Χρειάζονται 400-800 λίτρα αίματος για να παραδοθούν συστατικά για 1 λίτρο γάλακτος. Αναφορικά με τη σύνθεση του γάλακτος και τις πρωτεΐνες, σημειώνεται ότι τα δομικά στοιχεία είναι αμινοξέα στο αίμα. Μικέλια καζεΐνης ή μικρά συσσωματώματα αυτών, μπορούν να αρχίσουν συσσωμάτωση σε κυστίδια Golgi εντός του εκκριτικού κυττάρου. Τα C4-C14 λιπαρά οξέα συντίθενται στα κύτταρα και τα C16 και μεγαλύτερα λιπαρά οξέα

προμορφώνονται ως αποτέλεσμα της υδρογόνωσης του ορού και μεταφέρονται απευθείας στο αίμα (Basnet, et.al., 2010).

Αρχικά, το γάλα μπορεί να φαίνεται απλό λευκό υγρό. Αλλά στην πραγματικότητα, είναι ένα σύνθετο μείγμα από ένα ευρύ φάσμα ενώσεων. Οι μικτές ιδιότητες του γάλακτος περιλαμβάνουν τα ακόλουθα (Lefevre, Sharp & Nicholas, 2010):

1. Το γάλα είναι ένα γαλάκτωμα σφαιριδίων λίπους και ένα εναιώρημα μυκηλίων καζεΐνης (καζεΐνη, ασβέστιο, φωσφόρος), στοιχεία τα οποία αιωρούνται σε μια υδατική φάση, που περιέχει διαλυμένη λακτόζη, πρωτεΐνες ορού γάλακτος και μερικά ορυκτά.
2. Τα λευκοκύτταρα στο γάλα αποτελούν μέρος της ανασταλτικής φάσης.

Τα γαλακτώματα λίπους στο γάλα αγελάδων κυμαίνονται σε μέγεθος από 0,1 έως 15 μικρόμετρα. Το λίπος γάλακτος έχει πυκνότητα περίπου 0,92 g / ml. Οι υπολογισμοί της συνολικής επιφάνειας των σφαιριδίων λίπους σε ένα λίτρο γάλακτος είναι περίπου 80 τετραγωνικά μέτρα. Τα μικκύλια καζεΐνης κυμαίνονται σε μέγεθος από περίπου 10 έως 300 νανομέτρων και έχουν πυκνότητα 1,11 g / ml. Ο αριθμός των μορίων καζεΐνης σε ένα μικρόκυκλο κυμαίνεται από 20.000 έως 150.000. Η περιεκτικότητα ασβεστίου στα μικκύλια είναι περίπου 8 g / 100 g καζεΐνης.

Το γάλα βρίσκεται σε οσμωτική ισορροπία με το αίμα και ελέγχεται από τα στοιχεία λακτόζη, K, Na, Cl. Η σύνθεση λακτόζης ρυθμίζει τον όγκο του εκτρεφόμενου γάλακτος (Basnet, et.al., 2010).

Τα συστατικά του γάλακτος συντίθενται μέσα στα κύτταρα, κυρίως από το ενδοπλασματικό δίκτυο (ER) και τα συνδεδεμένα ριβοσώματα του. Η ενέργεια για το ER παρέχεται από τα μιτοχόνδρια. Τα συστατικά στη συνέχεια διαβιβάζονται κατά μήκος της συσκευής Golgi, η οποία είναι υπεύθυνη για την τελική τους κίνηση από το κελί με τη μορφή κυψελίδων. Και τα δύο κυστίδια που περιέχουν υδατικά και μη λιπαρά συστατικά καθώς και σταγονίδια υγρού (που συντίθενται από το ER) πρέπει να περάσουν από το κυτταρόπλασμα και την κορυφαία μεμβράνη πλάσματος που πρόκειται να εναποτεθεί στον αυλό. Θεωρείται ότι η μεμβράνη σφαιρικού λίπους γάλακτος αποτελείται από την κορυφαία μεμβράνη πλάσματος του εκκριτικού κυττάρου (Basnet, et.al., 2010).

Τα ερεθίσματα για το άρμεγμα, προκαλούν την απελευθέρωση μιας ορμόνης που ονομάζεται οξυτοκίνη. Η οξυτοκίνη ανασχηματίζεται από την υπόφυση, κάτω

από τον εγκέφαλο, για να ξεκινήσει η διαδικασία αποδέσμευσης του γάλακτος. Ως αποτέλεσμα αυτής της ορμόνης διέγερσης, οι μύες αρχίζουν να συμπιέζουν τις κυψελίδες, προκαλώντας πίεση στο μαστό, διαδικασία που είναι γνωστή ως letdown (Basnet, et.al., 2010).

Τα συστατικά του γάλακτος που αποθηκεύονται, απελευθερώνονται εντός του συστήματος αγωγού. Το γάλα ωθείται προς τα κάτω στη δεξαμενή του θηλυκού σώματος από το οποίο αραιώνεται. Το φαινομενικώς ανεστραμμένο γεγονός του letdown, εξασθενεί καθώς η ωξυτοκίνη υποβαθμίζεται μέσα σε 4-7 λεπτά (Basnet, et.al., 2010).

Επίσης, οι πρόδρομοι των συστατικών του γάλακτος εγκαταλείπουν το αίμα και εισέρχονται στο εξωκυτταρικό υγρό μεταξύ των τριχοειδών και των επιθηλιακών κυττάρων. Οι πρόδρομοι στη συνέχεια απορροφώνται από το εξωκυτταρικό υγρό διαμέσου της βασικολικής μεμβράνης του επιθηλιακού κυττάρου. Αφού εισέλθουν στο κύτταρο, οι πρόδρομοι εισάγονται στην κατάλληλη συνθετική οδό. Επιπλέον, ορισμένες προ-σχηματισμένες πρωτεΐνες, όπως οι ανοσοσφαιρίνες, μεταφέρονται άθικτα μέσω του κυττάρου (Hemme & Otte, 2010).

Υπάρχουν 5 τρόποι με τους οποίους οι πρόδρομοι ή τα συστατικά του γάλακτος εισέρχονται στο γάλα στον κυψελιδικό σωλήνα, συμπεριλαμβανομένης της πρόσληψης αμινοξέων, της πρόσληψης σακχάρων και αλάτων, της πρόσληψης πρόδρομων λιπαρών ουσιών γάλακτος, της πρόσληψης προσχηματισμένων πρωτεϊνών (ανοσοσφαιρινών και της παρακυτταρικής οδού). Το γεγονός αυτό, υποδεικνύει τους μηχανισμούς πρόσληψης και χρήσης αμινοξέων για τη σύνθεση πρωτεϊνών, τη γλυκόζη για τη σύνθεση λακτόζης, τα λιπαρά οξέα και τη γλυκερόλη για τη σύνθεση του λιπαρού γάλακτος, τις ανοσοσφαιρίνες για μεταφορά μέσω των κυττάρων και την παρακυτταρική οδό (Hemme & Otte, 2010).

**Αμινοξέα σε πρωτεΐνες:** Τα αμινοξέα απορροφώνται μέσω της βασικής μεμβράνης του κυττάρου με διάφορα ειδικά συστήματα μεταφοράς αμινοξέων. Μόλις ενταχθούν στο κύτταρο, τα αμινοξέα συνδέονται ομοιοπολικά μαζί για να σχηματίσουν πρωτεΐνες στα πολυσωματίδια (πολυ-ριβοσώματα) στο τραχύ ενδοπλασματικό δίκτυο (RER). Οι πρωτεΐνες που συντίθενται στο RER περιλαμβάνουν τις πρωτεΐνες που πρόκειται να εκκριθούν (όπως πρωτεΐνες γάλακτος καζεΐνη, β-λακτοσφαιρίνη και α-γαλακτοαλβουμίνη) και μεμβρανικές πρωτεΐνες

(όπως πρωτεΐνες που εμπλέκονται σε επαφές κυττάρου-κυττάρου και ένζυμα που δεσμεύονται με μεμβράνη) (Hemme & Otte, 2010).

Εκτός από τη σημασία τους στη λειτουργία των μαστικών αδένων (όπως ο ρόλος της α-λακταλβουμίνης στη σύνθεση λακτόζης) και στη διατροφή και την υγεία των νεογνών, οι πρωτεΐνες του γάλακτος παρουσιάζουν σημαντικό ενδιαφέρον όσον αφορά τα παραγόμενα γαλακτοκομικά προϊόντα, όπως το τυρί, τα προϊόντα ψησίματος κλπ. Μάλιστα, τα γαλακτοκομικά προϊόντα παρέχουν το 20% της ημερήσιας κατά κεφαλήν πρωτεΐνης διαθέσιμης προς κατανάλωση στις ΗΠΑ (Blood, Studdert & Gay, 2007).

Η διατροφική ποιότητα της διαιτητικής πρωτεΐνης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το πρότυπο και τη συγκέντρωση των απαραίτητων αμινοξέων που παρέχουν για τη σύνθεση ενώσεων που περιέχουν άζωτο μέσα στο σώμα. Οι τύποι αμινοξέων και οι συγκεντρώσεις τους στην πρωτεΐνη γάλακτος αγελάδων είναι πολύ κοντά στις απαιτήσεις των ανθρώπων, καθώς και του νεογέννητου μοσχαριού (Basnet, Schneider, Gazit, Mander & Doctor, 2010).

Οι πρωτεΐνες του ορού γάλακτος έχουν αναλογικά περισσότερα αμινοξέα που περιέχουν θείο (Cys, Met) από την καζεΐνη, έτσι ώστε η συνδυασμένη πρόσληψη καζεϊνών και πρωτεϊνών του ορού γάλακτος να έχει ως αποτέλεσμα τη βέλτιστη ισορροπία των αμινοξέων. Οι πρωτεΐνες γάλακτος έχουν ένα σχετικό πλεόνασμα ορισμένων βασικών αμινοξέων (Lys, Thr, Met, Ile), τα οποία τα καθιστούν πολύτιμα οι ερευνητές, για τη συμπλήρωση των φυτικών πρωτεϊνών που συχνά περιορίζουν αυτά τα αμινοξέα (Basnet, Schneider, Gazit, Mander & Doctor, 2010).

**Γλυκόζη προς λακτόζη:** Η γλυκόζη εισέρχεται στο κύτταρο μέσω της βαζολατρικής μεμβράνης και μέσω ενός ειδικού μηχανισμού μεταφοράς. Κάποια γλυκόζη μετατρέπεται σε γαλακτόζη. Τόσο η γλυκόζη όσο και η γαλακτόζη εισέρχονται στο σωματίδιο Golgi και εισέρχονται σε μια αντίδραση με αποτέλεσμα το σχηματισμό λακτόζης (Harbutt, 2006). Η σύνθεση της λακτόζης στο σωματίδιο Golgi έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργηθεί ένα αδιαπέραστο μικρό μόριο που σχηματίζεται αποτελεσματικά σε μια εξτρακυτταροπλασματική θέση. Το νερό τραβιέται οσμωτικά στα κυψελίδια Golgi, καθώς έχει έναν ρόλο εκκριτικό για να προσπαθήσει να αραιώσει τη λακτόζη. Η λακτόζη αντιπροσωπεύει το περίπου 50% της ωσμωτικής πίεσης του γάλακτος (το υπόλοιπο είναι κιτρικό, ιόντα, πρωτεΐνες κλπ.) (McGee, 2004).

Αυτή η ροή νερού προκαλεί πιθανώς μια διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού στην κορυφαία μεμβράνη όταν τα εκκριτικά κυστίδια διασυνδέονται με την κορυφαία μεμβράνη και απελευθερώνουν τα περιεχόμενά τους. Το ηλεκτρικό δυναμικό αναγκάζει τα  $\text{Na}^+$  και  $\text{K}^+$  να επιστρέψουν κατά προτίμηση στο ενδοκυτταρικό (κυτταροπλασματικό) υγρό, ακόμη και κατά τη βαθμίδα συγκέντρωσης. Η κορυφαία μεμβράνη είναι αδιαπέραστη από το  $\text{Ca}^{2+}$ , το κιτρικό και το φωσφορικό άλας – αυτά τα στοιχεία δεν επιστρέφουν στην κυψέλη (Lefevre, Sharp & Nicholas, 2010).

Οι αγωγοί είναι αδιαπέρατοι στα κύρια συστατικά του γάλακτος. Δεν υπάρχει απορρόφηση νερού στους αγωγούς. Οι αγωγοί λειτουργούν μόνο ως αγωγός για τη μετακίνηση του γάλακτος από τις κυψελίδες στη θηλή και τους μεγάλους αγωγούς για την παθητική αποθήκευση του γάλακτος μεταξύ των απομακρύνσεων του γάλακτος. Επομένως, η ιονική σύνθεση του γάλακτος προσδιορίζεται στα εκκριτικά κυψελιδικά κύτταρα (Lefevre, Sharp & Nicholas, 2010).

Η συγκέντρωση της λακτόζης στο γάλα αντιστρόφως σχετίζεται με το γραμμομοριακό άθροισμα των  $\text{K}^+$  και  $\text{Na}^+$  στο γάλα. Η σύνθεση λακτόζης κρατά το γάλα  $\text{K}^+$  και  $\text{Na}^+$  σε ένα επίπεδο χαμηλό. Οι διαφορές των ειδών στις αναλογίες λακτόζης μπορεί να οφείλονται αφενός στη διαφοροποίηση των ιόντων, γεγονός που μπορεί να οφείλεται σε διαφορές στους ρυθμούς σύνθεσης της λακτόζης και στη διαπερατότητα των υδάτων στις κυτταρικές μεμβράνες (Lefevre, Sharp & Nicholas, 2010).

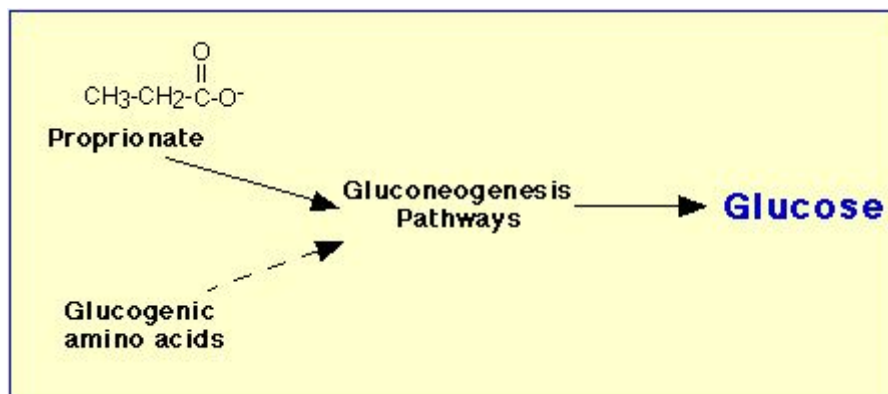
Η σημασία της γλυκόζης για τη σύνθεση γάλακτος σημαίνει ότι η παροχή γλυκόζης στον μαστικό αδένά είναι κρίσιμη για την παραγωγή γάλακτος. Ενώ κάποια γλυκόζη μπορεί να αποθηκευτεί στο ήπαρ ως γλυκογόνο, η οποία δρα ως μια εύκολα αποδεσμευόμενη δεξαμενή γλυκόζης, πολύ λίγα γλυκογόνα παραμένουν στο ήπαρ μετά τις πρώτες ημέρες της γαλουχίας (Lefevre, Sharp & Nicholas, 2010).

Περίπου το 45 έως 60% της γλυκόζης στα μηρυκαστικά συντίθεται από το προπιονικό στο ήπαρ με μια διαδικασία που ονομάζεται γλυκονεογένεση. Ενώ η γλυκονογένεση εμφανίζεται σε όλα τα θηλαστικά, τα μηρυκαστικά εξαρτώνται ιδιαίτερα από τη γλυκονεογένεση για την παραγωγή γλυκόζης. Ακόμα κι έτσι, τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα στα μηρυκαστικά είναι μόνο περίπου το 1/2 αυτών που βρίσκονται στα μονογαστρικά (Lefevre, Sharp & Nicholas, 2010).

Όπως υποδεικνύεται στην εικόνα κατωτέρω, το πρωτότυπο, ένα σημαντικό ολυσματικό λιπαρό οξύ που παράγεται από τη ζύμωση υδατανθράκων από τον οίνο, είναι ένας κύριος πρόδρομος για τη γλυκονεογενική παραγωγή γλυκόζης. Η άλλη



πηγή προδρόμων ανθράκων για τη σύνθεση της γλυκόζης μέσω της γλυκονεογένεσης προέρχεται από το μεταβολισμό πολλών από τα αμινοξέα. Αυτά είναι γνωστά ως γλυκογονικά αμινοξέα και περιλαμβάνουν τα περισσότερα αμινοξέα εκτός από τη λευκίνη. Σημειώνεται ότι η γλυκονεογένεση, δηλαδή η παραγωγή γλυκόζης από προδρόμους μεταβολίτες, συμβαίνει στο ήπαρ και σε πιο περιορισμένο βαθμό στον φλοιό των νεφρών, αλλά δεν θεωρείται ότι εμφανίζεται στο μαστικό ιστό (Lefevre, Sharp & Nicholas, 2010).



**Πρόδρομοι λίπους γάλακτος σε λίπος γάλακτος:** Οι πρόδρομοι της σύνθεσης του λιπαρού γάλακτος απορροφώνται επίσης από τα επιθηλιακά κύτταρα στη βασικοκική μεμβράνη. Το οξικό και το β-υδροξυβουτυρικό είναι σημαντικοί πρόδρομοι σύνθεσης λιπαρών οξέων σε κύτταρα μαστού σε ορισμένα είδη (ειδικά μηρυκαστικά). Αυτοί οι πρόδρομοι απορροφούνται μέσω της βασομολικής μεμβράνης. Επιπροσθέτως, τα προσχηματισμένα λιπαρά οξέα, η γλυκερόλη και τα μονοακυλογλυκερίδια απορροφώνται στη βασομοριακή μεμβράνη. Όλα αυτά τα συστατικά εισέρχονται στη σύνθεση τριγλυκεριδίων γάλακτος (Harbutt, 2006).

Τα τριγλυκερίδια λιπαρών οξέων συντίθενται στο ομαλό ενδοπλασματικό δίκτυο (SER) και σχηματίζουν μικρά σταγονίδια. Πολλά μικρά σταγονίδια λιπιδίων θα συγχωνευθούν, καθώς το αναπτυσσόμενο σταγονίδιο λιπιδίων κινείται προς την κορυφαία μεμβράνη. Στην κορυφαία μεμβράνη το μεγάλο σταγονίδιο των λιπιδίων ωθεί την κορυφαία μεμβράνη του κυττάρου και η κορυφαία μεμβράνη περιβάλλει το σταγονίδιο των λιπιδίων μέχρι να αποκολληθεί και να εισέλθει στον αυλό.

Έτσι, στον αυλό του κυψελιδίου, ο σφαιρικός λίπος γάλακτος (ή το σφαιρίδιο λιπιδίων του γάλακτος όπως ονομάζεται τώρα) περιβάλλεται από μεμβράνη. Αυτή η μεμβράνη ήταν αρχικά μέρος της κορυφαίας μεμβράνης του επιθηλιακού κυττάρου. Σημειώνεται ότι εντός του κυττάρου το λιπίδιο δεν είναι συνδεδεμένο με μεμβράνη και ονομάζεται σταγονίδιο λιπιδίων, ενώ μετά την έκκριση στο LUMEN, τα σφαιρίδια λιπιδίου του γάλακτος περιβάλλονται από μεμβράνη (Harbutt, 2006).

**Μεταφορά συστατικών γάλακτος που δεν συνθέτονται στα επιθηλιακά κύτταρα:** Ορισμένα άλλα συστατικά που βρίσκονται μέσα στο γάλα, κατά τη σύνθεση αυτού, περνούν κατά μήκος του φραγμού των επιθηλιακών κυττάρων και είναι οσιαστικά αμετάβλητα από τη μορφή τους στο αίμα. Αυτά τα στοιχεία περιλαμβάνουν τις ανοσοσφαιρίνες οι οποίες προσδένονται σε συγκεκριμένους υποδοχείς στη βασόλαιμη επιφάνεια των κυττάρων και λαμβάνονται "μέσα" στο κύτταρο σε κυψελίδες ενδοκυττάρων και μεταφέρονται στην κορυφαία πλευρά του κυττάρου μέσω των ενδοκυτταρικών κυστιδίων (ή κυψελών μεταφοράς), όπου η μεμβράνη των φλυκταινών μεταφοράς μεταδίδεται με την εσωτερική επιφάνεια της κορυφαίας μεμβράνης του κυττάρου και απελευθερώνει την ανοσοσφαιρίνη στον αυλό του κυψελιδίου (Harbutt, 2006).

Καθώς τα κυστίδια μεταφοράς διασχίζουν το κύτταρο δεν φαίνονται να αλληλεπιδρούν με το Golgi, με τα εκκριτικά κυστίδια ή με τα λιπιδικά σταγονίδια. Κάποια λευκωματίνη ορού μπορεί να μεταφερθεί μέσω των επιθηλιακών κυττάρων με αυτόν τον μηχανισμό. Δεν υπάρχει υποδοχέας λευκωματίνης στον ορό, ωστόσο, μόρια αλβουμίνης ορού πιθανώς εσωτερικεύονται στο κύτταρο μαζί με τις ανοσοσφαιρίνες οι οποίες λαμβάνονται από τα κυστίδια μεταφοράς (Harbutt, 2006).

**Παραφυσική οδός:** Λόγω των στενών διασταυρώσεων μεταξύ των επιθηλιακών κυττάρων, υπάρχει μικρή ή καθόλου ροή οτιδήποτε μεταξύ των κυττάρων, εκτός ίσως με το νερό και μερικά ιόντα. Οποτεδήποτε περνάει κάτι ανάμεσα στα κύτταρα μέσω της στενής διασταύρωσης, αυτό ονομάζεται μονοπαθές μονοπάτι. Αυτό το μονοπάτι επιτρέπει τη μετακίνηση της λακτόζης και του καλίου από τον αυλό στον εξωκυτταρικό χώρο και δίνει χώρο για το νάτριο και το χλώριο να μετακινηθούν στον αυλό από τον εξωκυτταρικό χώρο.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του γάλακτος (όπως χρησιμοποιείται στην ανίχνευση της μαστίτιδας), καθώς και την αύξηση των συγκεντρώσεων της λακτόζης και άλλων ειδικών συστατικών του γάλακτος στο αίμα. Η λακτόζη μπορεί να μετρηθεί στα ούρα μιας αγελάδας κατά τη διάρκεια της περιόδου του λεγόμενου σταδίου peripartum. Οι πρωτεΐνες γάλακτος μπορούν να ανιχνευθούν στο αίμα της αγελάδας κατά τη διάρκεια της γαλουχίας (Harbutt, 2006).

Άλλα συστατικά που μπορούν να εισέλθουν στον αυλό χωρίς να διέλθουν από τα επιθηλιακά κύτταρα είναι τα λευκοκύτταρα (που αναφέρονται στη Μονάδα

Μαστίτιδας). Τα λευκοκύτταρα αποτελούν τη συντριπτική πλειοψηφία των σωματικών κυττάρων στο γάλα. Αυτά τα κύτταρα περνούν μεταξύ των επιθηλιακών κυττάρων και στη διαδικασία «σπάζουν» τους σφιχτούς συνδέσμους μεταξύ των επιθηλιακών κυττάρων και εισέρχονται μέσω της παρακυτταρικής οδού. Φυσικά, αυτό επιτρέπει επίσης και άλλα εξωκυτταρικά συστατικά όπως τα άλατα να διαχέονται εντός του αυλού και των συστατικών του γάλακτος να διαχέονται έξω από τον αυλό στο εξωκυτταρικό υγρό. Αυτός είναι ένας λόγος για τον οποίο υπάρχει αλλαγή στην ηλεκτρική αγωγιμότητα του γάλακτος κατά τη διάρκεια της μαστίτιδας (Kardashian, 2007).

**Συνθετική Δραστηριότητα σε Κύτταρα Μαστού:** Τα κύτταρα εντός μιας κυψελίδας εμφανίζονται συγχρονισμένα σε συνθετική δραστηριότητα. Σε μερικές κυψελίδες τα κύτταρα είναι γεμάτα από σταγονίδια λιπιδίων και εκκριτικά κυστίδια, ενώ σε άλλες κυψελίδες τα κύτταρα είναι όλα κενά εντός αυτών των δομών.

#### **Η εκκριτική δραστηριότητα φαίνεται να συμβαίνει σε δύο φάσεις:**

1. Σχηματισμός ενδοκυτταρικών εκκριτικών δομών όπως τα σταγονίδια των λιπιδίων και τα εκκριτικά κυστίδια. Παράλληλα, συμβαίνει μια προοδευτική καταστολή των κυψελιδικών κυττάρων.
2. Απελευθέρωση προϊόντων στον αυλό. Τα κύτταρα γίνονται πιο κυβοειδή, ο αυλός γεμίζει με γάλα. Η ενδοκυτταρική σύνθεση μπορεί να μειωθεί (Kardashian, 2007).

Αυτά τα στοιχεία που εισέρχονται με εξισορρόπηση κατά μήκος των κορυφαίων μεμβρανών Golgi (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>) χρειάζονται ~ 1 ώρα για να φθάσουν στο μέγιστο. Εκείνα τα στοιχεία που εισέρχονται με σύνθεση στο Golgi (λακτόζη, καζεΐνη, Ca, κιτρικό, φωσφορικό) χρειάζονται 2-3 ώρες για να επιτευχθεί μέγιστη ειδική δραστηριότητα στο γάλα. Αυτά που εισέρχονται ως μέρος της σύνθεσης του λίπους γάλακτος διαρκούν 5-7 ώρες για να επιτευχθεί μέγιστη ειδική δραστηριότητα στο γάλα (Kardashian, 2007).

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη χημική σύνθεση ενός γάλακτος είναι (Καλοσπύρου, 2014).

**I. Γενετικοί παράγοντες:** Οι πολυάριθμες φυλές ζώων παρουσιάζουν διαφορές ως προς την ποιότητα και την ποσότητα του γάλακτος που παράγουν. Με βάση τις διαφορές αυτές γίνεται η διάκριση των φυλών σε γαλακτοπαραγωγικές, σε κρεατοπαραγωγικές και σε φυλές μικτών αποδόσεων. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι

υπάρχει μία αντίστροφη σχέση μεταξύ της παραγόμενης ποσότητας γάλακτος και της ποιοτικής του σύνθεσης.

**II. Φυσιολογικοί και παθολογικοί παράγοντες:** Οι παράγοντες αυτοί ανάγονται στην υγιεινή κατάσταση των ζώων και στις συνθήκες διαβίωσής τους. Εφόσον ένα ζώο είναι άρρωστο ή διαβιεί κάτω από μη φυσιολογικές συνθήκες, δίνει μικρότερη ποσότητα γάλακτος και κατώτερης, γενικά ποιότητας.

**III. Το στάδιο της γαλακτικής περιόδου και ο τρόπος αμέλξεως:** Παράλληλα παρατηρούμε ότι και το περιεχόμενο του γάλακτος σε λίπος και σε πρωτεΐνες είναι διαφορετικό από την μια άμελξη στην άλλη και όταν τα διαστήματα μεταξύ των αμέλξεων αυτών δεν είναι της ίδιας διάρκειας. Τέλος, το περιεχόμενο του λίπους στο γάλα εντός μιας και της αυτής αμέλξεως μεταβάλλεται σημαντικά από ένα ελάχιστο, αναλογικά, κατά την αρχή της αμέλξεως μέχρι ένα μέγιστο προς το τέλος της ίδιας αμέλξεως.

**IV. Οι συνθήκες διατροφής:** Η ποσότητα και η ποιότητα της χορηγούμενης τροφής επηρεάζει την ποσότητα και την ποιότητα του παραγόμενου γάλακτος. Αν η διατροφή δεν είναι σωστά υπολογισμένη τότε το ζώο υποσιτίζεται ή υπερσιτίζεται. Στην πρώτη περίπτωση, η παραγόμενη ποσότητα γάλακτος ελαττώνεται δυσανάλογα με την ποιότητα και την ποσότητα της χορηγούμενης τροφής και το γάλα παρουσιάζει μειωμένο στερεό υπόλειμμα χωρίς λίπος. Στη δεύτερη περίπτωση, δεν έχουμε ποιοτικές και ποσοτικές διακυμάνσεις του γάλακτος, αλλά έχουμε εναπόθεση λίπους στο ζώο, δηλαδή έχουμε πάχυνση αυτού.

**V. Εξωτερικοί παράγοντες:** Περιβάλλον, εποχή και κλίμα. Οι παράγοντες αυτοί επιδρούν σοβαρά στην παραγωγή του γάλακτος. Έτσι, το υγρό κλίμα ευνοεί τη γαλακτοπαραγωγή, ενώ το ξηρό κλίμα επιδρά αρνητικά σ' αυτή.

#### ***1.4.1 Η επίπτωση της επεξεργασίας θερμότητας στη βιολογική δραστηριότητα του γάλακτος***

Η θερμική επεξεργασία προκαλεί, αφενός, την αποικοδόμηση, τη μετουσίωση και την αδρανοποίηση θερμικά ασταθών συστατικών και, αφετέρου, τον σχηματισμό «νέων» ουσιών που δεν υπάρχουν στο μη επεξεργασμένο προϊόν. Ως εκ τούτου, οι συνθήκες θερμικής επεξεργασίας πρέπει να επιλέγονται κατά τρόπον ώστε να επιτυγχάνονται τα επιθυμητά αποτελέσματα (υγιεινή, ασφάλεια) και ταυτόχρονα να ελαχιστοποιούνται οι ανεπιθύμητες αλλαγές (μείωση της θρεπτικής αξίας, αλλαγμένες οργανοληπτικές ιδιότητες).

Οι βιολογικά δραστικοί παράγοντες διατηρούν την αρχική τους δραστηριότητα μόνο στο νωπό γάλα, ενώ η υψηλότερη θερμοκρασία τους ενεργοποιεί. Η ζημία από τη θερμότητα ενός γαλακτοκομικού προϊόντος εξαρτάται, τόσο από τη διάρκεια όσο και από την ένταση της θέρμανσης. Η παστερίωση δεν διαταράσσει τη δραστηριότητα των βιταμινών που διαλύονται στα λίπη (βιταμίνες A, E και D) και τη ριβο-φλαβίνη. Στην περίπτωση της πιο ήπιας παστερίωσης (72-75 ° C για μερικά δευτερόλεπτα), η πλειονότητα των βιταμινών της ομάδας B που διαλύονται στο νερό παραμένουν σχεδόν άθικτες, η δραστικότητα τους πέφτει μόνο μεταξύ 1 και 10%. Η μόνη εξαίρεση είναι η βιταμίνη C, η περιεκτικότητά της οποίας μειώνεται κατά 30-50% (Ebringer, Ferencik & Krajčoviča, 2008).

Οι υψηλότερες θερμοκρασίες επηρεάζουν τις πρωτεϊνικές ενώσεις, ιδιαίτερα τα ένζυμα, τις ορμόνες, τους αυξητικούς παράγοντες και τις διάφορες πρωτεΐνες, οι οποίες δεσμεύουν μεταλλικούς παράγοντες και μερικές βιταμίνες, συμμετέχοντας έτσι στην απορρόφησή τους στο έντερο. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες επηρεάζουν δυσμενώς την απορρόφηση ορισμένων ορυκτών, συμπεριλαμβανομένου του ασβεστίου, του σιδήρου και του ψευδαργύρου, μέσω της μετουσίωσης των πρωτεϊνών που τις μεταφέρουν. Η υψηλότερη θερμοκρασία θα βλάψει επίσης τον δεσμό μεταξύ της πρωτεΐνης και του φολικού οξέος, γεγονός που θα μειώσει την απορρόφηση του. Το φολικό οξύ είναι μια σημαντική βιταμίνη όσον αφορά την αιματοποίηση και στις έγκυες γυναίκες ως πρόληψη της βλάβης του νευρικού συστήματος, όπως π.χ. η σπονδυλοποίηση των νεογνών. Παρά το γεγονός ότι το γάλα περιέχει σχετικά μικρή ποσότητα φολικού οξέος (50 μg / L), η περαιτέρω επεξεργασία του στο τυρί και τα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση μέσω βακτηρίων γάλακτος αυξάνει σημαντικά το περιεχόμενο αυτής της βιταμίνης (Forssén et al., 2000).

Οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος, π.χ. β-λακτοσφαιρίνη, δεσμεύουν όχι μόνο το φολικό οξύ, αλλά επίσης και τη βιταμίνη B12, τη ριβοφλαβίνη, τη βιταμίνη D και τη ρετινόλη (β-καροτίνη) και υποστηρίζουν σημαντικά την απορρόφηση. Ο δεσμός β-λακτοσφαιρίνης με ριβοφλαβίνη, που δρα ως συμπαράγοντας για ένζυμα που αποτοξινώνουν αζω ενώσεις, υποδεικνύει τη σημασία του στην πρόληψη της καρκινογένεσης. Η θερμική επεξεργασία και η ξήρανση με κατάψυξη του ορού γάλακτος των βοοειδών μείωσε την περιεκτικότητά σε ανοσοσφαιρίνες. Φαίνεται ότι το IgM είναι πιο ευαίσθητο, ενώ τα περιεχόμενα ινσουλινοειδούς αυξητικού παράγοντα 1 (IGF-1) και μετασχηματιστικού αυξητικού παράγοντα β-2 (TGF-β2) δεν

επηρεάστηκαν (Elf-strand et al. Αντίθετα, άλλοι συγγραφείς παρατήρησαν ότι η θερμική επεξεργασία του βόειου νωπού γάλακτος άλλαξε σημαντικά την περιεκτικότητα του IGF-1 (Kang et al., 2006).

Η παραδοσιακή θερμική παστερίωση του γάλακτος μείωσε τις συγκεντρώσεις της λευκωματίνης ορού, της β-λακτοσφαιρίνης και της α-γαλακταλβουμίνης. Οι θεραπείες βραχείας θερμότητας μπορούν δυνητικά να ευθύνονται για την εξάντληση των συνολικών αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων του γάλακτος. Οι Taylor και Richardson (1980) έδειξαν ότι η θερμική επεξεργασία μείωσε το αντιοξειδωτική ικανότητα καζεΐνης. Η παστερίωση γάλακτος κασίικας προκάλεσε μείωση του επιπέδου λιπολύσεως των τυριών. Η χρήση της παστερίωσης οδήγησε σε περιορισμό της εμφάνισης οργανοληπτικών ελαττωμάτων στα ωριμασμένα τυριά. Η γεύση και η οσμή των ωριμασμένων τυριών που παράγονται από παστεριωμένο γάλα μειώνεται επίσης σε σύγκριση με τα τυριά που παράγονται από το νωπό γάλα (Ebringer, Ferenčík & Krajšoviča, 2008).

Επιπρόσθετα, η επεξεργασία του γάλακτος σε υψηλότερες θερμοκρασίες καταστρέφει όχι μόνο τα πεπτικά ένζυμα αλλά και ένζυμα και άλλες βιολογικά δραστικές ενώσεις με αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες, σημαντικές στην πρόληψη του καρκίνου και άλλων ασθενειών του πολιτισμού. Τα βιοδραστικά πεπτίδια που προέρχονται από ορισμένα γαλακτοκομικά προϊόντα (τυρί, ξινόγαλα) κατά τη διάρκεια της βιομηχανοποίησης αποτελούν φυσικά συστατικά των τροφίμων. Η θερμική επεξεργασία, ειδικά σε υψηλές θερμοκρασίες, π.χ. τις θερμοκρασίες αποστείρωσης, μπορεί να προκαλέσει θεμελιώδεις αλλαγές στη δομή της καζεΐνης και των βιοδραστικών πεπτιδίων. Για παράδειγμα, η αποφωσφορυλίωση της καζεΐνης με θερμότητα παράγει όχι μόνο δομικές αλλαγές σε αυτήν, αλλά μειώνει επίσης την περιεκτικότητα των φωσφοπεπτιδίων, ελαχιστοποιώντας ή εξαλείφοντας πλήρως την ικανότητά της να μεταφέρει ανόργανα στοιχεία (Ebringer, Ferenčík & Krajšoviča, 2008).

Ως αποτέλεσμα αλλαγών που προκαλούνται από υψηλή θερμοκρασία, τα ένζυμα πέψης αντιδρούν με δομικά αλλαγμένες πρωτεΐνες σαν να ήταν εντελώς διαφορετικά και μη φυσικά υποστρώματα. Η ακραία θερμική και αλκαλική επεξεργασία του γάλακτος δημιουργεί ενδο- και ενδομοριακούς ομοιοπολικούς δεσμούς, οι οποίοι είναι ανθεκτικοί στη δράση υδρολυτικών ενζύμων. Αυτό, με τη σειρά του, μπορεί να προάγει τη ρακεμική μετατροπή των L-αμινοξέων σε D-

αμινοξέα, γεγονός που οδηγεί σε μη πέψιμους πεπτιδικούς δεσμούς (Ebringer, Ferenčík & Krajčoniča, 2008).

## 1.5 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

### 1.5.1 Σύγκριση γάλακτος αιγών, προβάτων και αγελάδων

Η πυκνότητα του κατσικίσιου γάλακτος είναι πολύ μικρότερη από το γάλα αγελάδας, ενώ η βιταμίνη Α που περιέχει, το ιξώδες, η τιτλοδοτημένη οξύτητα, αλλά και ο βαθμός πήξης είναι υψηλότερα από το αγελαδινό γάλα. Η επιφανειακή τάση του γάλακτος κατσίκας είναι εντός του εύρους του αγελαδινού γάλακτος, αλλά το ιξώδες του γάλακτος κατσίκας είναι ελαφρώς υψηλότερο, ενώ το γάλα προβάτου είναι πολύ υψηλότερο από ό, τι στο αγελαδινό γάλα (Park et al, 2007), όπως φαίνεται και στον πίνακα που ακολουθεί.

**Πίνακας 1.0.4 Φυσικές ιδιότητες του γάλακτος αιγοειδών, προβάτων και αγελάδων**

Ιδιότητες	Γάλα κατσίκας	Γάλα προβάτων	Γάλα αγελάδας
Πυκνότητα	1.029–1.039	1.0347–1.0384	1.0231–1.0398
Ιξώδες, C <sub>p</sub>	2.12	2.86–3.93	2.0
Επιφανειακή τάση	52.0	44.94–48.70	42.3–52.1
Αγωγιμότητα	0.0043–0.0139	0.0038	0.0040–0.0055
Δείκτης διάθλασης	1.450–0.39	1.3492–1.3497	1.451–0.35
Σημείο πήξης	0.540–0.573	0.570	0.530–0.570
Οξύτητα	0.14–0.23	0.22–0.25	0.15–0.18
pH	6.50–6.80	6.51–6.85	6.65–6.71

Πηγή: Park et al, 2007

Τα λιπίδια στο γάλα προβατοειδών και αιγοειδών έχουν γενικά υψηλότερα φυσικά χαρακτηριστικά από ότι στο αγελαδινό γάλα (Πίνακας 1.5), ενώ τα συστατικά γεύσης στο πρόβειο γάλα είναι παρόμοια μεταξύ των τριών ειδών, αλλά διαφέρουν ποσοτικά από το αγελαδινό γάλα. Οι μηδενικές τιμές γάλακτος και αγελαδινού γάλακτος δεν διαφέρουν μεταξύ του γάλακτος κατσίκας και αγελάδας, αλλά το γάλα κατσίκας έχει χαμηλότερες τιμές ιωδίου, το οποίο αντανακλά την μεγαλύτερη ποσότητα του σε χαμηλότερα και ακόρεστα λιπαρά (Park, 2006a).



**Πίνακας 1.0.5 Σύγκριση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των λιπιδίων και των μικκυλικών δομών μεταξύ γάλακτος αιγών, προβάτων και αγελάδων**

Χαρακτηριστικά	Γάλα κατσίκας	Γάλα προβάτων	Γάλα αγελάδας
<b>Φυσικοχημικές τιμές</b>			
Ασαπωνοποίητη περιεκτικότητα σε λιπαρά	0.41±0.02	n.a.	0.41±0.02
Οξική τιμή	0.47±0.02	0.22–0.25	0.48±0.05
Τιμή ιωδίου	19–20	20–35	27.09±1.26
Τιμή σαπωνοποίησης	228.6±5.24	230–245	232.3±7.61
Τιμή Reichert Meissl	19–20	25–31	25–33
Τιμή Polenske	1.80±0.35	1.6–1.5	1.4–1.3
Διάμετρος σφαιρικού λίπους	3.49	3.30	4.55
<b>Δομή Μικαλλίων</b>			
Μη φυγοκεντρική καζεΐνη	8.7	n.a.	5.7
Μέση διάμετρος	260	193	180
Ενυδάτωση μικκυλίου	1.77	n.a.	1.9
Αφαλάτωση μικκυλίων	3.6	3.7	2.9

Πηγή: Park et al, 2007 \* n.a. =not available (μη διαθέσιμο)

Το αγελαδινό γάλα έχει υψηλότερη τιμή σαπωνίωσης και ελαφρώς μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης από το γάλα κατσίκας, το οποίο σχετίζεται με τις μακρύτερες αλυσίδες άνθρακα και τον κορεσμό των λιπαρών οξέων (Park, 2006a). Η κατανομή της θέσης των λιπαρών οξέων στα τριγλυκερίδια του γάλακτος της κατσίκας έχει τα περισσότερα από τα οξέα βραχείας αλυσίδας (C4-C8) εστεροποιημένα στη θέση sn-3 του τμήματος γλυκερόλης, ενώ οι μακρύτερες αλυσίδες (> C10) βρίσκονται στη θέση sn-2 και τα τριγλυκερίδια συντίθενται από μια δεξαμενή 1,2-διγλυκεριδίων μακράς αλυσίδας (Tziboula-Clarke, 2003).

Το γάλα κατσίκας μπορεί έχει χαμηλότερη τιμή Reichert Meiss και υψηλότερες τιμές Polenske από το γάλα αγελάδας, υποδεικνύοντας ότι το λίπος γάλακτος κατσίκας περιέχει λιγότερο διαλυτό και περισσότερο αδιάλυτο πτητικό FA από το λίπος γάλακτος αγελάδας (Πίνακας 1.5), ενώ εκείνα για το γάλα προβάτου είναι αραιά (Πίνακας 1.5). Οι Remeuf και Lenoir (1986) ανέφεραν επίσης, ότι οι σχετικές αναλογίες των λιπαρών συστατικών για το γάλα είναι αρκετά διαφορετικές από αυτές του γάλακτος αγελάδας (Park et al, 2007).

### **1.5.2 Χαρακτηριστικά καζεΐνης μικκυλίου γάλακτος αιγών και προβάτων**

Οι μικκυλικές δομές του γάλακτος κατσίκας και προβάτου διαφέρουν από τη γεύση γάλακτος σε σκόνη, την ενυδάτωση και την απολίπανση (Πίνακας 1.3). Τα καζεϊνικά άλατα περιέχουν ασβέστιο, ανόργανο φωσφόρο και μη φυγοκεντρική καζεΐνη, είναι λιγότερο επιδιαλυτωμένα, λιγότερο σταθερά στη θερμότητα και χάνουν την καζεΐνη περισσότερο από τα βότανα σε χαρακτηριστικά μικκυλίου (Park et al, 2007). Η μέση περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα είναι μικρότερη από εκείνη του γάλακτος αγελάδας (Πίνακας 1.3).

Υπάρχει μια αντίστροφη σχέση μεταξύ της ανοργανοποίησης του μικκυλίου και της ενυδάτωσής του, πράγμα που σημαίνει επίσης ότι το γάλα κατσίκας είναι λιγότερο ενυδατωμένο από το γάλα αγελάδας (Πίνακας 1.3). Ο Ju'arez and Ramos (1986) ανέφερε ότι οι διαλυτές περιεκτικότητες σε γάλα κατσίκας και αγελάδας είναι 10% και 1% σε 20 ° C και 25% και 10% σε 5 ° C, αντίστοιχα. Οι O'Connor and Fox (1973) σημείωσαν ότι οι χαμηλές θερμοκρασίες αποθήκευσης είχαν έντονη επίδραση στο μικκυλιακό σύστημα του γάλακτος. Η ψύξη οδήγησε σε μερική διαλυτοποίηση του κολλοειδούς φωσφορικού ασβεστίου και της καζεΐνης. Αυτές οι αλλαγές είναι υπεύθυνες για τις διαφορετικές ανάγκες παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων, ιδιαίτερα για μείωση της απόδοσης τυριών (Park et al, 2007).

Η καζεΐνη στο γάλα κατσίκας είναι περισσότερο διαλυτή στην ψύξη από ό, τι το ομόλογο στο γάλα βοοειδών. Η υψηλή περιεκτικότητα σε ιονικό ασβέστιο και η χαμηλή διαλυτοποίηση στο μικρό γάλα μπορούν να συμβάλουν στην αστάθεια της θερμότητας, η οποία είναι σημαντικά μικρότερη από εκείνη του βοείου γάλακτος (Park et al, 2007). Οι Raynal και Remeuf (1998) έδειξαν ότι εάν οι αλληλεπιδράσεις της καζεΐνης με τις πρωτεΐνες ορού γάλακτος αποκλείονται, η θερμική επεξεργασία έως 90 ° C για 10 λεπτά έχει μικρή επίδραση στα μικκύλια βοδιού καζεΐνης. Ωστόσο, το μέγεθος των μικυλίων καζερινών κατσίκας αρχίζει να αυξάνεται στα 85 ° C και μετά από 10 λεπτά φτάνει σε τιμή περίπου 1,25 φορές κανονική και φτάνει επίσης στα 90 ° C μετά από μόνο 1 λεπτό. Η χαμηλή κατανάλωση καυσίμων και η άλλη ιδιαιτερότητα ως προς τη μείωση των εκπομπών και των σωματικών σωματικών σωματιδίων που είναι υπεύθυνες για την αδύναμη υφή του γιαουρτιού από γάλα κατσίκας.

### **1.5.3 Σχέση μεταξύ φυσικοχημικών ιδιοτήτων και πυκνότητας**

Η παρασκευή τυριού, δηλαδή οι ιδιότητες ζύμωσης του γάλακτος προβάτου, επηρεάζεται από τις φυσικοχημικές ιδιότητές του, συμπεριλαμβανομένου του pH, του μεγαλύτερου μικκυλ καζεΐνης, του ασβεστίου ανά κιβώτιο και άλλων οριακών συγκεντρώσεων στο γάλα, που προκαλούν διαφορές στο χρόνο πήξης, ποσοστό πήξης, (Ramos and Juarez, 2003).

Ο χρόνος αναμονής για το γάλα κατσίκας είναι μικρότερος από ό, τι για το αγελαδινό γάλα, και η ασθενής συνέπεια της γέλης εξηγεί τη μέτρια καταλληλότητα του γάλακτος κατσίκας. Ο χρόνος πήξης και η μέγιστη διάρκεια της γέλης εκφράζονται σε κλίμακα από 1 έως 4, ρυθμίζοντας την ταχύτητα σε κλίμακα από 1 έως 9 (Park et al, 2007). Το βάρος του ορού που διατηρήθηκε σε φυγοκεντρισμένο υγρό δεν επηρεάστηκε από τις διαφορές μεταξύ 1 και 2.

Ο Storryetal (1983) διαπίστωσε ότι η μέγιστη ποιότητα της γέλης του γάλακτος κατσίκας είναι συνήθως πολύ μικρότερη και ακόμη και μια γέλη από κατσικίσιο γάλα με ίση περιεκτικότητα σε καζεΐνη δεν είναι τόσο υψηλή όσο από το αγελαδινό γάλα. Η συγκέντρωση των ρεολογικών ιδιοτήτων του πηκτώματος της πυτίας, η ταχύτητα ρύθμισης και η μέγιστη φυσική του ισχύς έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της συγκέντρωσης. Οι Remeuf και Lenoir (1986) παρατηρούν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ του περιεχομένου και της προτίμησης της s1-καζεΐνης μεταξύ των επιπέδων του κολλοειδούς Ca και του ανόργανου φωσφόρου και της ταχύτητας της πήξης ή της ταχύτητας ρύθμισης και μεταξύ της υγρασίας και της ανοργανοποίησης. Αυτό επιβεβαιώνει παρόμοιους αντίστροφους συσχετισμούς που αναφέρθηκαν από τους Storry κ.ά. (1983) για την περιεκτικότητα σε καζεΐνη με την ποσότητα του ορού που διατηρήθηκε στο φυγοκεντρισμένο φούσκωμα, το αγελαδινό γάλα. Ο χρόνος αλίευσης μειώθηκε κυρίως από την τιμή pH του γάλακτος (Park et al, 2007).

Οι Van Hooydonk et al (1987), ανέφεραν ότι η αύξηση της πήξης της πυτίας της πυτίας μπορεί να εξηγηθεί από μετουσίωση πρωτεΐνης ορού γάλακτος και δέσμευση με καζεΐνη, η οποία αποκλείει την ενεργοποίηση των ζυμομυκήτων μέσω της απόθησης ή της στερεοχημικής παρεμπόδισης που επιβραδύνει την ενζυματική φάση της πήξης. Η θέρμανση (65-85 ° C για 5-35 λεπτά) είχε λιγότερες έντονες επιδράσεις στον χρόνο θρόμβωσης της πυτίας και στο ρυθμό πήξης του γάλακτος σε αίγα και σε προβατίνα από ότι στο αγελαδινό γάλα και αυτό το ζεστό γάλα κατσίκας έχει την ίδια ικανότητα διασύνδεσης με το μη θερμαινόμενο γάλα (Trujillo, 2005).

## 1.6 ΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Το νωπό, μη παστεριωμένο, γάλα αποτελεί άριστο θρεπτικό υλικό για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών που υπάρχουν στο γάλα. Οι μικροοργανισμοί αυτοί, ανήκουν κυρίως στις τάξεις των βακτηρίων, των μυκήτων και των ζυμομυκήτων. Οι μικροοργανισμοί που συναντώνται στο γάλα και που ενδιαφέρουν την τεχνολογία των τυριών είναι τα βακτήρια (κόκκοι, βάκιλλοι), οι ζύμες και οι μύκητες. Οι κατηγορίες των μικροβίων αυτών διαφέρουν μεταξύ τους από το σχήμα τους, από τη χρησιμότητά τους, από τη δράση τους (που διαφοροποιείται από πολλούς παράγοντες) κ.λπ. (Καλοσπύρου, 2014).

Η αριθμημένη λίστα που ακολουθεί προσδιορίζει επτά τύπους βακτηρίων ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο αλλάζουν τις ιδιότητες του γάλακτος. Συχνά αυτές οι αλλαγές είναι αρνητικές (αλλοίωση), αλλά όπως θα δει κανείς στις επόμενες ενότητες, πολλά από αυτά τα βακτήρια είναι σημαντικά για την ανάπτυξη της γεύσης του τυριού (Wiley, 2010).

Σημειώνεται, όμως, πρώτα, πριν την παράθεση της λίστας, ένα πλαίσιο βασικών ορισμών που έχουν άμεση σχέση με τους μικροοργανισμούς του γάλακτος. Ο πρώτος ορισμός είναι αυτός της έννοιας της ψυχοτρόφου. Η έννοια αυτή αναφέρεται σε μικροοργανισμούς οι οποίοι είναι ικανοί να αναπτυχθούν σε θερμοκρασίες μικρότερες από 7 ° C. Η αποθήκευση και η μεταφορά ψυχρού γάλακτος επιλέγει να έρθει σε επαφή με τα ψυχοτρόπα βακτηρίδια τα οποία είναι συχνά πρωτεολυτικά και λιπολυτικά (Wiley, 2010).

Τα συνηθισμένα ψυχοτροφικά βακτηρίδια στο γάλα είναι είδη των Micrococci, Bacilli, Staphylococci, Lactobacilli, Pseudomonas και coliforms. Τα είδη ψευδομονάδων είναι τα πιο συνηθισμένα και συνήθως έχουν τον μεγαλύτερο αντίκτυπο στην ποιότητα του γάλακτος. Σε θερμοκρασίες 2 - 4 ° C, η βακτηριακή ανάπτυξη του γάλακτος οφείλεται κυρίως σε στελέχη του *Pseudomonas fluorescens*. Μικρή ανάπτυξη συμβαίνει σε θερμοκρασία μικρότερη από 2C. (Wiley, 2010).

Τα βακτήρια που σχηματίζουν σπόρια είναι ικανά να υπάρχουν σε μια εξαιρετικά σταθερή μορφή που ονομάζεται «σπόρια». Στην κατάσταση των σπορίων, αυτά τα βακτήρια είναι ικανά να αντέξουν μεγαλύτερες ακραίες τιμές οξύτητας, θερμοκρασίας και αποξήρανσης (Wiley, 2010).

Ο δεύτερος ορισμός είναι αυτός των ενζύμων. Τα ένζυμα είναι βιολογικοί καταλύτες που επιταχύνουν τους ρυθμούς των βιοχημικών αντιδράσεων. Τα

βακτηριακά ένζυμα είναι τα πιο σημαντικά για την αλλοίωση του γάλακτος και την ωρίμανση του τυριού, αλλά είναι σημαντικό να γίνει διάκριση μεταξύ του ενζύμου και της βακτηριακής προέλευσης. Για παράδειγμα, πολλά ψυχροτροφικά βακτηρίδια παράγουν θερμικά σταθερά ένζυμα τα οποία παραμένουν ενεργά στο γάλα και το τυρί ακόμη και μετά τη θανάτωση των βακτηρίων με παστερίωση (Wiley, 2010).

Λαμβάνοντας υπόψη τους παραπάνω ορισμούς, παραθέτεται το παρακάτω πλαίσιο που περιλαμβάνει τους ακόλουθους τύπους μικροοργανισμών, ομαδοποιημένοι ανάλογα με τον αντίκτυπό τους στην ποιότητα του γάλακτος.

1. **LAB:** βακτήρια γαλακτικού οξέος που ζυμώνουν τη λακτόζη με γαλακτικό οξύ και άλλα τελικά προϊόντα. Όπως σημειώθηκε από τη βιβλιογραφία, οι LAB είναι σε θέση να μεταβολίζουν εύκολα τη λακτόζη έτσι ώστε να έχουν κάποιο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι άλλων μικροοργανισμών. Παρά ταύτα, η ικανότητά τους να μεταβολίζουν τη λακτόζη, τα LAB προτιμούν θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 30 ° C, έτσι, ανάλογα με τις αρχικές σχετικές μετρήσεις, τα ψυχροτροφικά βακτηρίδια συμπεριλαμβανομένων ορισμένων κολοβακτηριδίων και ψευδομονάδων είναι ικανά να ξεπεράσουν τα LAB σε θερμοκρασία δωματίου.
2. **Πρωτεολυτικά βακτηρίδια** τα οποία υποβαθμίζουν την πρωτεΐνη και προκαλούν πικρία και σήψη.
3. **Λιπολυτικά βακτήρια** που αποικοδομούν τα λίπη και παράγουν λιπολυτική τάγγιση. Και πάλι, το πιο συνηθισμένο παράδειγμα στο γάλα είναι το γένος *Pseudomonas*. Αρκετά ψυχροτροφικά είδη του *Pseudomonas* παράγουν θερμικά σταθερές λιπάσες καθώς και πρωτεάσες (Wiley, 2010).

Σημειώνεται ότι τα στοιχεία από τις μαγιές είναι πάντα παρούσες στο γάλα και είναι συνήθεις μολυντές κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παρασκευής τυριού. Μπορούν να προκαλέσουν «σχισμές ζύμης» στο τυρί και να συμβάλουν στην ωρίμανση του επιφανειακού ωριμασμένου τυριού.

Τα κολοβακτηριδιακά βακτήρια είναι πάντα παρόντα στο γάλα, αλλά ο αριθμός τους μπορεί να ελαχιστοποιηθεί. Επίσης, τα κολοβακτηριδιακά βακτήρια ανταγωνίζονται ελάχιστα με τα βακτήρια γαλακτικού οξέος, οπότε ο αριθμός τους μειώνεται ραγδαία με την παρουσία μιας ταχέως αναπτυσσόμενης καλλιέργειας γαλακτικού οξέος.

Το *Clostridium tyrobutyricum* είναι ένας θερμοδυναμικός (επιβιώνει από την παστερίωση) οργανισμός που σχηματίζει σπόρια με θρυλική φήμη στους παραγωγούς τυριού. Το *C. tyrobutyricum* προκαλεί σχηματισμό αερίου (διοξείδιο του άνθρακα) κατά τα τελευταία στάδια ωρίμανσης τυριών ελβετικού και ολλανδικού τύπου. Οι προκύπτοντες κρατήρες και ρωγμές στο τυρί ονομάζονται «αργά ελαττώματα αερίου». Οι Ευρωπαίοι τυροπαραγωγοί συχνά ελέγχουν το νωπό γάλα για τα βακτήρια θερμοδιούθησης και / ή σχηματισμού σπορίων για να εκτιμήσουν το ενδεχόμενο καθυστερημένων αερίων. Πεντακόσια σπόρια ανά λίτρο γάλακτος επαρκούν για να προκαλέσουν αργό αέριο ελάττωμα (Wiley, 2010).

Το προπιονικό βακτήριο παράγει τον επιθυμητό σχηματισμό αερίου σε τυρί ελβετικού τύπου. Ορισμένες γαλακτικές καλλιέργειες, που ονομάζονται ετερογενετικές, παράγουν επίσης διοξείδιο του άνθρακα.

Τα βακτήρια που προκαλούν και ανταγωνίζονται τα βλαστοκύτταρα προκαλούν συσφιγμένο γάλα εξαιτίας της απέκκρισης των πολυσακχαριτών. Συνήθως τα βακτηρίδια όπως το *Alcaligenes viscolactis* είναι ανεπιθύμητα. Ωστόσο, σε ορισμένα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση, βακτηρίδια γαλακτικού οξέος όπως ορισμένα υποείδη του *Lactococcus lactis*, χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη μιας καλής υφής στο τυρί (Wiley, 2010).

Τα γλυκά βακτηρίδια που σχηματίζουν συσσωματώματα παράγουν ένζυμα τύπου πυτιάς, τα οποία μπορεί να πήξουν το γάλα. Συνηθισμένα παραδείγματα είναι οι ψυχοτροφικοί σχηματισμοί των σπορίων *Bacillus subtilis* και *Bacillus cereus*.

Το γάλα είναι αποστειρωμένο, αλλά συχνά μολύνεται από βακτήρια ακόμη και πριν βγει από τον μαστό. Εκτός από την περίπτωση της μαστίσης, τα βακτηρίδια σε αυτό το σημείο είναι ακίνδυνα και ελάχιστα σε αριθμό. Περαιτέρω μόλυνση του γάλακτος από μικροοργανισμούς μπορεί να λάβει χώρα κατά την διάρκεια του αρμέγματος, του χειρισμού, της αποθήκευσης και άλλων δραστηριοτήτων προεπεξεργασίας (Wiley, 2010).

### **Βακτήρια γαλακτικού οξέος:**

Αυτή η ομάδα βακτηρίων και μικροοργανισμών, είναι σε θέση να ζυμώσει τη λακτόζη με γαλακτικό οξύ. Συνήθως αυτοί οι μικροοργανισμοί υπάρχουν στο γάλα και χρησιμοποιούνται επίσης ως καλλιέργειες εκκίνησης για την παραγωγή καλλιεργημένων γαλακτοκομικών προϊόντων όπως είναι το γιαούρτι. Σημειώνεται ότι πολλά βακτήρια γαλακτικού οξέος έχουν πρόσφατα αναταξινομηθεί (McGee, 2004).

Τα κολοβακτηρίδια είναι μικροοργανισμοί που συχνά συνδέονται στενά με την παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών αλλά όχι απαραίτητα παθογόνων. Μπορούν επίσης να προκαλέσουν ταχεία αλλοίωση του γάλακτος επειδή είναι σε θέση να ζυμώσουν τη λακτόζη με την παραγωγή οξέος και αερίου και είναι σε θέση να υποβαθμίσουν τις πρωτεΐνες του γάλακτος. Χωρίζονται από τη θεραπεία HTST, επομένως, η παρουσία τους μετά τη θεραπεία είναι ενδεικτική για μια πιθανή κατάσταση μόλυνσης. Το *Escherichia coli* είναι ένα παράδειγμα που ανήκει σε αυτήν την ομάδα (McGee, 2004).

Εκτός από τα βακτήρια στο γάλα συναντάμε τις ζύμες, μικροοργανισμοί που δεν έχουν μεγάλη σημασία στην παρασκευή των τυριών επειδή δεν αναπτύσσονται εύκολα και σε μεγάλο αριθμό. Ανεξάρτητα όμως αυτού οι ζύμες μπορούν να προσβάλλουν το γαλακτοσάκχαρο και να παράγουν αλκοόλη και CO<sub>2</sub>. Η δράση αυτή ευρίσκει κυρίως εφαρμογή στην παρασκευή των αλκοολούχων όξινων παρασκευασμάτων Koumys, Kerhyg κ.λπ. Στα μαλακά τυριά οι ζύμες είναι υπεύθυνες για μερικά ποιοτικά τους ελαττώματα (Καλοσπύρου, 2014).

**Τέλος**, οι μύκητες παρουσιάζουν ενδιαφέρον για την παρασκευή μερικών τυριών ( μπλε τυριά, Cammamber, κ.λπ.), αλλά και για τα ποιοτικά ελαττώματα που μπορούν να προκαλέσουν στο βούτυρο και σε μερικά είδη τυριών, επειδή προσβάλλουν την καζεΐνη και το λίπος. Τα περισσότερα συναντώμενα είδη μυκήτων είναι: *Oidium*, *Penicillium*, *Mucor* (σκούρου χρώματος μύκητες), *Aspergillus*, κ.λπ.

### **Σημασία των μικροοργανισμών στο γάλα**

Οι πληροφορίες σχετικά με τη μικροβιακή περιεκτικότητα του γάλακτος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κρίνουν την υγειονομική τους ποιότητα και τις συνθήκες παραγωγής. Αν επιτραπεί ο πολλαπλασιασμός, τα βακτήρια στο γάλα μπορούν να προκαλέσουν αλλοίωση του προϊόντος. Το γάλα είναι πιθανώς επιρρεπές σε μόλυνση με παθογόνους μικροοργανισμούς. Πρέπει να λαμβάνονται προφυλάξεις για την ελαχιστοποίηση αυτής της πιθανότητας και για την καταστροφή παθογόνων που μπορούν να εισέλθουν στο γάλα (McGee, 2004).

Ορισμένοι μικροοργανισμοί προκαλούν χημικές αλλαγές που είναι επιθυμητές στην παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων όπως είναι το τυρί και το γιαούρτι. Οι πρακτικές υγιεινής παραγωγής γάλακτος, ο σωστός χειρισμός και η αποθήκευση του γάλακτος και η υποχρεωτική παστερίωση έχουν μειώσει την απειλή των νόσων που

μεταδίδονται από το γάλα, όπως η φυματίωση, η βρουκέλλωση και ο τυφοειδής πυρετός (McGee, 2004).

Υπήρξαν αρκετές τροφικές ασθένειες που προέκυψαν από την κατάποση νοπού γάλακτος ή γαλακτοκομικών προϊόντων που παρασκευάστηκαν με γάλα που δεν ήταν κατάλληλα παστεριωμένο ή χειρίστηκε ανεπαρκώς προκαλώντας μόλυνση μετά τη μεταποίηση. Τα ακόλουθα βακτηριακά παθογόνα εξακολουθούν να υπάρχουν σήμερα στο νοπό γάλα και άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα και να προκαλούν ανησυχίες:

1. *Bacillus cereus*
2. *Listeria monocytogenes*
3. *Yersinia enterocolitica*
4. *Salmonella* spp.
5. *Escherichia coli* O157: H7
6. *Campylobacter jejuni*(McGee, 2004).

Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι τα καλούπια, κυρίως των ειδών *Aspergillus*, *Fusarium* και *Penicillium*, μπορούν να αναπτυχθούν στο γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα. Εάν το επιτρέψουν οι συνθήκες, αυτά τα καλούπια μπορεί να παράγουν μυκοτοξίνες οι οποίες μπορεί να είναι επικίνδυνες για την υγεία του ανθρώπου.

### **1.6.1 Προβιοτικά**

Η λέξη probiotic είναι σύνθετη λέξη που προέρχεται από το pro που σημαίνει 'για' και από το biotic που σημαίνει βιοτικός – βίωτος – ζωή, δηλαδή προβιοτικά=για ζωή. Έχουν χρησιμοποιηθεί διάφοροι ορισμοί όπως: «οργανισμοί και ουσίες που έχουν ευεργετική επίδραση στο ζώο ξενιστή συμβάλλοντας στη μικροβιακή εντερική ισορροπία» (Lourens-Hattingh & Viljoen, 2001) ή ως «οι ζωντανοί οργανισμοί, οι οποίοι όταν χορηγούνται σε επαρκή ποσά προσφέρουν πολλά οφέλη στην υγεία του ξενιστή" όπως περιγράφεται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας. Με αυτή την έννοια, τα προβιοτικά, έχουν δείξει σε μερικές μελέτες να αποτελούν αποτελεσματική θεραπεία πολλών εντερικών διαταραχών και να επηρεάζουν θετικά στο ανοσοποιητικό σύστημα (Κοντογιάννη, 2016).

Η ιδέα των προβιοτικών εξελίχθηκε από μια πρώτη θεωρία που προτάθηκε από τον Ρώσο επιστήμονα και κάτοχο βραβείου Nobel, Elie Metchnikoff, ο οποίος πρότεινε ότι η μακρά ζωή των Βούλγαρων αγροτών οφείλεται στην κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων που έχουν υποστεί ζύμωση. Υποστήριξε επίσης, ότι όταν



καταναλώθηκε ο βακίλλος, πραγματοποίησε τη ζύμωση αυτού του προϊόντος, επηρεάζοντας θετικά τη μικροφθαλμία του παχέος εντέρου, μειώνοντας τις τοξικές επιδράσεις της μικροκυτταρικής στήλης (Sanders, 2000).

Η ιδέα αυτή αναπτύχθηκε περαιτέρω τις επόμενες δεκαετίες και σήμερα, ειδικά στην Ευρώπη και την Ιαπωνία, η έρευνα με βάση τα προβιοτικά, η ανάπτυξη προϊόντων και η εμπορία είναι σε υψηλό επίπεδο. Ο τομέας της επιστημονικής έρευνας των προβιοτικών συνοδεύεται από ανεπαρκώς κατανοητά, αλλά ενδιαφέροντα στοιχεία τα οποία δυσκολεύονται να ερμηνευθούν σε σχέση με την κατανάλωση από έναν εύλογα υγιή γενικό πληθυσμό. Η έρευνα σε προβιοτικά συνίσταται σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν με δεκάδες διαφορετικά βακτηριακά στελέχη και συνδυασμούς στελεχών που χρησιμοποιήθηκαν σε διαφορετικές δόσεις σε μελέτες *in vitro*, σε ζώα ή σε ανθρώπους με δεκάδες διαφορετικά τελικά σημεία έρευνας (Sanders, 2000).

Τα θετικά αποτελέσματα από εθελοντικές ή κλινικές μελέτες ανθρώπων, ακόμη και ελλείψει συναρπαστικών μηχανιστικών μελετών, παρέχουν ισχύ στην προβιοτική έννοια. Το αποτέλεσμα αυτών των προσπαθειών είναι το ταχέως αναπτυσσόμενο παγκόσμιο μάρκετινγκ των προϊόντων που περιέχουν προβιοτικά. Οι ειδικοί σε αυτό το πεδίο αναγνωρίζουν ότι μια προϋπόθεση για την επιτυχή προβιοτική έρευνα και ανάπτυξη ενισχύει τη βασική γνώση των εντερικών βακτηριδίων και τις αλληλεπιδράσεις τους μεταξύ τους και του οικοδεσπότη τους (Tannock 1999).

Τα προβιοτικά βακτηρίδια έχουν προταθεί ότι παίζουν ρόλο σε μια ποικιλία επιπτώσεων στην υγεία και οι μηχανισμοί που προτείνονται για τη διαμεσολάβηση αυτών των επιδράσεων είναι πολυάριθμοι, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα. Εκτός από τις προτεινόμενες άμεσες επιδράσεις τους στον άνθρωπο, τα προβιοτικά μπορεί επίσης να έχουν επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία από τη χρήση τους στην κτηνοτροφία. Τα προβιοτικά έχουν δοκιμαστεί για την πρόληψη του αποικισμού ζωικών ειδών διατροφής και των προερχόμενων από αυτά προϊόντων με παθογόνα ζωικής προέλευσης. Η γεωργία των ζώων μπορεί επίσης να ωφεληθεί από τη βελτιωμένη αποτελεσματικότητα που προκύπτει από τη μεγαλύτερη ανθεκτικότητα των αγροτικών ζώων σε μολυσματικές ασθένειες, τον αυξημένο ρυθμό ανάπτυξης, τη βελτιωμένη διατροφή των ζωοτροφών και την αυξημένη απόδοση γάλακτος και αυγών (Fuller 1998).

### Πίνακας 1.0.6 Μηχανισμοί προβιοτικής λειτουργικότητας

- Αντιμικροβιακή δράση
- Ανθεκτικότητα στην αποικοδόμηση
- Ανοσοποιητικά αποτελέσματα
- Επίδραση ανοσοενισχυτικού
- Έκφραση κυτοκίνης
- Διέγερση φαγοκυττάρωσης από λευκοκύτταρα περιφερικού αίματος
- Αποκριτική IgA
- Αντιμυκητιακές επιδράσεις
- Αντιγοντοτοξικές επιδράσεις
- Ένταση δράσης ενζύμων
- Παράδοση ενζύμων

*Πηγή: Sanders, 2000*

Κλείνοντας την παρούσα ενότητα, πρέπει να αναφέρουμε ότι τα κριτήρια για την κατάλληλη χρήση των προβιοτικών είναι:

- Να μην είναι παθογόνα, μη τοξικά και απαλλαγμένα από ανεπιθύμητες παρενέργειες.
- Να διατηρούν την σταθερότητα του προϊόντος.
- Να περιέχουν μεγάλο αριθμό βιώσιμων κυττάρων να επιβιώνουν στο γαστρεντερικό σωλήνα ( να είναι ανθεκτικά στο γαστρικό οξύ).
- Να έχουν καλή γεύση και γευστικές ιδιότητες
- Να απομονώνονται από το ίδιο το είδος για σκοπούμενη χρήση.
- Να υπάρχει ακριβής επισήμανση του προϊόντος και του περιεχομένου τους (Tamine, 2005).

## 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΑ ΛΙΠΙΔΙΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

### 2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

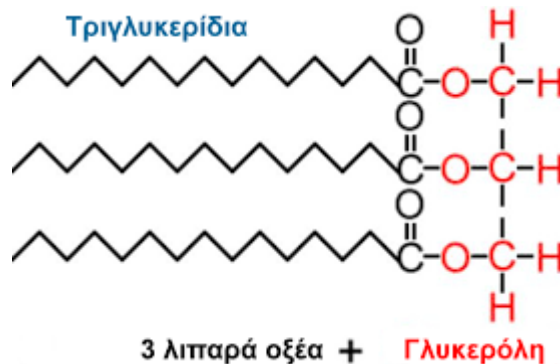
Τα λιπίδια είναι ένα από τα βασικότερα συστατικά του γάλακτος από άποψη κόστους, θρεπτικότητας, καθώς και για τα φυσικά και γευστικά χαρακτηριστικά που προσδίδουν στα γαλακτοκομικά προϊόντα (Park et al., 2007). Το γάλα όλων των θηλαστικών περιέχει λιπίδια, όμως λιποπεριεκτικότητά τους, διαφέρει πολύ μεταξύ των ειδών (Πίνακας 2.1). Στη λιπαρή φάση του γάλακτος, περιλαμβάνονται κυρίως τρεις κατηγορίες ενώσεων: τα ουδέτερα λίπη (τριγλυκερίδια, διγλυκερίδια, μονογλυκερίδια), τα πολικά λιπίδια (φωσφολιπίδια, γλυκολιπίδια), τα ασαπωνοποίητα συστατικά (στερόλες, λιποδιαλυτές βιταμίνες, καροτενοειδή). (Ανυφαντάκης, 2004).

**Πίνακας 2.0.1 Λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος μερικών θηλαστικών**

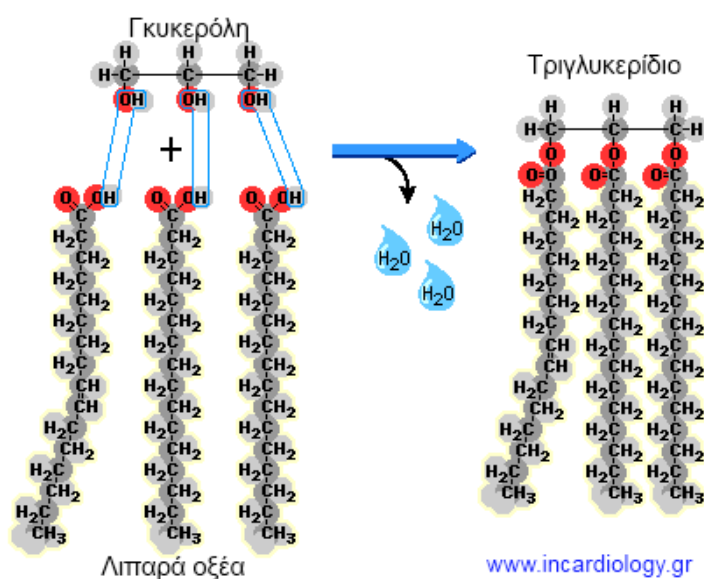
Αγελάδα	3,5
Πρόβατο	7,8
Κατσίκα	4,2
Βούβαλος	6,8
Καμήλα	4,0
Κουνέλι	18,3
Φώκια	42,1
Γουρούνι	6,8
Άνθρωπος	3,8

Αναλυτικότερα, το λίπος του γάλακτος, είναι ένα μίγμα που αποτελείται από 97-98% τριγλυκερίδια και πολύ μικρά ποσά διγλυκεριδίων, μονογλυκεριδίων, φωσφολιπιδίων, χοληστερίνης, λιποειδών και ελεύθερων λιπαρών οξέων (Ανυφαντάκης, 1994). Τα τριγλυκερίδια είναι εστέρες της γλυκερόλης, με τρία συνήθως διαφορετικά λιπαρά οξέα. Το 2% αποτελείται, από φωσφολιπίδια (~0,6% των συνολικών λιπιδίων), μικρή ποσότητα δι-γλυκεριδίων (~0,35% των συνολικών λιπιδίων), μονο- γλυκεριδίων (~0,03% των συνολικών λιπιδίων) και ελεύθερων λιπαρών οξέων. Λιγότερο από το 1% αποτελείται, από μη-σαπωνοποιήσιμα συστατικά όπως, οι στερόλες, κυρίως χοληστερόλη (~0,3% των συνολικών λιπιδίων), λιποδιαλυτές

βιταμίνες και άλλα λιπίδια, όπως τα καροτενοειδή, που είναι πρόδρομοι της βιταμίνης Α και υπεύθυνα για το κίτρινο χρώμα του λίπους, του αγελαδινού γάλακτος (Αλημπαντέ, 2013).



Τα λιπίδια, προέρχονται σχεδόν ισοδύναμα από δυο πηγές, την τροφή και τη μικροβιακή δραστηριότητα στη μεγάλη κοιλία των μηρυκαστικών και βρίσκονται στο γάλα, με τη μορφή σφαιρικών σωματιδίων, δημιουργώντας γαλάκτωμα (προσδίδοντας το όνομα και το χρώμα στο γάλα) (Mansson, 2008). Τα σωματίδια αυτά, ονομάζονται λιποσφαίρια και περιβάλλονται από μεμβράνη (Καμινारीδης & Μοιάτσου, 2009). Τα λιποσφαίρια στο πρόβειο και στο αίγιο γάλα, είναι χαρακτηριστικά άφθονα, με μέγεθος μικρότερο από 3,5μm, ενώ το μέγεθος των λιποσφαιρίων του αγελαδινού γάλακτος είναι 4,55 μm. Η δομή και η σύνθεση, των μεμβρανών των λιποσφαιρίων των τριών ζωικών ειδών λίπους γάλακτος, είναι παρόμοια και αντιπροσωπεύει περίπου το 1%, του συνολικού όγκου του λίπους του γάλακτος (Park et al., 2007).



Τα χαρακτηριστικά του λίπους του γάλακτος είναι τα εξής (Αλημπαντέ, 2013:

- Η μεγάλη ποικιλία των λιπαρών οξέων (>250 είδη), τα περισσότερα από τα οποία βρίσκονται σε πολύ μικρές ποσότητες. Κυριαρχούν αυτά, με αριθμό ατόμων άνθρακα 4-18.

- Χαρακτηριστικό του λίπους των μηρυκαστικών, είναι η μεγάλη περιεκτικότητα σε μικρού μοριακού βάρους (M.B.) λιπαρά οξέα (14-18% του λίπους). Ιδιαίτερα, το βουτυρικό οξύ, είναι χαρακτηριστικό του γάλακτος των μηρυκαστικών και δεν υπάρχει σε άλλο φυσικό λίπος. Έτσι ο αριθμός σαπωνοποίησης του λίπους του γάλακτος είναι μεγάλος.

- Η αναλογία κορεσμένων λιπαρών οξέων είναι υψηλή. Περίπου 63% του λίπους του γάλακτος, αποτελείται από κορεσμένα λιπαρά οξέα.

- Το ελαϊκό οξύ, είναι το 70% των ακόρεστων λιπαρών οξέων του γάλακτος. Τα άλλα ακόρεστα λιπαρά οξέα, διαφέρουν ως προς τον αριθμό ατόμων C, τη θέση και τη διαμόρφωση των διπλών δεσμών (περίπου 5% όλων των δ.δ. είναι trans).

- Τα τριγλυκερίδια του λίπους του γάλακτος, υδρολύονται ενζυμικά, με αποτέλεσμα την απελευθέρωση ελεύθερων λιπαρών οξέων. Όταν στα ελεύθερα λιπαρά οξέα κυριαρχούν τα μικρού M.B., κυρίως το βουτυρικό και το καπροϊκό, δημιουργούνται δυσάρεστες ταγκές γεύσεις.

- Η κατανομή των λιπαρών οξέων, στο μόριο του τριγλυκεριδίου, δεν είναι τυχαία, αλλά ακολουθεί ένα πρότυπο, π.χ. στη θέση 1 βρίσκονται κυρίως λιπαρά οξέα μεγάλου M.B., ενώ στη θέση 3, βρίσκονται συνήθως μικρού M.B λιπαρά οξέα (το 97% του βουτυρικού βρίσκεται στη θέση 3) και ακόρεστα λιπαρά οξέα.

- Το πρόβειο και γίδινο γάλα, περιέχουν μεγαλύτερη αναλογία λιπαρών οξέων C4:0- C14:0 σε σχέση με το αγελαδινό.

- Περιέχει αυξημένη αναλογία πτητικών λιπαρών οξέων μικρού μοριακού βάρους (C4:0- C14:0), (Ανυφαντάκης, 2004).

Το λίπος του γάλακτος είναι πολύ σημαντικό συστατικό, καθώς (Αλημπαντέ, 2013:

- Ο πρωταρχικός του ρόλος είναι να αποτελεί πηγή ενέργειας και βασικών δομικών υλών, για τις κυτταρικές μεμβράνες των νεογέννητων όλων των θηλαστικών.
- Είναι πηγή απαραίτητων λιπαρών οξέων, που δεν μπορούν να συντεθούν από τα ανώτερα ζώα (π.χ. λινελαϊκό οξύ, C18:2) και λιποδιαλυτών βιταμινών (A, D, E, K).
- Διαμορφώνει τα ρεολογικά και τα γευστικά χαρακτηριστικά των γαλακτοκομικών προϊόντων, καθώς είναι το πιο εύγευστο φυσικό λίπος.
- Έχει οικονομική σημασία, αφού είναι ένα από τα κύρια συστατικά του γάλακτος και η περιεκτικότητά σ' αυτό, καθορίζει την τιμή του γάλακτος.

## 2.2 ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ

Το λίπος του γάλακτος, κυρίως των μηρυκαστικών, περιέχει μεγάλη ποικιλία λιπαρών οξέων, γεγονός το οποίο το καθιστά το πιο σύνθετο από όλα τα φυσικά λίπη. Περισσότερα από 400 λιπαρά οξέα έχουν ανιχνευτεί στο αγελαδινό λίπος γάλακτος. Βέβαια η πλειοψηφία αυτών, συναντάται μόνο σε ίχνη συγκεντρώσεων. Υπάρχουν όμως, περίπου 15 λιπαρά οξέα, τα οποία βρίσκονται σε συγκεντρώσεις του 1% ή ακόμα μεγαλύτερες. Πολλοί είναι οι παράγοντες που σχετίζονται με τις διακυμάνσεις στην ποσότητα και στη σύνθεση των λιπαρών οξέων των λιπιδίων. Αυτοί μπορεί να είναι, η προέλευση του ζώου συσχετιζόμενη γενετικά (φυλή και επιλογή), το στάδιο της γαλακτικής περιόδου, μαστίτιδα, διατροφικοί παράγοντες, π.χ. η πρόσληψη σε ενέργεια, ινώδεις ουσίες και διαιτητικά λίπη και τέλος η περιοχή και η εποχή του έτους (Mansson, 2008).

Σε ένα μόριο λιπαρού οξέος του γάλακτος, υπάρχουν 4-20 άτομα άνθρακα. Στα ζώα, οι λιπαρές ουσίες του γάλακτος που υπερισχύουν, είναι τα λιπαρά οξέα: παλμιτικό (C16:0), ελαϊκό (C18:1), μυριστικό (C14:0), και σε μικρότερη συγκέντρωση το καπρικό οξύ (C:10), (στα μικρά μηρυκαστικά). Από τα ακόρεστα λιπαρά οξέα, το λινελαϊκό (C18:2) και το λινολενικό (C18:3), έχουν σημαντική θέση στις λιπαρές ουσίες γάλακτος, αλλά η αναλογία μεταξύ αυτών των οξέων, εξαρτάται από τη διατροφή των ζώων (Αλημπαντέ, 2013). Ποσοστά αυτών στα τρία είδη γάλακτος, αγελαδινό, πρόβειο και αίγιο, αναφέρονται στον παρακάτω Πίνακα.

**Πίνακας 2.0.2 Βασικά λιπαρά οξέα (% των ολικών) στο αγελαδινό, πρόβειο και αίγιο λίπος γάλακτος.**

Λιπαρά οξέα	Κοινή ονομασία(a)	Αγελαδινό b	Πρόβειο (b)	Αίγιο (b)
<b>Κορεσμένα (SFA)</b>				
C4:0	Βουτυρικό	3,3	3,51	2,18
C6:0	Καπροϊκό	1,6	2,9	2,39
C8:0	Καπρυλικό	1,3	2,64	2,73
C10:0	Καπρικό	3,0	7,82	9,97
C12:0	Λαουρικό	3,1	4,38	4,99
C14:0	Μυριστικό	11,1(c)	10,4	9,81
C16:0	Παλμιτικό	27,9(c)	25,9	28,2
C18:0	Στεαρικό	12,2(c)	9,57	8,88
<b>Μονοακόρεστα</b>				

<b>(MUFA)</b>				
C14:1	Μυριστολεϊκό	0,8(c)	0,28	0,18
C16:1	Παλμιτολεϊκό	2,3	1,03	1,59
C18:1	Ολεϊκό	29,8	21,1	19,3
<b>Πολυακόρεστα (PUFA)</b>				
C18:2	Λινολεϊκό	2,4	3,21	3,19
CLA	Συζευγμένο Λινολεϊκό οξύ	1,1(c)	0,74	0,70
C18:3	α Λινολεϊκό οξύ	0,80	0,80	0,42

(a) Fox &McSweeney, 1998 (b) Park et al., 2007 (c) Fox &McSweeney, 2006

Ο σημαντικότερος παράγοντας μεταξύ των ενδογενών και εξωγενών μεταβλητών για τη ρύθμιση της σύνθεσης των λιπαρών οξέων του γάλακτος είναι η τροφή, και ειδικότερα η προσθήκη λιπιδικού συμπληρώματος στη διαίτα, όπως αναθεωρήθηκε πρόσφατα για τις αγελάδες και τα κατσίκια. Οι μεταβολές του προτύπου λιπαρών οξέων του γάλακτος από πρόβειο και αίγιο γάλα δεν μπορούν να διακριθούν κατά κανόνα από τα χαρακτηριστικά που περιγράφηκαν για το αγελαδινό γάλα. Εάν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των μηρυκαστικών, τότε οι κατσίκες φαίνεται να είναι η εξαίρεση αντί των προβατίνων ή των αγελάδων. Επίσης, για την αύξηση των επιπέδων πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA) στο γάλα, οι διαιτητικοί πόροι και οι παράγοντες που αυξάνουν την υδρογόνωσή τους στο γάλα έχουν επιτυχία για το γάλα κατσίκας, όπως η παγίδευση των λιπαρών οξέων σε φυτικά κύτταρα (Park et al., 2007).

### 2.2.1 Κατηγορίες Λιπαρών οξέων

Τα λιπαρά οξέα, αποτελούν τους δομικούς λίθους των λιπών ή λιπιδίων και έχουν ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά: πρόκειται για μονοκαρβονικά οξέα, συχνά με μια μη διακλαδισμένη αλειφατική αλυσίδα μονάδων  $-CH_2$  (λιπαρά οξέα με διακλαδώσεις είναι σπάνια), συνήθως με άρτιο αριθμό ατόμων άνθρακα (επειδή στη βιοσύνθεσή τους εμπλέκεται το ακέτυλο- CoA, ένα ένζυμο που μεταφέρει μια ομάδα από δύο άτομα άνθρακα), κορεσμένα ή ακόρεστα, με έναν ή περισσότερους διπλούς δεσμούς είτε σε cis είτε σε trans γεωμετρική ισομέρεια. Κάθε λοιπόν λιπαρό οξύ, αποτελείται από μια αλυσίδα ατόμων άνθρακα, μικρή ή μεγάλη, που είναι ισχυρά μη πολική (ονομάζεται ουρά) και μια πολική καρβοξυλική ομάδα (Αλημπαντέ, 2013).

Οι φυσικές ιδιότητες των λιπαρών οξέων, καθώς και των εστέρων τους με αλκοόλες, εξαρτώνται από το μέγεθος της αλειφατικής τους αλυσίδας και τον αριθμό



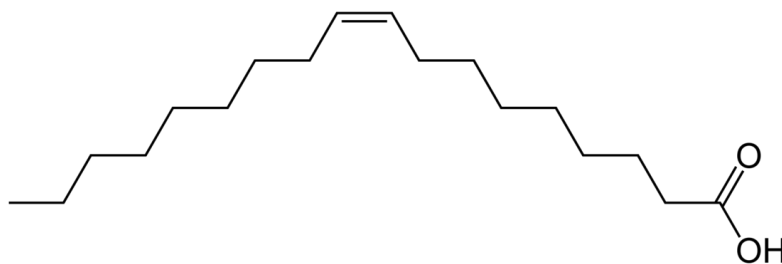
των διπλών δεσμών που φέρουν. Η αρίθμηση των ατόμων άνθρακα των λιπαρών οξέων, γίνεται από τον άνθρακα του καρβοξυλίου (άνθρακας 1) προς την τελική ομάδα  $-CH_3$  (άνθρακας n). Ο διπλός δεσμός δείχνεται με το γράμμα Δ, που συνοδεύεται από το νούμερο του πρώτου ατόμου άνθρακα που συμμετέχει στο δεσμό (Αλημπαντέ, 2013).

Ανάλογα με τον αριθμό των ανθράκων, που αποτελούν την ανθρακική αλυσίδα, τα λιπαρά οξέα, διακρίνονται σε μικρής, μέσης και μακράς αλυσίδας λιπαρά οξέα. Τα μικρής αλυσίδας λιπαρά οξέα (Short-chain) αποτελούνται, από λιγότερα από 8 άτομα άνθρακα. Τα λιπαρά οξέα με 8-15 άνθρακες στην αλυσίδα τους, αποτελούν τα μέσης ανθρακικής λιπαρά οξέα (medium-chain) και είναι ενδιάμεσα προϊόντα της βιοσύνθεσης των μακράς αλυσίδας λιπαρών οξέων. Σαν μακράς αλυσίδας λιπαρά οξέα, χαρακτηρίζονται εκείνα με άνω των 16 ατόμων άνθρακα, στην αλυσίδα τους (Αλημπαντέ, 2013).

Τα λιπαρά οξέα σε σχέση με τους απλούς και τους διπλούς δεσμούς (Ισομέρια θέσης), διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

#### 2.2.1.1 Κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFA: Saturated Fatty Acids)

Τα κορεσμένα λιπαρά οξέα, δεν περιέχουν κανένα διπλό δεσμό ή άλλες λειτουργικές ομάδες κατά μήκος της αλυσίδας τους. Ο όρος «κορεσμένα», αναφέρεται στο υδρογόνο, δεδομένου ότι όλοι οι άνθρακες, εκτός από την καρβοξυλική ομάδα ( $-COOH$ ) περιέχουν όσο το δυνατόν περισσότερα υδρογόνα. Με άλλα λόγια, το ωμέγα άκρο (n) περιέχει 3 υδρογόνα ( $-CH_3$ ) και κάθε άνθρακας στην αλυσίδα περιέχει 2 υδρογόνα (Αλημπαντέ, 2013).



Τα κορεσμένα λιπαρά οξέα, που είναι παρόντα σε σημαντικές ποσότητες στο γαλακτικό λίπος, είναι μόρια με μη-κυκλικές αλυσίδες υδρογονανθράκων, οι οποίες ποικίλλουν στο μήκος, από 4 έως 18 άτομα άνθρακα, (Πίνακας 2.3). Αυτά τα λιπαρά οξέα, αποτελούν περίπου το 70% με 75% των συνολικών λιπαρών οξέων. Το σημαντικότερο λιπαρό οξύ, από ποσοτική άποψη, είναι το παλμιτικό οξύ ( $C_{16:0}$ ) που

αποτελεί περίπου, το 25% με 30% των συνολικών λιπαρών οξέων. Ενώ δύο άλλα λιπαρά οξέα, το μυριστικό (14:0) και το στεατικό (18:0), αποτελούν περίπου το 10% με 13% των συνολικών λιπαρών οξέων (Αλημπαντέ, 2013).

**Πίνακας 2.0.3 Κυριότερα κορεσμένα λιπαρά οξέα στο λίπος του γάλακτος**

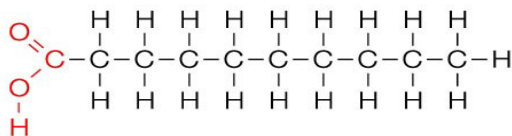
Λιπαρά Οξέα	(wt%)
4:0 Βουτυρικό	2-5
6:0 Καπροϊκό	1-5
8:0 Καπρυλικό	1-3
10:0 Καπρικό	2-4
12:0 Λαουρικό	2-5
14:0 Μυριστικό	8-14

Πηγή: Kaylegian-Lindsay, 1995

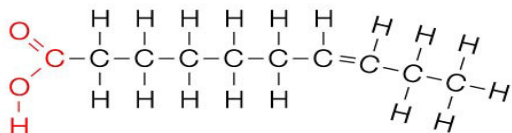
#### 2.2.1.2 Ακόρεστα λιπαρά οξέα (Unsaturated Fatty Acids, UFA).

Τα ακόρεστα ΛΟ, είναι παρόμοιας μορφής, εκτός από το ότι μια ή περισσότερες αλκενυλικές λειτουργικές ομάδες, υπάρχουν κατά μήκος της ανθρακικής αλυσίδας, με το κάθε αλκένιο να αντικαθιστά τον απλό δεσμό του «-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-» με διπλό δεσμό σε «-CH=CH-» (δηλαδή ένας άνθρακας διπλά συνδεδεμένος με έναν άλλο άνθρακα). Έτσι, η διαφορά των ακόρεστων από τα κορεσμένα λιπαρά οξέα, είναι ότι περιέχουν τουλάχιστον 1 διπλό δεσμό ή τριπλό δεσμό στο μόριό τους, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Ruiz-Rodrigueza et al 2009).

#### Saturated



#### Unsaturated



Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα, που δύναται να περιέχουν έναν ή περισσότερους διπλούς ή τριπλούς δεσμούς και ως εκ τούτου μπορούν να διακριθούν σε:

- μονοακόρεστα (MUFA), τα οποία φέρουν ένα διπλό δεσμό ανθράκων στην αλυσίδα. Μερικά από τα κυριότερα μονοακόρεστα ΛΟ είναι το παλμιτελαϊκό οξύ (16:1n7) και το ελαιϊκό οξύ (18:1n9). Τα Cis-Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, έχουν ζυγό αριθμό ατόμων άνθρακα από 14-24C και ο διπλός δεσμός τους, βρίσκεται συνήθως στη θέση-9. Ιδιαίτερα πλούσιες σε μονοακόρεστα, είναι οι φυτικές τροφές, όπως οι ξηροί καρποί και το αβοκάντο και φυσικά το ελαιόλαδο, του οποίου αποτελούν το κύριο συστατικό του. Ιδιαίτερος λόγος γίνεται στην βιβλιογραφία, για τις θετικές επιπτώσεις των μονοακόρεστων, στα επίπεδα της ολικής και της LDL χοληστερόλης. Το περιεχόμενο των cis-μονοακόρεστων οξέων στο γαλακτικό λίπος, είναι περίπου 18 έως 24%, ενώ το ελαιϊκό οξύ (9c-18:1), είναι το κυρίαρχο cis- μονοακόρεστο λιπαρό οξύ, σε ποσοστό 15-21% του συνόλου (MacGibbon & Taylor, 2006).
- τα πολυακόρεστα (PUFA), που φέρουν περισσότερους του ενός διπλούς δεσμούς.

Όπως τα κορεσμένα, έτσι και τα ακόρεστα λιπαρά οξέα, ταξινομούνται σε υποκατηγορίες, ανάλογα με το μήκος της αλυσίδας τους:

- Τα βραχείας αλύσου: με 19 ή λιγότερα άτομα άνθρακα
- Τα μακράς αλύσου: με 20-24 άτομα άνθρακα
- Τα πολύ μακράς αλύσου: με 25 ή περισσότερα άτομα άνθρακα

### 2.2.1.3 Πολυακόρεστα Λιπαρά οξέα

Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, διαθέτουν περισσότερους από έναν διπλό δεσμό. Ένας ευρύτατος, χρησιμοποιούμενος τρόπος διάκρισης των ακόρεστων αυτών οξέων, βασίζεται στη θέση του πρώτου διπλού δεσμού, ξεκινώντας από το πιο απόμακρο άτομο άνθρακα ( άνθρακα της μεθυλομάδας, CH<sub>3</sub>- ) σε σχέση με την καρβοξυλική ομάδα. Ο άνθρακας αυτός, ονομάζεται 'ωμέγα' ( ω-άνθρακας ). Έτσι ως ω-3 και ω- 6 χαρακτηρίζονται, τα ακόρεστα λιπαρά οξέα των οποίων ο πρώτος διπλός δεσμός, βρίσκεται στο 3ο και 6ο άτομο άνθρακα, ξεκινώντας την αρίθμηση από τον ωμέγα- άνθρακα, δηλαδή το τελευταίο άτομο άνθρακα με βάση την κανονική αρίθμηση (<http://195.134.76.37/chemicals/chem>).

Συχνά αναφέρονται και ως n-3 και n-6. Τα σημαντικότερα ω-3 και ω-6 λιπαρά οξέα, είναι το λινολενικό και το λινελαϊκό λιπαρό οξύ, αντίστοιχα. Τα

πολυακόρεστα οξέα, βρίσκονται σε ιδιαίτερα μεγάλες αναλογίες στα ιχθυέλαια και στα λίπη των ψαριών, αλλά και σε διάφορα φυτικά λάδια ( [www.mednet.gr](http://www.mednet.gr), 2008).

Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα που βρίσκονται στη φύση, έχουν *cis* διαμόρφωση και μπορούν να χωριστούν, σε δώδεκα διαφορετικές κατηγορίες, ανάλογα με τη θέση των διπλών δεσμών από τη θέση-1, έως και τη θέση-12 (σε  $\omega 1$  έως και  $\omega 12$  λιπαρά οξέα), μετρώντας από το τελικό άτομο άνθρακα της μεθυλομάδας. Τα λιπαρά οξέα, μέσα σε κάθε από τις πιο πάνω κατηγορίες, σχετίζονται μεταξύ τους βιοσυνθετικά, με την έννοια ότι αλληλομετατρέπονται διαμέσου ενζυματικών διαδικασιών, μέσω επιμήκυνσης ή και σμίκρυνσης της ανθρακικής τους αλυσίδας. Από αυτή τη διάκριση, τρεις είναι οι πιο σημαντικές οικογένειες πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, που συναντώνται στους σωματικούς ιστούς. Αυτές είναι: α)  $\omega 3$  PUFA's, β)  $\omega 6$  PUFA's και γ)  $\omega 9$  PUFA's. (Lobb et al. 2008).

#### *2.2.1.4 $\Omega 3$ και $\omega 6$ λιπαρά οξέα.*

Οι πιο σημαντικές κατηγορίες, για την επίδραση που έχουν στην ανθρώπινη υγεία και διατροφή, είναι τα  $\omega$ -3 και  $\omega$ -6 λιπαρά οξέα, εξαιτίας του λινελαϊκού (LA) και  $\alpha$ -λινολενικού οξέος (ALA) αντίστοιχα. Ο οργανισμός, μπορεί να κάνει αλληλομετατροπές των πολυακόρεστων, π.χ το λινελαϊκό σε  $\gamma$ -λινολενικό και στη συνέχεια, σε αραχιδονικό, όμως, δεν μπορεί να συνθέσει εξ αρχής (*de novo*) το λινελαϊκό και το  $\alpha$ -λινολενικό. Γι αυτό το λόγο, αυτά τα λιπαρά οξέα, πρέπει να λαμβάνονται από τη διατροφή και καλούνται, απαραίτητα λιπαρά οξέα ([el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org)).

Οι άνθρωποι και τα ζώα, δεν μπορούν να συνθέσουν το λινελαϊκό και το λινολενικό οξύ, γιατί δεν διαθέτουν τα ένζυμα, για να εισάγουν διπλό δεσμό μετά τον άνθρακα C-9 στην λιπαρή ανθρακική αλυσίδα και γι' αυτό το λόγο, πρέπει να προσλαμβάνονται από την τροφή.

Έτσι χρειάζονται, το LA και το ALA, προκειμένου να συνθέσουν τα πολύ μακράς αλυσού (HUFAs), με 20 και 22 άτομα άνθρακα  $\omega$ -6 και  $\omega$ -3 λιπαρά οξέα. Το LA και το ALA, μέσω των αντιδράσεων επιμήκυνσης και αποκορεσμού, μετατρέπονται σε μακρύτερα και πιο ακόρεστα πολυακόρεστα, όπως το αραχιδονικό οξύ (AA), το EPA ή το DHA. Τα παράγωγα αυτά, μπορούν παρ' όλ' αυτά, να παραληφθούν απευθείας από τη διατροφή, παρακάμπτοντας το μεταβολισμό του λινολεϊκού και του  $\alpha$ -λινολενικού. Επιπλέον, αποτελούν πρόδρομα των εικοσανοειδών (προσταγλαδίνες, θρομβοξάνες, λευκοτριένια), που ρυθμίζουν τον αγγειακό τόνο, τη

συσσώρευση αιμοπεταλίων και την φλεγμονώδη απάντηση. Αυτά τα πολυακόρεστα, είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη του εγκεφάλου, των κυττάρων του αίματος (ερυθρών, λευκών, κλπ) και του δέρματος. (mednutrition.gr).

Εξίσου σημαντικά  $\omega$ -3 αποτελούν και το εικοσαπεντανοϊκό οξύ (EPA, 20:5 $\omega$ -3), το εικοσιδυοπενταενοϊκό οξύ (DPA, 22:5 $\omega$ -3) και το εικοσιδυοεξαενοϊκό οξύ (DHA, 22:6 $\omega$ -3). Όταν καταναλώνονται τροφές πλούσιες σε  $\omega$ -3, τα προσλαμβανόμενα EPA και DHA κατά ένα μέρος, αντικαθιστούν τα  $\omega$ -6 λιπαρά οξέα (κυρίως το AA) των κυτταρικών μεμβρανών των αιμοπεταλίων, των ερυθρών, των ουδετερόφιλων, των εγκεφαλικών, καρδιακών και των ηπατικών κυττάρων (mednutrition.gr).

### **2.2.2 Απαραίτητα λιπαρά οξέα**

Τα απαραίτητα λιπαρά οξέα (Essential fatty acids, EFA ), ονομάστηκαν έτσι, διότι απαιτούνται για τη σωστή ανάπτυξη και λειτουργία του οργανισμού. Λόγω της αδυναμίας των θηλαστικών ζώων, να τα σχηματίζουν από απλούστερα μόρια, τα λιπαρά αυτά οξέα, είναι αναγκαίο να χορηγούνται μέσω της διατροφής. Τα α-λινολενικό ( $\alpha$ LA,  $\omega$ 3) και λινελαϊκό (LA, $\omega$ 6) οξέα, θεωρούνται τα μόνα EFA, διότι στους ανώτερους οργανισμούς, όλα τα υπόλοιπα λιπαρά οξέα, μπορούν να βιοσυντεθούν από αυτά τα δύο πρόδρομα λιπαρά οξέα. Μόνο το ελαϊκό οξύ, μπορεί να συντεθεί από τα θηλαστικά ζώα (Αλημπαντέ, 2013).

Ο ανθρώπινος οργανισμός, παρ' όλον ότι έχει ανάγκη από λιπαρά οξέα για ανάπτυξη, συντήρηση και καλή λειτουργία φυσιολογικών δράσεων, εν τούτοις, δεν έχει τη δυνατότητα να συνθέτει αυτά ενδογενώς ή τα συνθέτει σε ανεπαρκείς ποσότητες. Από τα ακόρεστα λιπαρά οξέα, που θεωρούνται μητρικές ενώσεις {παλμιτελαϊκό (16:1), ελαϊκό (18:1), λινελαϊκό (18:2) και  $\alpha$ -λινολενικό (18:3)}, όλων των άλλων λιπαρών οξέων, το παλμιτελαϊκό και το ελαϊκό, σχηματίζονται με τις διαδικασίες αποκορεσμού και επιμήκυνσης του παλμιτικού. Τα πιο σπουδαία από τα απαραίτητα λιπαρά οξέα, είναι το λινελαϊκό (18:2  $\omega$ 6), λινολενικό (18:3  $\omega$ 3) και αραχιδονικό (20:4  $\omega$ 6). Το αραχιδονικό, μπορεί να συντεθεί στο σώμα του ενήλικου από το λινελαϊκό, που συνήθως βρίσκεται στον υποδόριο ιστό, αλλά για τα νήπια, είναι απαραίτητο να περιέχεται στις τροφές τους (Αλημπαντέ, 2013).

### **2.2.3 Συζυγές Λινελαϊκό Οξύ (Conjugated Linoleic Acid, CLA)**

Τα συζυγή λιπαρά οξέα, έχουν τραβήξει το ενδιαφέρον του κόσμου, λόγω των ευεργετικών ιδιοτήτων που έχουν στην υγεία του ανθρώπου. Τα πιο σημαντικά συζυγή λιπαρά οξέα, είναι αυτά του λινελαϊκού οξέος (CLA). Τα CLA είναι λιπαρά

οξέα, τα οποία ανευρίσκονται μέσα στα προϊόντα των μηρυκαστικών ζώων. Ανακαλύφθηκαν πρώτα από τον Pariza και τους συνεργάτες του, όταν μελετούσαν τις αντικαρκινικές ιδιότητες του βόειου κρέατος. Προς έκπληξή τους, παρατήρησαν ότι αυτά τα λιπαρά οξέα, που προέρχονταν από το λινολαϊκό οξύ, έχουν αντικαρκινικές ιδιότητες (Αλημπαντέ, 2013).

Το γενικό όνομα CLA είναι ένας συλλογικός όρος που περιλαμβάνει όλα τα θετικά και γεωμετρικά ισομερή του λινολεϊκού οξέος, τα οποία περιέχουν συζευγμένο σύστημα διπλού δεσμού. Τα δεδομένα από ζωικά μοντέλα έχουν χρησιμοποιηθεί για να υποδηλώσουν ότι το ισομερές RA είναι υπεύθυνο για τις αντικαρκινογόνες ιδιότητες του CLA, καθώς και για τα αντιθηρογονικά αποτελέσματα, ενώ το trans-10 cis-12 CLA ισομερές (Pariza, 2004).

Το Συζευγμένο λινολεϊκό οξύ (CLA), είναι ένα λιπαρό οξύ, που ανευρίσκεται κυρίως στο λίπος του γάλακτος και στα προϊόντα αυτού (βούτυρο, τυρί, γιαούρτι), στο κρέας, αλλά και σε φυτικά έλαια. Οι ζωικές πηγές, είναι πλουσιότερες σε CLA σε σχέση με τις φυτικές (laneshealth.gr). Επίσης, τα προϊόντα των μηρυκαστικών ζώων είναι πλουσιότερα σε CLA, από αυτά των μη μηρυκαστικών, αφού το λίπος τους, περιέχει σε μεγάλες ποσότητες το ισομερές cis-9, trans-11 C18:2, που ονομάζεται και ρουμενικό (rumenic acid). Τελικά, η μεγαλύτερη πηγή CLA για τους ανθρώπους, είναι τα γαλακτοκομικά προϊόντα, που προερχόμενα από μηρυκαστικά ζώα (Kumar et al., 2009).

#### **Πίνακας 2.0.4 Τροφές στις οποίες βρίσκεται το συζευγμένο λινολεϊκό οξύ**

<b>Γαλακτοκομικά προϊόντα</b>	<b>CLA (mg/g λίπους)</b>
Ομογενοποιημένο γάλα	5,5
Βούτυρο	4,7 – 6,1
Κρέμα	4,6
Απλό γιαούρτι	4,8
Απαχο γιαούρτι	1,7
Παγωτό	3,6
Τυρί cheddar	3,6
Τυρί μοτσαρέλα	4,9
Τυρί κότατζ	4,5
<b>Κρέας – Αυγά</b>	

Μοσχαρίσιο	2,9 – 4,3
Αρνί	5,6
Χοιρινό και κρόκος αυγού	0,6
Κοτόπουλο	0,9
Γαλοπούλα	2,5
<b>Θαλασσινά</b>	
Σολωμός	0,3
Γαρίδες	0,6
<b>Έλαια</b>	
Ηλιέλαιο	0,4
Καλαμποκέλαιο	0,2

Πηγή: *healthyliving.gr*, 2016

Μεγάλες διαφοροποιήσεις, όσον αφορά τις ποσότητες του CLA, υπάρχουν στα γαλακτοκομικά προϊόντα, εξαιτίας των διαφορετικών μεθόδων επεξεργασίας τους, όπως θερμοκρασίες παστερίωσης, αρχικές καλλιέργειες κ.α. Αν και η περιεκτικότητα σε CLA στα γαλακτοκομικά προϊόντα επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, οι στρατηγικές για την διατροφή των ζώων με συγκεκριμένες διατροφικές ιδιότητες με ελαιούχους σπόρους ή συμπληρώματα ελαίου πλούσια σε PUFA ήταν αποτελεσματικά στον εμπλουτισμό του γάλακτος των τριών γαλακτοκομικών ειδών. Οι επιδράσεις της διατροφής των φρέσκων ζωοτροφών και των εποχιακών μεταβολών των φυσικών βοσκοτόπων της Μεσογείου σε λιπαρά οξέα, ειδικά στη σύνθεση CLA και των προδρόμων του στο πρόβειο γάλα έχουν αναφερθεί από αρκετούς μελετητές Park et al., 2007).

Γενικά, υπάρχει αρκετή έρευνα γύρω από το συζευγμένο λινολεϊκό οξύ. Ορισμένες μελέτες έχουν δείξει ότι το συζευγμένο λινολεϊκό οξύ έχει την ιδιότητα να διατηρεί στο σώμα πιο αδύνατο, γι' αυτό είναι ένα δημοφιλές διατροφικό συμπλήρωμα για την απώλεια βάρους. Άλλες μελέτες έχουν δείξει ότι μπορεί να έχει αντικαρκινικές ιδιότητες. Ωστόσο, όπως συχνά συμβαίνει στη διατροφή, πρόκειται για ένα αμφιλεγόμενο μόριο καθώς δεν έχουν καταλήξει όλες οι μελέτες στα ίδια αποτελέσματα ενώ σε μεγάλη δοσολογία μέσω διατροφικών συμπληρωμάτων φαίνεται ότι μπορεί να προκαλέσει παρενέργειες, όπως είναι η αύξηση της φλεγμονής (healthyliving.gr, 2016).

Μία άλλη ενδιαφέρουσα μορφή του CLA είναι το “T-10, C-12” (trans-10, cis-12), ένα μόριο που θεωρείται ότι βοηθάει στο αδυνάτισμα. Να σημειωθεί ότι το CLA είναι τεχνικά ένα trans λιπαρό το οποίο όμως προκύπτει με φυσικό τρόπο στο στομάχι των μυρηκαστικών. Πολυάριθμες μελέτες δείχνουν ότι τα βιομηχανικά τρανς λιπαρά (που προκύπτουν με τη διαδικασία της βιομηχανικής υδρογόνωσης) είναι βλαβερά για την υγεία ενώ τα τρανς λιπαρά που βρίσκονται εκ φύσεως στα ζωικά τρόφιμα είναι ωφέλιμα (healthyliving.gr, 2016).



## 2.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ.

### 2.4.1 Παράγοντες που σχετίζονται με το ζώο

**Είδος ζώου** Διαφορές ανάλογα με το είδος του ζώου, επισήμαναν ότι υπάρχουν και στην παραγωγή των λιπαρών οξέων οι Chilliard et al., (2003). Σε αυτό συμφώνησαν και οι Park et al.,(2007), που ανέφεραν, ότι τα επίπεδα των μικράς και μεσαίας αλύσου λιπαρών οξέων, είναι σημαντικά υψηλότερα στο γάλα προβάτων και αιγών, σε σχέση με το αγελαδινό. Το 2006(α) οι Tsiplakou et al, παρατήρησαν παραλλακτικότητα στη συγκέντρωση του CLA μεταξύ προβάτων και αιγών, που διατρέφονταν αποκλειστικά με βοσκή. Οι στατιστικώς υψηλότερες, συγκεντρώσεις του CLA του λίπους του γάλακτος των προβατινών, σε σχέση με αυτό των αιγών, αποδόθηκαν στις διαφορετικές διατροφικές προτιμήσεις, των δύο ειδών ζώων. Άλλωστε, είναι γνωστό ότι τα πρόβατα προτιμούν την ποώδη βλάστηση ενώ οι αίγες, τη θαμνώδη.

Επίσης γνωστό είναι ότι η θαμνώδη βλάστηση, έχει αυξημένες ίνες σε σύγκριση με τη ποώδη. Παραλλακτικότητα όμως διαπιστώθηκε, από τους Tsiplakou et al (2008a) μεταξύ προβάτων και αιγών, όταν στο σιτηρέσιό τους, συμπεριλαμβάνονταν ελαιόφυλλα και στέμφυλα οινοποιίας. Παρόλο, που τα δύο είδη ζώων κατανάλωναν διαφορετική ποσότητα σιτηρεσίου, λόγω των διαφορετικών αναγκών τους, εμφάνισαν διαφορετική ανταπόκριση στα συγκεκριμένα σιτηρέσια, όσον αφορά τις συγκεντρώσεις του CLA και του VA, του λίπους του γάλακτος. Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής, ενισχύουν την υπόθεση της ύπαρξης διαφορών μεταξύ των διαφόρων ειδών ζώων, την οποία εισήγαγαν πρώτοι οι Jahreis et al (1999), αλλά το πειραματικό τους σχέδιο, ήταν τέτοιο, που δεν μπορεί να αποσαφηνιστεί πλήρως, αν το είδος του ζώου ή η διαφορετική καταναλισκόμενη ποσότητα του κάθε σιτηρεσίου, ήταν υπεύθυνα για τις διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ προβάτων και αιγών.

Οι Jahreis et al παρατήρησαν, ότι η παραγωγή CLA, μειωνόταν με την εξής σειρά: πρόβατα> αγελάδες> κατσίκες. Με αυτή τη σειρά, συμφωνούν και οι Reklewska και Bernatowicz (2002), οι οποίοι αναφέρονται από τους Grega et al (2005).

**Φυλή ζώου** Οι απόψεις, για το αν η παραγωγή των λιπαρών οξέων, στο λίπος του γάλακτος των μηρυκαστικών ζώων, επηρεάζεται από τη φυλή του ζώου, δεν είναι ξεκάθαρες. Οι Kelsey et al., (2003), υποστηρίζουν ότι η φυλή, έχει πολύ

μικρή επίδραση στην παραγωγή των λιπαρών οξέων, του γάλακτος των αγελάδων. Σε έρευνα των Talpur et al (2009), αποδείχτηκε ότι, η φυλή έχει σημαντική επίδραση στη σύνθεση των λιπαρών οξέων του γάλακτος αιγών και προβάτων, που έλαβαν την ίδια τροφή και διέμεναν, σε χώρο υπό τις ίδιες συνθήκες.

Τέλος, οι Signorelli et al (2008), επισήμαναν ότι, δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των φυλών για τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, ενώ για τα μονοακόρεστα, υπάρχει. Όσον αφορά το CLA ειδικότερα, υπάρχει ποικιλομορφία απόψεων και πάλι. Οι Barbosa et al (2003), μελέτησαν την επίδραση της φυλής των ζώων, σε δύο φυλές προβάτων της Πορτογαλίας (Bordaleira of Entre Douro e Minho και Serra da Estrela), οι οποίες διατηρούνταν, σε διαφορετικά ποιμνια και η διατροφή τους, γινόταν αποκλειστικά με βοσκή καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου. Οι ερευνητές αυτοί, δε διαπίστωσαν καμία επίδραση της φυλής και του αριθμού τοκετών, στο παραγόμενο CLA.

Καμία επίσης επίδραση δε διαπίστωσαν και οι Mihaylova et al (2004), στο παραγόμενο CLA μεταξύ των φυλών Tsigay και Karakachan, οι οποίες διατηρούνταν στη βοσκή, αλλά σε διαφορετικά ποιμνια. Αντίθετα, όταν οι Secchiari et al (2001) ,ερέυνησαν την επίδραση της φυλής στο παραγόμενο CLA, σε τρεις φυλές προβάτων (Garfagnina, Massese και Sarda) οι οποίες διατηρούνταν στη βοσκή, αλλά σε διαφορετικά ποιμνια κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου, διαπίστωσαν ότι, η φυλή Sarda παρήγαγε στατιστικώς σημαντικά χαμηλότερη ποσότητα CLA, από τις άλλες δύο.

Το 2006 οι Tsiplakou et al, διερεύνησαν συστηματικά την επίδραση της φυλής, στην παραγωγή του CLA στο λίπος του γάλακτος, τεσσάρων φυλών προβάτων (Awwas, Lacaune, Φριςλανδίας και Χίου), οι οποίες διατηρούνταν στο ίδιο ποιμνιο, το οποίο εκτρέφονταν με κατανάλωση σανού μηδικής και μίγματος συμπυκνωμένων ζωοτροφών, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (αφού τα ζώα παρέμεναν εντός του στάβλου χωρίς καθόλου βοσκή). Στην εργασία αυτή, αποκλείοντας με τον παραπάνω τρόπο, την επίδραση της διατροφής, που θεωρείται ο σημαντικότερος παράγοντας στην παραγωγή του CLA, διαπιστώθηκε ότι, η φυλή των προβατίνων, δεν επηρεάζει στατιστικώς σημαντικά την παραγωγή του CLA, στο λίπος του γάλακτος.

Μπορεί η επίδραση της φυλής στην παραγωγή του CLA του λίπους του γάλακτος, να μην είναι στατιστικώς σημαντική, η δράση της όμως, δε μπορεί να

αγνοηθεί και αυτό γιατί, διαπιστώθηκε ότι, υπάρχει στατιστικώς σημαντική αλληλεπίδραση, της φυλής και της διατροφής των ζώων, όσον αφορά τη συγκέντρωση του CLA στο λίπος του γάλακτος, τεσσάρων φυλών προβάτων (Awawasi, Lacaune, Φριςλανδίας και Χίου), οι οποίες, διατρέφονταν το χειμώνα εντός του στάβλου, με σανό μηδικής και μίγμα συμπυκνωμένων ζωοτροφών και την άνοιξη αποκλειστικά, με βοσκή(Tsiplakou et al., 2008).

**Στάδιο της γαλακτικής περιόδου** Σύμφωνα με τους Kelsey et al., 2003, το στάδιο της γαλακτικής περιόδου, επηρεάζει αλλά σε πολύ μικρό βαθμό, την παραγωγή των λιπαρών οξέων του γάλακτος. Πιο ειδικά, οι Signorelli et al., 2008, σε πείραμα που πραγματοποίησαν, παρατήρησαν ότι τα πολυακόρεστα, αλλά και τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, είναι υψηλότερα στο τέλος της γαλακτικής περιόδου των προβατινών, ενώ τα κορεσμένα λιπαρά οξέα, είναι χαμηλότερα.

Το ίδιο ισχύει και για το CLA, όπου φαίνεται το στάδιο της γαλακτικής περιόδου, να επηρεάζει σε μικρό ποσοστό, την παραγωγή του CLA στο λίπος του γάλακτος προβατινών (Tsiplakou et al., 2006b). Σε αυτό συμφωνούν και οι Signorelli et al (2008), οι οποίοι υποστηρίζουν ότι το CLA, είχε μέγιστες τιμές στο τέλος της γαλακτικής περιόδου των προβάτων. Σε μελέτη των Kelsey et al (2003), αναφέρεται ότι, υπήρξε μικρή αύξηση του CLA σε γαλακτοπαραγωγές αγελάδες, από 7,9mg/g λιπαρών οξέων, στην αρχή της γαλακτικής περιόδου και σε 9,7 mg/g λιπαρών οξέων, στο τέλος της γαλακτικής περιόδου. Σε μελέτη, που έγινε το 2005, σε αίγες από τους Impremba et al, επισημάνθηκε ότι, δεν υπήρξαν ουσιώδεις διαφορές κατά τη διάρκεια της γαλακτικής περιόδου. Τέλος, υπήρξαν και έρευνες, όπως των Stanton et al (1997) και Grega et al (2005), που ανέφεραν ότι, το στάδιο γαλακτικής περιόδου, δεν επηρέασε το CLA στο λίπος του γάλακτος αγελάδων.

**Ηλικία** Μελέτες, για την επίδραση της ηλικίας στη παραγωγή των λιπαρών οξέων, δεν υπάρχουν παρά μόνο για το CLA. Σύμφωνα με τους Dhiman et al (2005), οι υπάρχουσες έρευνες που έχουν γίνει σε αγελάδες, για να δουν αν η ηλικία επηρεάζει την παραγωγή του CLA, ποικίλουν στα αποτελέσματα. Όταν αγελάδες εκτρέφονταν, με διατροφή που βασιζόταν σε χόρτα, αυτές που βρίσκονταν στην 5η γαλακτογονία ή υψηλότερη, είχαν περισσότερο CLA στο γάλα τους (0,59% του λίπους), από αυτές που ήταν στη 2η έως 4η (0,41% του λίπους). Παρόλα αυτά, όταν αγελάδες εκτρέφονταν, με σιτηρέσια που περιείχαν σπόρους ελαιοκράμβης, δε φαινόταν να υπάρχει συσχετισμός, μεταξύ παραγωγής CLA στο γάλα και αριθμού γαλακτογονίας(κατ'έπекταση ηλικίας).

Μελέτη σε πρόβατα από τους Tsiplakou et al (2006b), απέδειξε ότι, ο αριθμός των τοκετών που έχει κάνει στη ζωή της μια προβατίνα (έμμεσα δηλαδή η ηλικία της), δεν επηρεάζει την παραγωγή του CLA.

**Πολυδυμία** Δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντικός συσχετισμός, μεταξύ πολυδυμίας και παραγωγής λιπαρών οξέων στο λίπος του γάλακτος, σύμφωνα με τις περισσότερες έρευνες (Tsiplakou et al., 2006b; Kelsey et al., 2003; Barbosa et al., 2003).

**Ιδιαιτερότητα κάθε ζώου** Δεν υπάρχουν μελέτες, για την επίδραση που μπορεί να έχει, η ατομικότητα κάθε ζώου στη παραγωγή των λιπαρών οξέων, παρά μόνο για το CLA. Την ύπαρξη παραλλακτικότητας, ως προς τις τιμές που παίρνει το CLA στο λίπος του γάλακτος, εντός ποιμνίων αιγοπροβάτων, που διατρέφονταν με βοσκή ή εντός στάβλου, μελέτησαν οι Tsiplakou et al(2006a,2006b), οι οποίοι διαπίστωσαν ότι, το CLA μπορεί να πάρει ακόμα και τριπλάσια τιμή από τη χαμηλότερη, που καταγράφεται εντός του ποιμνίου. Σε αυτό, συμφωνούν και άλλες έρευνες, όπως των Kelsey et al (2003) και Kelly et al (1998a,1998b). Αυτές οι διαφορές, μπορεί να οφείλονται, στη διαφορετική ενεργότητα του ενζύμου αφυδρογονάση, στην ηλικία των ζώων, στο διαφορετικό μεταβολισμό εντός της μεγάλης κοιλίας ή ακόμα και άλλους άγνωστους παράγοντες.( Dhiman et al.,2005).

**Παραγωγή γάλακτος** Από πείραμα των Signorelli et al., 2008, σε πρόβατα, φαίνεται η παραγωγή γάλακτος καθώς και η περιεκτικότητα σε λίπος, να επηρεάζουν αρκετά τα λιπαρά οξέα. Πιο συγκεκριμένα, όταν αυξήθηκε η παραγωγή γάλακτος, το μυριστικό αλλά και τα κορεσμένα λιπαρά οξέα, μειώθηκαν, ενώ τα πολυακόρεστα αυξήθηκαν. Τα μικρής και μεσαίας αλύσου λιπαρά οξέα, επηρεάστηκαν αρνητικά από το ποσοστό του λίπους στο γάλα, ενώ το στεατικό οξύ, επηρεάστηκε θετικά. Ειδικότερα για το CLA, σύμφωνα με τους Kelsey et al (2003), το περιεχόμενό του στο λίπος του γάλακτος, επηρεάζεται σε πολύ μικρό βαθμό ή και καθόλου, από την παραγωγή γάλακτος, το ποσοστό λίπους στο γάλα και την παραγωγή λίπους γάλακτος. Σε αυτό, συμφωνούν και οι Tsiplakou et al (2006b), αλλά και οι Signorelli et al (2008), που ανέφεραν ότι το περιεχόμενο CLA, επηρεάζεται αρνητικά (όχι όμως στατιστικώς σημαντικά,) από το περιεχόμενο λίπος στο γάλα, στα πρόβατα και στις αγελάδες. Στις αίγες, αυτός ο συσχετισμός, δε παρατηρήθηκε σύμφωνα με τους Tsiplakou et al (2006b), πιθανώς λόγω των μη σημαντικών αλλαγών στο λίπος του γάλακτος, κατά τη διάρκεια του πειράματος.

#### 2.4.2 Παράγοντες που σχετίζονται με τη διατροφή του ζώου

Όπως παρατηρήσαμε παραπάνω, η επίδραση που έχει το ίδιο το ζώο στη παραγωγή των λιπαρών οξέων, δεν είναι πολύ μεγάλη. Σύμφωνα με μελέτες, όπως θα δούμε παρακάτω, ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει τη παραγωγή των λιπαρών οξέων, είναι η διατροφή!

**Βοσκή** Όλα τα λιπαρά οξέα, σύμφωνα με τους Urso et al., (2008), επηρεάζονται από τη βοσκή και έμμεσα από την εποχή. Σύμφωνα με τους Atti et al., (2006) προβατίνες που έβοσκαν, είχαν μείωση στο περιεχόμενο των μεσαίας αλύσου λιπαρών οξέων του γάλακτος και αύξηση στο C18:3 και CLA. Οι Pondini et al., (2009), μετά από έρευνα σε αγελάδες, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι, η φρέσκια βοσκή αυξάνει το CLA, το ελαϊκό οξύ και τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, ενώ μειώνει τα κορεσμένα.

Τέλος, οι Tsiplakou et al. (2008), μετά από πολύμηνη έρευνα, έδωσαν τα εξής αποτελέσματα:

A) Όταν τα πρόβατα, που εκτρέφονταν ενσταβλισμένα, με ισόρροπα σιτηρέσια κατά τη διάρκεια του χειμώνα, βγήκαν την άνοιξη στη βοσκή (χωρίς πρόσθετη τροφή), παρουσιάστηκαν αλλαγές στα παραγόμενα λιπαρά οξέα του γάλακτος. Συγκεκριμένα μειώθηκαν το C6:0, C8:0, C10:0, C12:0, C14:0, C14:1 και αυξήθηκαν τα C17:1, C18:0, C18:1, C18:2n6c, C18:3n3 και C18:3n6.

B) Η βοσκή σε σύγκριση με το χορηγούμενο σιτηρέσιο, μείωσε τα κορεσμένα και αύξησε τα ακόρεστα λιπαρά οξέα του λίπους του γάλακτος. Η βοσκή, περιέχει λινολενικό οξύ, σε ποσοστό 40% των ολικών λιπαρών οξέων, που είναι πρόδρομη ένωση για την παραγωγή του CLA. Αύξηση της συγκέντρωσης του CLA στο λίπος του πρόβειου γάλακτος, όταν οι ανάγκες των ζώων, καλύπτονταν αποκλειστικά από τη βοσκή, έχει διαπιστωθεί από Tsiplakou et al (2006a) και Atti et al (2006).

Το μέγεθος της αύξησης της συγκέντρωσης του CLA στο λίπος του γάλακτος, επηρεάζεται από το είδος και το βλαστικό στάδιο των φυτών της βοσκής (Cabiddu et al., 2003; Addis et al., 2005). Η βοσκή νωρίς την Άνοιξη (νεαρό βλαστικό στάδιο), περιέχει λινολενικό οξύ, σε ποσοστό πάνω από 40% των ολικών λιπαρών οξέων, ενώ στο τέλος της Άνοιξης (ώριμο βλαστικό στάδιο), το λινολενικό οξύ μειώνεται. Πρόβατα, που καταλάωναν βοσκή σε νεαρό βλαστικό στάδιο, εμφανίζουν υψηλότερες συγκεντρώσεις CLA στο λίπος του γάλακτος, από

όταν καταναλώνουν βοσκή, σε ώριμο βλαστικό στάδιο (Tsiplakou et al., 2006a). Συγκεκριμένα, σύμφωνα και με τους Mel'uchona et al (2008), το περιεχόμενο CLA στο λίπος γάλακτος προβατίνων, απέκτησε υψηλές τιμές στην αρχή της περιόδου βόσκησης (Απρίλιος- Μάιος) και από το Μάιο ως τον Αύγουστο μειωνόταν σταδιακά, έως ότου έρθει ο Σεπτέμβρης, όπου έχουμε αναγέννηση της χλωρίδας (Ostrowsky et al., 2009), η οποία, ξανάφερε το περιεχόμενο CLA στο λίπος του γάλακτος, σε παρόμοια επίπεδα με την αρχή της βοσκήσιμης περιόδου(Απρίλιος). Φυσικό είναι, οι αλλαγές που επέρχονται στη παραγωγή του CLA, σε ζώα που ήταν έγκλειστα και βγαίνουν στη βοσκή την Άνοιξη, να απαιτούν τη πάροδο κάποιων ημερών και να μη γίνονται απευθείας. Ο λόγος είναι ότι, απαιτείται το πέρασμα κάποιου χρόνου, έως ότου ο μικροβιακός πληθυσμός της μεγάλης κοιλίας αλλά και η φυσιολογία σύνθεσης των λιπαρών οξέων, να προσαρμοστεί στη νέα διατροφή (Khanal and Olson, 2004).

Το πόσο σημαντικό ρόλο παίζει η βοσκή, φαίνεται και στη μελέτη των Thorsdottir et al (2004), όπου παρατηρήθηκε, χαμηλότερη συγκέντρωση CLA στο λίπος αγελάδων Σκανδιναβικών χωρών, σε σχέση με το CLA στο λίπος αγελάδων από Ευρωπαϊκές χώρες. Η πιθανή εξήγηση που δόθηκε, για αυτή τη διαφορά, ήταν ότι στις Σκανδιναβικές χώρες, έχουν μικρότερα καλοκαίρια (περίοδοι βόσκησης των ζώων) και μεγαλύτερους χειμώνες, σε σχέση με τις Ευρωπαϊκές χώρες.

**Πρόσθετα διατροφής** Λίπη, έλαια και ελαιούχα σπέρματα, είναι μόνο μερικά πρόσθετα στη διατροφή των μηρυκαστικών, που έχει αποδειχτεί ότι επηρεάζουν την παραγωγή λιπαρών οξέων στο γάλα αιγών και προβάτων (Chilliard et al., 2003, Park et al., 2007). Συγκεκριμένα, τα παραπάνω, είναι πλούσια σε λινελαϊκό και λινολενικό οξύ, δηλαδή, πρόδρομες ενώσεις για το σχηματισμό του CLA. Για την αύξηση των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων στο γάλα αιγών, επιτυχία σημείωσαν, η προσθήκη στη διατροφή των ζώων ελαίων καθώς και παραγόντων, που μείωναν την υδρογόνωση στη μεγάλη κοιλία.

**Υποσιτισμός-Υπερσιτισμός** Στις χώρες της Μεσογείου, όπου ανήκει και η Ελλάδα, τα αιγοπρόβατα υπόκεινται σε περιόδους υποσιτισμού, λόγω των εποχιακών αλλαγών, που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα, το είδος της βοσκής, αλλά και τα προϊόντα αυτής. Επιπλέον, και ιδιαίτερα στις υψιπαραγωγικές φυλές, η αρχή της γαλακτικής περιόδου, όπου υπάρχουν υψηλές διατροφικές ανάγκες, συνοδεύεται έμμεσα από υποσιτισμό, αφού τα ζώα, δε μπορούν να φάνε τις πρώτες μέρες τόσο πολύ όσο θα έπρεπε, για να καλύψουν τις ανάγκες τους (ακόμα και

όταν υπάρχει επάρκεια τροφής). Αυτό το αρνητικό ισοζύγιο ενέργειας, που προκαλείται από τον υποσιτισμό, έχει ως συνέπεια, τη μείωση του σωματικού βάρους, της παραγωγής γάλακτος, των πρωτεϊνών και την αύξηση των λιπών του γάλακτος( Bocquier et al.,1999; Ζέρβας Γ. 2005).

Επιπρόσθετα, επειδή στην αρχή της γαλακτικής περιόδου, το ζώο για να καλύψει τις αυξημένες διατροφικές του ανάγκες, καταβολίζει σωματικό λίπος, αυξάνονται τα ελεύθερα λιπαρά οξέα στο αίμα και έμμεσα το λίπος του γάλακτος. Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν και ζώα που υπερσιτίζονται. Ένα παράδειγμα είναι στην ομαδική διατροφή, όπου τα κυρίαρχα ζώα, φαίνεται να τρώνε συχνά περισσότερο από αυτό που τους αναλογεί. Σύμφωνα με μελέτες (Bocquier et al., 1999), ο υπερσιτισμός προκαλεί μείωση του λίπους του γάλακτος και αύξηση των πρωτεϊνών.

## 2.5 ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ

Διερευνώντας τη σχέση της διατροφής, με την υγεία, έγινε αντιληπτό από το πλήθος των ερευνών, η ιδιαίτερη σημασία που διαδραματίζει το λίπος της διατροφής, στις διάφορες ασθένειες. Η πολυπαραγοντική συμμετοχή του διαιτητικού λίπους, στους διάφορους παθοφυσιολογικούς μηχανισμούς, που οδηγούν στα καρδιαγγειακά νοσήματα, εξαρτάται από το είδος των λιπαρών οξέων. Από αυτά, τα ω-3 λιπαρά οξέα, φαίνεται να προσφέρουν καρδιοπροστατευτική δράση, επεμβαίνοντας και αναστέλλοντας αθηρωματικές διαδικασίες, τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, μειώνουν την LDL χοληστερόλη στο αίμα, ενώ τα κορεσμένα λιπαρά οξέα, φαίνεται να ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για την δημιουργία αθηροσκλήρωσης, με ιδιαίτερα επιβαρυντικό ρόλο, τη συμμετοχή των trans λιπαρών οξέων ακόμα και στην εκδήλωση εμφράγματος του μυοκαρδίου (Ascherio A. 2006) .

Πολλές κλινικές μελέτες επιβεβαιώνουν, την ευεργετική δράση των ω-3, όχι μόνο για τα καρδιαγγειακά, αλλά και για την θετική επίδραση, που έχουν στα λιπίδια του πλάσματος, στην πίεση του αίματος, στην αγγειακή λειτουργία, στον καρδιακό παλμό, στη λειτουργία των αιμοπεταλίων, καθώς επίσης και στην φλεγμονώδη απάντηση.

Μερικές από τις σημαντικότερες βιολογικές δράσεις των λιπαρών οξέων είναι οι εξής:

### ➤ Δράση στα καρδιαγγειακά νοσήματα

Η χαμηλή θνησιμότητα, λόγω καρδιαγγειακών επεισοδίων που παρατηρήθηκε στους Εσκιμώους της Γροιλανδίας, αποτέλεσε ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τους επιστήμονες, ήδη από το 1953. Η διατροφή τους διέφερε σημαντικά, από την τυπική δυτική δίαιτα, λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς της, σε θαλασσινά και ψάρια, πλούσια σε μακριάς αλύσου ω-3 λιπαρά οξέα EPA και DHA και το γεγονός αυτό, δημιούργησε υποψίες για τη δράση τους και τον πιθανό ευεργετικό τους ρόλο (Dyerberg J et al. 1975). Την καρδιοπροστατευτική δράση των ω-3 λιπαρών οξέων, αναγνώρισε πρώτος, ο Dr Sinclair, ο οποίος πρότεινε ότι, η αθηροσκλήρωση ίσως να οφείλεται σε ανεπάρκεια λιπαρών οξέων. Σχετικά πρόσφατη ανάλυση, που περιλάμβανε, προοπτικές μελέτες και 200.575 άτομα, έδειξε ότι, η κατανάλωση ψαριού, σχετίζεται αντίστροφα με τη θνησιμότητα από καρδιαγγειακά (He K, Song Y et al. 2004). Πληθώρα αξιοσημείωτων ερευνών, έχουν γίνει σε αυτόν τον τομέα.



Η μελέτη Επτά Χωρών, η οποία είχε προοπτικό χαρακτήρα, ήταν από τις πρώτες, που συνέδεσε την κατανάλωση ψαριού και επομένως ω-3 λιπαρών οξέων, με τον καρδιαγγειακό κίνδυνο. Στην μελέτη, συμμετείχαν άνδρες ηλικίας 50-69 ετών και το διάστημα παρακολούθησης, ήταν 15 χρόνια. Η ανάλυση των δεδομένων, ύστερα από στάθμιση με διάφορους συσχετικούς παράγοντες (ηλικία, διατροφικά 1 χαρακτηριστικά, κάπνισμα, κλπ.) έδειξε ότι, η κατανάλωση λιπαρού ψαριού, σε σχέση με κατανάλωση μη λιπαρού, συσχετίστηκε με 34% μείωση του καρδιαγγειακού κινδύνου (Hu FB, Cho E et al. 2003).

Την ευεργετική επίδραση της διατροφής και ιδιαίτερα των ω-3 λιπαρών οξέων, στην δευτερογενή πρόληψη της στεφανιαίας νόσου, ανέδειξε η μελέτη DART. Σε αυτήν, συμπεριλήφθηκαν άνδρες ηλικίας έως 70 ετών, οι οποίοι είχαν εκδηλώσει ένα οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου. Οι ασθενείς, τυχαιοποιήθηκαν σε 2 ομάδες, όπου στην πρώτη λάμβαναν 0,33 γραμμάρια ψαριού ημερησίως και στη δεύτερη 0,10 γραμμάρια ψαριού ημερησίως. Μετά από 2 χρόνια επανεξέτασης και παρακολούθησης, τα αποτελέσματα έδειξαν, μείωση 29% στην θνησιμότητα από κάθε αιτία, στην ομάδα με την υψηλότερη σύσταση κατανάλωσης ψαριού, σε σχέση με την άλλη ομάδα ασθενών (Burr ML, et al. 1989).

Μία ακόμα μεγαλύτερη, τυχαιοποιημένη, ελεγχόμενη, προοπτική μελέτη, έρχεται να παραθέσει τα δικά της αποτελέσματα, επιβεβαιώνοντας την παραπάνω παρατήρηση. Στην GISSI- Prevention Study, συμμετείχαν 11.324 ασθενείς, με προϋπάρχουσα στεφανιαία νόσο. Οι ασθενείς χωρίστηκαν σε 4 ομάδες, όπου στην πρώτη, έδιναν συμπλήρωμα ω-3 λιπαρών οξέων 1γρ/ημέρα, στην δεύτερη, συμπλήρωμα βιταμίνης E 300 mg/ημέρα, στην τρίτη και τα δύο συμπληρώματα και στην τέταρτη μόνο διατροφικές συμβουλές. Μετά από 3,5 χρόνια παρακολούθησης και καταγραφής όλων των καρδιαγγειακών επεισοδίων, αλλά και των θανάτων, από καρδιαγγειακό επεισόδιο ή από άλλη αιτία, φάνηκε ότι η ομάδα που λάμβανε το συμπλήρωμα ω-3 λιπαρών οξέων είχε 10% χαμηλότερο καρδιαγγειακό κίνδυνο ενώ αντίστοιχη προστατευτική δράση, δεν παρατηρήθηκε στις άλλες ομάδες .

Στις προηγούμενες έρευνες, φάνηκε ότι τα ω-3 λιπαρά οξέα, παρέχουν μια προστατευτική δράση στο μυοκάρδιο, σε ασθενείς με ιστορικό στεφανιαίας νόσου. Το γεγονός αυτό, αποδίδεται καλύτερα στο παραπάνω διάγραμμα, όπου οι θάνατοι μειώθηκαν, στις μελέτες παρέμβασης με χορήγηση ω-3 λιπαρών οξέων. Η προστατευτική δράση των ω-3 λιπαρών οξέων στο καρδιαγγειακό σύστημα, θεωρείται ότι, επιτυγχάνεται μέσω συγκεκριμένων μηχανισμών, που έχουν

αντιθρομβωτική, υποτριγλυκεριδαιμική, υποτασική, αντι-αρρυθμική και αντιφλεγμονώδη δράση.

#### ➤ Αντιαρρυθμική δράση

Οι James et al, υποστηρίζουν ότι, η παρουσία ω-3 στη φωσφολιπιδική μεμβράνη των κυττάρων του μυοκαρδίου, μειώνει την ηλεκτρική διεγερσιμότητα και ρυθμίζει, την δραστηριότητα διαφόρων ιοντικών καναλιών π.χ. ασβεστίου, καλίου, νατρίου. Με τη δράση αυτή, επιτυγχάνεται η ηλεκτρική σταθερότητα του κυττάρου και αποφεύγονται οι αρρυθμίες. Η μικρή καρδιακή συχνότητα, θεωρείται ότι σχετίζεται με αυξημένη θνησιμότητα σε εμφραγματίες ασθενείς και πιθανώς, η πρόσληψη ω-3 να έχει και γι' αυτούς αντι-αρρυθμική επίδραση (Leaf A, et al. 1998).

Επιπλέον, οι Christensen et al, ανέφεραν, θετική συσχέτιση, ανάμεσα στη σύσταση σε ω-3, στα αιμοπετάλια και του καρδιακού παλμού, σε ασθενείς με διαβήτη τύπου I. Οι ασθενείς με διαβήτη τύπου I και II, συμπλήρωσαν ερωτηματολόγια σχετικά με την κατανάλωση ψαριού, ενώ μετρήθηκε η σύσταση των PUFA στα αιμοπετάλια και ο 24ωρος καρδιακός παλμός. Η κατανάλωση ψαριού στους ασθενείς, σχετίστηκε θετικά με την σύσταση σε ω-3 στα αιμοπετάλια. Στους ασθενείς με τύπου I διαβήτη, παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση και με τον καρδιακό παλμό, κάτι που δεν φάνηκε στην άλλη ομάδα (Christensen JH et al. 2001).

Μελέτες των McLennan και Charnock σε πειραματόζωα, έδειξαν ότι τα ω-3 λιπαρά οξέα, περισσότερο από τα ω-6, μπορούν να προστατέψουν από ισχαιμικά επεισόδια, που οφείλονται σε οξείες αρρυθμίες της καρδιάς. Οι Kang et al αναφέρουν ότι, τα ω-3 στα καρδιακά κύτταρα, τα κάνουν λιγότερο διεγέρσιμα, ρυθμίζοντας την αγωγιμότητα του νατρίου και των άλλων ιόντων (Voskuyl RA et al. 1998). Τα ω-3 λιπαρά οξέα φαίνεται ότι, μπορούν να επιδράσουν άμεσα, στις καρδιακές αρρυθμίες. Σε ασθενείς με ταχυκαρδία και με εμφυτευμένο βηματοδότη, όταν χορήγησαν διάλυμα 3,8 gr ω-3 πολυακόρεστων, παρατήρησαν μείωση στις αρρυθμίες στην κολπική μαρμαρυγή (TPhilip C et al. 2004).

#### ➤ Αντιθρομβωτική δράση

Μία άλλη ευεργετική δράση των ω-3 είναι η αντιθρομβωτική. Αυτή εξηγείται μέσω της μειωμένης σύνθεσης των εικοσανοειδών, που προέρχονται από το αραχιδονικό, όταν επικρατούν τα ω-3. Έτσι, οι προσταγλαδίνες και οι

θρομβοξάνες που παράγονται, έχουν διαφορετικές δομικές και βιολογικές λειτουργίες, από αυτές που προέρχονται από τα ω-6. Οι θρομβοξάνες TXA<sub>3</sub> και οι προσταγλαδίνες PGI<sub>2</sub>, δεν ευνοούν την συσσώρευση αιμοπεταλίων και με αυτό τον τρόπο, τα ω-3 θεωρείται ότι, προωθούν ένα λιγότερο θρομβωτικό περιβάλλον.

Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει και μελέτη του Calder, στην οποία φάνηκε ότι, η κατανάλωση EPA και DHA, μειώνουν το AA στους ιστούς, αναστέλλοντας την σύνθεσή του και μειώνοντας τα επίπεδά του, στα φωσφολιπίδια των μεμβρανών. Τα εικοσανοειδή, που προέρχονται από το EPA, προκαλούν λιγότερη αγγειοσυστολή και επομένως συσσώρευση αιμοπεταλίων, σε σχέση με τα εικοσανοειδή από το AA. Με αυτό τον τρόπο τα ιχθυέλαια, θα μπορούσαν να θεωρηθούν ότι προάγουν, την ισορροπία θρομβοξανών- προσταγλαδινών (TPhilip C et al. 2004).

Ένας από τους βασικούς παράγοντες, για την εκδήλωση στεφανιαίας νόσου, είναι ο σχηματισμός θρόμβων. Την δράση των μονοακόρεστων στη διαδικασία της αιμόστασης, μελέτησαν οι Perez- Jimenez και κατέληξαν ότι η κατανάλωσή τους, φαίνεται να προκαλεί μείωση του κολλαγόνου στα αιμοπετάλια.

#### ➤ Λιπαρά οξέα και δράση στη σύνθεση TG

Η ευεργετική επίδραση των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων και κυρίως του ελαιολάδου, σε διπλά τυφλή τυχαιοποιημένη μελέτη, έδειξε ότι, η υψηλή κατανάλωση MUFA σε σχέση με την τυπική αμερικάνικη διαίτα, προκαλεί μείωση της ολικής και LDL χοληστερόλης κατά 10% και 14% αντίστοιχα, καθώς και μείωση στα επίπεδα των TG κατά 13%. Αυτό εξηγείται, είτε εξαιτίας αλλαγών στη σύσταση των VLDL λιποπρωτεϊνών, είτε εξαιτίας αλλαγών στη δράση ενζύμων, που αυξάνουν τον καταβολισμό των VLDL και μειώνουν τα τριγλυκερίδια του αίματος. Μία τέτοιου είδους διαίτα, υψηλή σε μονοακόρεστα, οδήγησε σε μείωση του καρδιαγγειακού κινδύνου κατά 25% (Kris-Etherton PM, et al. 1999).

Από μελέτες φάνηκε ότι, τα υψηλά επίπεδα τριγλυκεριδίων στο πλάσμα, που παρατηρούνται σε κατάσταση νηστείας ή μεταγευματικά, αυξάνουν την πιθανότητα για καρδιαγγειακά και ότι η ημερήσια κατανάλωση 4 γραμμαρίων ω-3 λιπαρών οξέων, που προέρχονται από ιχθυέλαια, μειώνει τις συγκεντρώσεις των τριγλυκεριδίων κατά 25-30% (Harris WS 1996). Πιθανή εξήγηση αποτελεί η μείωση στη σύνθεση των VLDL, που προκαλούν τα ω-3, σύμφωνα με μελέτες κινητικής σε ανθρώπους και πειραματόζωα (Nestel PJ.1990).

Στις περισσότερες μελέτες που έχουν γίνει στους διαβητικούς, η κατανάλωση ιχθυελαίων δείχνει να μειώνει σημαντικά τη συγκέντρωση των τριακυλογλυκερολών του πλάσματος, ενώ σε ορισμένες, φαίνεται να αυξάνεται η γλυκόζη στο πλάσμα. Συνήθως, πρόσληψη >3gr ανά ημέρα, δείχνει στις περισσότερες μελέτες ότι, είναι αρκετή για σημαντική μείωση των TG (Harris WS. 1996).

➤ Λιπαρά οξέα και επίδραση στην αρτηριακή πίεση

Την μικρή, αλλά σημαντική υποτασική επίδραση των ω-3, τόσο σε νορμοτασικούς όσο και σε υπερτασικούς, επιβεβαιώνει πρόσφατη μετανάλυση των Geleijnse et al . Το αποτέλεσμα της μετανάλυσης, 36 μελετών που συμπεριλήφθηκαν, έδειξε ότι η καθημερινή πρόσληψη περίπου 3,7 γραμμαρίων ιχθυέλαιου, προκαλεί μείωση της συστολικής πίεσης κατά 2,1 mmHg και της διαστολικής κατά 1,6 mmHg. Σε υπερτασικούς και σε άτομα άνω των 45 ετών, η μείωση φάνηκε να είναι μεγαλύτερη. Οι πιθανοί μηχανισμοί, φαίνεται να είναι αφενός μεν, η ενσωμάτωση EPA και DHA στα φωσφολιπίδια των μεμβρανών, που βελτιώνει την αρτηριακή λειτουργία, και αφετέρου ότι, τα EPA και DHA βελτιώνουν την ενδοθηλιακή λειτουργία, με την αύξηση της απελευθέρωσης NO (Geleijnse JM et al. 2002).

Ακόμα, μελέτη των Fanaian et al, σε ασθενείς τύπου II, που ακολουθούσαν δύο διαφορετικά είδη διαίτας (είτε χαμηλή σε λίπος και υψηλή σε υδατάνθρακες είτε πλούσια σε MUFA) έδειξε ότι, η διαίτα πλούσια σε MUFA, προκάλεσε μείωση της συστολικής και διαστολικής πίεσης (Fanaian M et al. 1996).

## 2.6 ΙΣΧΥΡΙΣΜΟΣ ΥΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΓΑΛΑΚΤΟΜΙΚΑ

### 2.6.1 Ορισμός και χαρακτηριστικά

Αρχικά, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ως «ισχυρισμός διατροφής» ορίζεται κάθε ισχυρισμός που δηλώνει, υπονοεί ή οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ένα τρόφιμο διαθέτει ιδιαίτερες ευεργετικές θρεπτικές ιδιότητες λόγω (eur-lex.europa.eu):

- α) της ενέργειας (θερμιδικής αξίας) που
  - i) παρέχει,
  - ii) παρέχει σε μειωμένο ή αυξημένο ποσοστό, ή
  - iii) δεν παρέχει, ή/και
- β) των θρεπτικών και άλλων ουσιών που
  - i) περιέχει,
  - ii) περιέχει σε μειωμένο ή αυξημένο ποσοστό, ή
  - iii) δεν περιέχει.

**Ισχυρισμός υγείας** ορίζεται κάθε ισχυρισμός που δηλώνει ή υπονοεί ή οδηγεί στο συμπέρασμα ότι υπάρχει σχέση μεταξύ κατηγορίας τροφίμων, τροφίμου η συστατικού του τροφίμου και της υγείας, δηλαδή, αναφέρεται στην επίδραση που έχει ένα τρόφιμο ή ένα συστατικό του στην υγεία του καταναλωτή.

Για να χρησιμοποιηθεί ένας ισχυρισμός θα πρέπει να ισχύουν οι παρακάτω προϋποθέσεις (foodbites.eu):

1. το τρόφιμο θα πρέπει να διαθέτει τα ειδικά θρεπτικά χαρακτηριστικά όπως αυτά θα καθορισθούν στα ειδικά περιγράμματα θρεπτικών συστατικών
2. η παρουσία της θρεπτικής ή άλλης ουσίας για την οποία γίνεται ο ισχυρισμός θα πρέπει να έχει αποδεδειγμένα ευεργετικό θρεπτικό ή φυσιολογικό αποτέλεσμα σύμφωνα με γενικώς αποδεκτά επιστημονικά στοιχεία
3. η θρεπτική ή άλλη ουσία για την οποία γίνεται ο ισχυρισμός θα πρέπει να περιέχεται στο τελικό προϊόν σε σημαντική ποσότητα η θρεπτική ή άλλη ουσία για την οποία γίνεται ο ισχυρισμός θα πρέπει να είναι σε μορφή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον οργανισμό

4. η ποσότητα του προϊόντος που ευλόγως αναμένεται να καταναλωθεί παρέχει σημαντική ποσότητα της θρεπτικής ή άλλης ουσίας για την οποία διατυπώνεται ο ισχυρισμός
5. ο ισχυρισμός θα πρέπει να συμμορφώνεται με τους ειδικούς όρους που καθορίζονται στον Κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1924/2006
6. οι ισχυρισμοί επί θεμάτων διατροφής και υγείας αναφέρονται σε τρόφιμα έτοιμα προς κατανάλωση σύμφωνα με τις οδηγίες του παρασκευαστή
7. η χρήση των ισχυρισμών διατροφής και υγείας επιτρέπεται μόνον εάν ο μέσος καταναλωτής αναμένεται να κατανοεί τα ευεργετικά αποτελέσματα όπως αυτά διατυπώνονται στον ισχυρισμό.

### Πίνακας 2.0.5 Απαγορεύσεις ισχυρισμών υγείας

<b>ΑΠΑΓΟΡΕΥΟΝΤΑΙ ΟΙ ΙΣΧΥΡΙΣΜΟΙ</b>				
Ψευδείς, διφορούμενοι, παραπλανητικοί	Που δημιουργούν αμφιβολίες σχετικά με την ασφάλεια ή/και θρεπτική επάρκεια του τροφίμου	Που αναφέρεται σε αλλαγές των λειτουργιών του οργανισμού οι οποίες θα μπορούσαν να προκαλέσουν ή δημιουργούν αισθήματα φόβου στον καταναλωτή	Που ενισχύουν την υπερβολική κατανάλωση ενός τροφίμου	Που δηλώνουν ή υπονοούν ότι μια ισορροπημένη διατροφή δεν μπορεί να παρέχει επαρκείς ποσότητες των θρεπτικών ουσιών γενικά

Πηγή: ΕΦΕΤ, 2013

## 2.6.2 Προϋποθέσεις για τη χρήση των ισχυρισμών διατροφής και υγείας

Σύμφωνα με το άρθρο 4 του Κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1924/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 20 Δεκεμβρίου 2006, σχετικά με τους ισχυρισμούς διατροφής και υγείας που διατυπώνονται στα τρόφιμα, οι προϋποθέσεις για τη χρήση των ισχυρισμών διατροφής και υγείας συνοψίζονται ως εξής:

1. Έως τις 19 Ιανουαρίου 2009, η Επιτροπή καθορίζει, με τη διαδικασία του άρθρου 24 παράγραφος 2 ειδικά περιγράμματα θρεπτικών συστατικών (*nutrient profile*) και τους όρους χρήσης τους, συμπεριλαμβανομένων των εξαιρέσεων, που πρέπει να τηρούνται για τη χρήση ισχυρισμών διατροφής ή υγείας στα τρόφιμα ή /και στις κατηγορίες τροφίμων.

Αυτά τα περιγράμματα των θρεπτικών συστατικών που καθορίζονται για τα τρόφιμα ή/και για ορισμένες κατηγορίες τροφίμων, καθώς και οι όροι χρήσης ενός ισχυρισμού διατροφής και υγείας σύμφωνα με τα περιγράμματα των θρεπτικών συστατικών, θεσπίζονται λαμβάνοντας υπόψη ιδιαίτερα:

α) τις ποσότητες ορισμένων θρεπτικών και άλλων ουσιών που περιέχονται στο τρόφιμο, όπως τα λιπαρά, τα κορεσμένα λιπαρά οξέα, τα *trans*-λιπαρά οξέα, τα σάκχαρα και το αλάτι/νάτριο·

β) το ρόλο και τη σημασία του τροφίμου (ή των κατηγοριών τροφίμων) στη διαίτα του πληθυσμού εν γένει ή, ανάλογα με την περίπτωση, ορισμένων ομάδων κινδύνου συμπεριλαμβανομένων των παιδιών·

γ) τη γενική θρεπτική σύνθεση του τροφίμου και την παρουσία θρεπτικών ουσιών οι οποίες έχει αποδειχθεί επιστημονικώς ότι επηρεάζουν την υγεία.

Τα περιγράμματα των θρεπτικών συστατικών βασίζονται στις επιστημονικές γνώσεις σχετικά με τη διαίτα και τη διατροφή καθώς και τη σχέση τους με την υγεία.

Για τον καθορισμό των περιγραμμάτων των θρεπτικών συστατικών, η Επιτροπή ζητά από την Αρχή να παράσχει εντός 12 μηνών σχετική επιστημονική γνώμη, εστιαζόμενη ιδίως στα ακόλουθα:

ι) εάν τα περιγράμματα θα πρέπει να καθορίζονται για τα τρόφιμα εν γένει ή/ και για κατηγορίες τροφίμων·

ii) την επιλογή και την ισορροπία των θρεπτικών ουσιών που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη·

iii) την επιλογή της ποσότητας αναφοράς /της βάσης για τα περιγράμματα·

iv) τη μέθοδο υπολογισμού των περιγραμμάτων και

v) τη δοκιμή ενός προτεινόμενου συστήματος.

Κατά τον καθορισμό των περιγραμμάτων των θρεπτικών συστατικών, η Επιτροπή πραγματοποιεί διαβουλεύσεις με τους ενδιαφερομένους, ιδίως δε με τους υπεύθυνους των επιχειρήσεων τροφίμων και τις οργανώσεις καταναλωτών.

Τα περιγράμματα των θρεπτικών συστατικών και οι προϋποθέσεις χρήσης τους επικαιροποιούνται με τη διαδικασία του άρθρου 24 παράγραφος 2 λαμβάνοντας υπόψη τις σχετικές επιστημονικές εξελίξεις.

2. Κατά παρέκκλιση της παραγράφου 1, επιτρέπονται οι ισχυρισμοί διατροφής που αναφέρονται στη μείωση των λιπαρών, κορεσμένων λιπαρών οξέων, trans-λιπαρών οξέων, σακχάρων και αλατιού/νατρίου χωρίς να γίνεται αναφορά στο περίγραμμα για την ή τις συγκεκριμένες θρεπτικές ουσίες για τις οποίες διατυπώνεται ο ισχυρισμός, εφόσον συμμορφώνονται με τους όρους του παρόντος κανονισμού.

3. Τα ποτά με περιεκτικότητα σε αιθανόλη άνω του 1,2 % κατ' όγκο δεν φέρουν:

α) ισχυρισμούς υγείας·

β) ισχυρισμούς διατροφής, εκτός από αυτούς που αναφέρονται σε μείωση της περιεκτικότητας σε αιθανόλη ή της ενεργειακής αξίας.

4. Ελλείψει συγκεκριμένων κοινοτικών κανόνων σχετικά με τους ισχυρισμούς διατροφής που αναφέρονται σε μείωση της περιεκτικότητας ή απουσία αιθανόλης ή σε μειωμένη ή μηδενική ενεργειακή αξία σε ποτά τα οποία, κανονικά, περιέχουν αιθανόλη, επιτρέπεται να εφαρμόζονται εθνικοί κανόνες τηρουμένης της συνθήκης.

5. Τρόφιμα ή κατηγορίες τροφίμων, άλλα από εκείνα που αναφέρονται στην παράγραφο 3, για τα οποία οι ισχυρισμοί διατροφής και υγείας πρέπει να περιοριστούν ή να απαγορευθούν, μπορούν να καθορισθούν με τη διαδικασία του άρθρου 24 παράγραφος 2 και σύμφωνα με τις επιστημονικές ενδείξεις.



Επίσης, όπως ορίζεται στο άρθρο 6 του ίδιου κανονισμού (ΕΚ αριθ. 1924/2006), η θρεπτική ή άλλη ουσία για την οποία γίνεται ο ισχυρισμός:

i) περιέχεται στο τελικό προϊόν σε σημαντική ποσότητα όπως ορίζεται στην κοινοτική νομοθεσία ή, όπου δεν υπάρχουν τέτοιοι κανόνες, σε ποσότητα που θα επιφέρει το θρεπτικό ή φυσιολογικό αποτέλεσμα που δηλώνει ο ισχυρισμός σύμφωνα με γενικώς αποδεκτά επιστημονικά δεδομένα, ή

ii) δεν περιέχεται ή περιέχεται σε μειωμένη ποσότητα η οποία επιφέρει το θρεπτικό ή φυσιολογικό αποτέλεσμα που δηλώνει ο ισχυρισμός σύμφωνα με γενικώς αποδεκτά επιστημονικά δεδομένα.

Τέλος, για να πάρει ένα προϊόν ισχυρισμό υγείας, πρέπει να ακολουθεί τους ειδικούς όρους χρήσης των ισχυρισμών υγείας, που βρίσκονται στο κείμενο κατευθυντήριων γραμμών, που έχει εκδώσει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στην Εκτελεστική Απόφαση 2013/63 ΕΕ της 24ης Ιανουαρίου 2013.

Έτσι όταν διατυπώνεται ισχυρισμός υγείας, πέραν της χρήσης της διατύπωσης του ισχυρισμού όπως αποτυπώνεται στον εγκριτικό Κανονισμό του θα πρέπει στην επισήμανσή του να αναγράφονται ΚΑΙ οι ακόλουθες πληροφορίες (foodbites.eu):

1. δήλωση που να επισημαίνει τη σπουδαιότητα της ποικίλης και ισορροπημένης διατροφής και του υγιεινού τρόπου ζωής
2. η ποσότητα του τροφίμου και ο τρόπος κατανάλωσης που απαιτούνται, ώστε να επιτευχθεί το ευεργετικό αποτέλεσμα που δηλώνει ο ισχυρισμός
3. κατά περίπτωση, δήλωση προς τα άτομα που πρέπει να αποφεύγουν την κατανάλωση του τροφίμου και
4. κατάλληλη προειδοποίηση για τα προϊόντα που ενδέχεται να αποτελούν κίνδυνο για την υγεία σε περίπτωση υπερβολικής κατανάλωσής τους.

### **2.6.3 Ισχυρισμός υγείας στα γαλακτοκομικά**

Βάσει των Ευρωπαϊκών κανονισμών και κατευθυντήριων γραμμών, οι ισχυρισμοί υγείας που αφορούν τα γαλακτοκομικά προϊόντα, αναφέρονται κυρίως στα εξής (eur-lex.europa.eu):

#### **ΧΑΜΗΛΑ ΛΙΠΑΡΑ**

Ο ισχυρισμός ότι ένα τρόφιμο έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά καθώς και κάθε ισχυρισμός που ενδέχεται να έχει το ίδιο νόημα για τον καταναλωτή, μπορεί να χρησιμοποιείται μόνον όταν το προϊόν δεν περιέχει περισσότερα από 3 g λιπαρών ανά 100 g για στερεές τροφές ή 1,5 g λιπαρών ανά 100 ml για υγρές τροφές (1,8 g λιπαρών ανά 100 ml για το ημιαποβουτυρωμένο γάλα).

#### **ΧΑΜΗΛΑ ΚΟΡΕΣΜΕΝΑ ΛΙΠΑΡΑ**

Ο ισχυρισμός ότι ένα τρόφιμο έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά καθώς και κάθε ισχυρισμός που ενδέχεται να έχει το ίδιο νόημα για τον καταναλωτή, μπορεί να χρησιμοποιείται μόνον εάν το άθροισμα των κορεσμένων λιπαρών οξέων και των trans λιπαρών οξέων στο προϊόν δεν υπερβαίνει τα 1,5 g ανά 100 g για στερεές τροφές ή 0,75 g ανά 100 ml για υγρές τροφές και, σε κάθε περίπτωση, το άθροισμα των κορεσμένων λιπαρών οξέων και των trans λιπαρών οξέων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 10 % της ενεργειακής αξίας.

Αναφορικά με τα τυριά και πιο συγκεκριμένα με τη φέτα, είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει σωστή πληροφόρηση για τα θρεπτικά τους συστατικά, αλλά κυρίως για τα λιπαρά, τα οποία είναι αυτά που τους έχουν αποδώσει μια κακή φήμη στο πέρασμα των χρόνων. Ο κανονισμός 432/2012, που μιλάει για τους ισχυρισμούς υγείας των τροφίμων στην Ε.Ε., βάζει ισχυρισμό για τη φέτα λόγω του ότι είναι πλούσια σε πρωτεΐνη. Ένα σωρό ενδιαφέροντες ισχυρισμούς, όπως ότι βοηθάει στην ανάπτυξη των οστών, βοηθάει στην ανάπτυξη και διατήρηση των μυών και πολλά άλλα.

Στο πλαίσιο αυτό, σημαντική είναι η δράση και ο ρόλος του CLA, καθώς βάσει πολλών μελετών τα τελευταία χρόνια, έχει αποδειχθεί ότι (iatronet.gr):

- περιορίζει την ανάπτυξη και συρρικνώνει το μέγεθος των καρκινικών κυττάρων,
- σκοτώνει τα προ-καρκινικά κύτταρα,
- διεγείρει το ανοσοποιητικό σύστημα,

- μειώνει τις καρδιακές παθήσεις και πολεμάει το διαβήτη
- μειώνει τα επίπεδα των τριγλυκεριδίων, της συνολικής και της "κακής" χοληστερόλης
- επηρεάζει την σύσταση του σώματος και
- έχει αντιοξειδωτική δράση.

«Το CLA, αντίθετα με το απλό λινολεϊκό οξύ δεν είναι ένα απαραίτητο θρεπτικό στοιχείο για τον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά ο τρόπος δράσης του και κυρίως η αντικαρκινική του δράση το καθιστά "απαραίτητο". Η ποσότητα που χρειάζεται το σώμα μας δεν είναι μεγάλη και σύμφωνα με κάποιες συστάσεις φτάνει μόλις τα 3.5 γραμμάρια μέσα από τη διαίτα, ποσότητα που αντιστοιχεί σε μία φέτα τυρί, μια μερίδα μοσχαρίσιου κρέατος και ένα ποτήρι γάλα (με την προϋπόθεση βέβαια όπως τονίζουν οι επιστήμονες να προέρχονται από ζώα ελεύθερης βοσκής, αφού το είδος της διατροφής του ζώου προσδιορίζει και τα επίπεδα του CLA στη διαίτα)» (iatronet.gr).

### 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΤΟ ΤΥΡΙ «ΦΕΤΑ»

#### 3.1 ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ

Η φέτα (βλ. παρακάτω εικόνα), συνιστά ένα τυρί που παρασκευάζεται στην Ελλάδα από πρόβειο γάλα ή από μείγμα πρόβειου και κατσικίσιου γάλακτος (European Commission, 2002). Παρόμοια αλμυρά τυριά συχνά παρασκευάζονται εν μέρει ή εξ' ολοκλήρου από αγελαδινό γάλα και συχνά ονομάζονται *φέτα*. Πρόκειται για ένα εύθρυπτο τυρί, που συνήθως παράγεται σε υπαίθριες περιοχές και έχει ελαφρώς κοκκώδη υφή (Gooch, 2006).



Η φέτα χρησιμοποιείται ως επιτραπέζιο τυρί, καθώς και σε σαλάτες (π.χ. ελληνική σαλάτα- χωριάτικη) και αρτοσκευάσματα. Το πιο αξιοσημείωτο είναι η χρήση του στα Ελληνικά πιάτα της σπανακόπιτας και της τυρόπιτας ή σερβίρεται με λίγο ελαιόλαδο ή ελιές. Μπορεί επίσης να σερβίρεται μαγειρεμένο ή ψημένο στη σχάρα, ως μέρος ενός σάντουιτς, σε ομελέτες ή ως αλμυρή εναλλακτική λύση σε άλλα τυριά σε διάφορα πιάτα (Gooch, 2006).

Από το 2002, η φέτα υπήρξε προϊόν προστατευόμενης ονομασίας προέλευσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ). Σύμφωνα με τη σχετική νομοθεσία της ΕΕ, μόνο τα τυριά που παράγονται με παραδοσιακό τρόπο σε συγκεκριμένες περιοχές της Ελλάδας, τα οποία παρασκευάζονται από πρόβειο γάλα ή από μείγμα προβάτων και μέχρι 30% γάλα κατσίκας από την ίδια περιοχή, μπορούν να ονομαστούν φέτα (European Commission, 2002). Ωστόσο, παρόμοια λευκά τυριά (συχνά αποκαλούμενα ως *λευκό τυρί* σε διάφορες γλώσσες) βρίσκονται στην Ανατολική Μεσόγειο και γύρω από τη Μαύρη Θάλασσα (Gooch, 2006).

Η φέτα είναι ένα μαλακό άσπρο τυρί με μικρές ή καθόλου τρύπες, με συμπαγής αφή. Συνήθως σχηματίζεται σε μεγάλους όγκους, οι οποίοι είναι

βυθισμένοι σε άλμη. Η γεύση του είναι εύκρατη και αλμυρή, κυμαινόμενη από ήπια μέχρι και γλυκή. Η μέγιστη υγρασία του είναι 56%, η ελάχιστη περιεκτικότητά του σε λιπαρά στην ξηρά ουσία είναι 43% και το pH του κυμαίνεται συνήθως από 4,4 έως 4,6 (European Commission, 2002).

Η φέτα παραδοσιακά κατηγοριοποιείται σε σταθερές και μαλακές ποικιλίες. Η σταθερή ποικιλία είναι ταχύτερη και θεωρείται υψηλότερη σε ποιότητα. Η μαλακή ποικιλία είναι σχεδόν αρκετά μαλακή ώστε να μπορεί να επαλειφθεί, χρησιμοποιείται κυρίως σε πίτες και πωλείται σε φθηνότερη τιμή. Όταν τεμαχιστεί σε φέτες, η φέτα παράγει πάντα μια ποικίλη ποσότητα τρίμματος, η οποία ποικιλία χρησιμοποιείται επίσης σε πίτες (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

Η φέτα υψηλής ποιότητας θα πρέπει να έχει κρεμώδη υφή κατά τη δειγματοληψία και αρώματα του γάλακτος, βουτύρου και γιαουρτιού. Στο στόμα είναι εύγευστο, ελαφρώς αλμυρό και ελαφρώς ξινό, με πικάντικο φινίρισμα που θυμίζει πιπέρι και τζίντζερ, καθώς και μια νότα γλυκύτητας (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

### 3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΤΥΡΙΟΥ ΦΕΤΑΣ

Η ιστορία του τυριού και ιδίως της φέτας, είναι τόσο παλιά όσο και η ίδια η ανθρωπότητα και συνδέεται με την εξημέρωση των κατοικίδιων ζώων πριν από 10.000 χρόνια. Οι ρίζες της τυροκομίας δεν είναι γνωστές με βεβαιότητα. Πιστεύεται, ωστόσο, ότι το τυρί παράχθηκε για πρώτη φορά πριν από περίπου 8.000 χρόνια. Είναι πολύ πιθανό η ανακάλυψή του να ήταν εντελώς τυχαία (Barthelemy & Sperat- Czar, 2004).

Στον σύγχρονο καταναλωτή, η έννοια της φέτας, σημαίνει τυρί άλμης, που παράγεται στην Ελλάδα, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένη τεχνολογία γάλακτος από πρόβειο και αίγαιο γάλα. Σύμφωνα με την ελληνική μυθολογία, οι θεοί έστειλαν τον Αρισταίο, γιο του Απόλλωνα, για να διδάξει στους Έλληνες την τέχνη της τυροκομίας και ιδίως της φέτας (Barthelemy & Sperat- Czar, 2004).

Υπάρχουν πολλά αρχεία για την παραγωγή και κατανάλωση φέτας στην αρχαία Ελλάδα, από τον Αριστοτέλη, τον Πυθαγόρα και άλλους αρχαίους συγγραφείς κωμωδίας. Είναι γνωστό τουλάχιστον από τον χρόνο του Ομήρου ότι το τυρί που ετοίμασε ο Κύκλωπας Πολύφημος και περιγράφηκε στο 8ο π.Χ. αιώνα στην Οδύσσεια του Ομήρου, θεωρείται ο πρόγονος της φέτας ((Barthelemy & Sperat- Czar, 2004): *Εμείς μπήκαμε στο σπήλαιο, αλλά δεν ήταν εκεί, μόνο τα παχιά πρόβατα του βόσκουν στο λιβάδι. Τα υφαντά καλάθια ήταν γεμάτα τυρί, οι πτυχές ήταν γεμάτες από πρόβατα και κατσίκες και όλα τα αντικείμενα, οι γλάστρες, οι μπιανιέρες και τα ψωμάκια όπου έβγαζαν οι άνθρωποι το γάλα ήταν γεμάτα από ορό γάλακτος. Γιατί ο καλός μου κριός είναι ο τελευταίος που φεύγει από την πτυχή; Ποτέ δεν είχε μείνει πίσω από το κοπάδι πριν. Είχε πάντα το πρώτο περπάτημα μπροστά για να βόσκουν τα υπόλοιπα κοπάδια τα τρυφερά φύλλα χόρτου και για να δημιουργηθεί αυτό το «χιονισμένο» τυρί.*

Σύμφωνα με το μύθο, ο Κύκλωπας Πολύφημος ήταν ο πρώτος που παρασκεύασε το τυρί φέτας. Μεταφέροντας το γάλα που συλλέγει από τα πρόβατά του σε δερμάτινα σακίδια που φτιάχνονταν από ζωικά στομάχια, μια μέρα συνειδητοποίησε με μεγάλη έκπληξή του ότι το γάλα είχε πήξει και είχε πάρει μια στερεά, νόστιμη και διατηρήσιμη μορφή (Barthelemy & Sperat- Czar, 2004).

Οι πρώτες αναφορές στην παραγωγή τυριού στην Ελλάδα χρονολογούνται από τον 8ο αιώνα π.Χ. και η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την παρασκευή τυριού από πρόβειο ή αίγαιο γάλα, όπως περιγράφεται στην Οδύσσεια του Ομήρου, περιλαμβάνει τα περιεχόμενα του σπηλαίου του Polyphemos, τα οποία είναι

παρόμοια με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται από τους Έλληνες ποιμένες σήμερα για να παράγουν φέτα (Dalby, 1996).

Το τυρί από πρόβειο ή αίγειο γάλα ήταν ένα κοινό φαγητό στην αρχαία Ελλάδα και ένα αναπόσπαστο συστατικό της μεταγενέστερης ελληνικής γαστρονομίας. Το τυρί φέτα καταγράφεται για πρώτη φορά στη Βυζαντινή Αυτοκρατορία (Poem on Medicine 1.209) με το όνομα πρόσφατος (στα ελληνικά: πρόσφατος, φρέσκος) και παράγεται σε ένα μεγάλο βαθμό σήμερα από τους Κρητικούς και τους Βλάχους της Θεσσαλίας. Στα τέλη του 15ου αιώνα, ένας Ιταλός επισκέπτης στην Candia, Pietro Casola, περιγράφει την εμπορία της φέτας, καθώς και την αποθήκευση της σε άλμη (Dalby, 1996).

Η ελληνική λέξη φέτα προέρχεται από την ιταλική λέξη fetta, η οποία με τη σειρά της προέρχεται από τη λατινική λέξη offa (που σημαίνει κομμάτι). Η έννοια της φέτας εισήχθη στην ελληνική γλώσσα τον 17ο αιώνα και έγινε ένας ευρέως διαδεδομένος όρος στον 19ο αιώνα και μάλλον αναφέρεται στην πρακτική του τεμαχισμού του τυριού για να τοποθετηθούν οι φέτες σε βαρέλια (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

### 3.3 ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΦΕΤΑΣ

Εν συνεχεία, παραδοσιακά, εντός και εκτός της Ευρωζώνης, η φέτα παράγεται με τη χρήση μόνο ολόκληρου γάλακτος από πρόβειο γάλα ή μείγματος γάλακτος προβάτων και αιγών (με κατ'ανώτατο όριο 30% κατσικίσιο γάλα). Το γάλα μπορεί να είναι παστεριωμένο ή όχι, αλλά οι περισσότεροι παραγωγοί χρησιμοποιούν τώρα παστεριωμένο γάλα. Όταν το παστεριωμένο γάλα έχει κρυώσει στους περίπου 35 ° C (95 ° F), προστίθεται πυτιά και η καζεΐνη αφήνεται να πήξει. Τα συμπαγή τυρόπηλα κόβονται έπειτα και τοποθετούνται σε ένα ειδικό καλούπι ή σακούλα υφάσματος για να επιτρέψουν την αποστράγγιση του ορού γάλακτος (Polychroniadou- Alichanidou, 2004).

Μετά από αρκετές ώρες, το τυρόπηγμα είναι αρκετά σταθερό για να κόψει και να αλάσει. Η αλατότητα θα φτάσει τελικά περίπου στο 3% και στη συνέχεια τοποθετούνται τα αλατισμένα τυριά (ανάλογα με τον παραγωγό και την περιοχή της Ελλάδας) ή ξύλινα βαρέλια, και επιτρέπεται να εγχέεται για αρκετές ημέρες. Αφού ολοκληρωθεί η ξηρή αλατότητα του τυριού, η γήρανση ή η ωρίμαση σε άλμη (διάλυμα 7% άλατος σε νερό) διαρκεί αρκετές εβδομάδες σε θερμοκρασία δωματίου και στη συνέχεια για τουλάχιστον 2 μήνες, το τυρί τοποθετείται σε περιβάλλον με υψηλή υγρασία (Polychroniadou- Alichanidou, 2004).

Επίσης, η γήρανση του τυριού εντός του βαρελιού λέγεται ότι δίνει στο τυρί μοναδική γεύση και είναι πιο παραδοσιακή. Τα εμπορευματοκιβώτια μεταφέρονται έπειτα σε σούπερ μάρκετ όπου το τυρί κόβεται και πωλείται απευθείας από το δοχείο. Εναλλακτικά μπλοκ τυποποιημένου βάρους συσκευάζονται σε σφραγισμένα πλαστικά κύπελλα με κάποια άλμη. Η φέτα στεγνώνει σχετικά γρήγορα ακόμη και όταν ψύχεται. Εάν φυλάσσεται για περισσότερο από μία εβδομάδα, πρέπει να διατηρείται σε άλμη ή σε ελαφρώς αλατισμένο γάλα (Polychroniadou- Alichanidou, 2004).

#### 3.3.1 Παραδοσιακή παραγωγική διαδικασία

Για να επιτευχθεί η παραδοσιακή παραγωγική διαδικασία, δηλαδή για να δημιουργηθεί μια δομημένη φέτα, ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα.

1. Τυποποίηση του γάλακτος σε P / F = 0,90 και παστερίωση (72C, 16S ή 62C, 30 λεπτά). Οι Έλληνες προτιμούν ένα άψογα λευκό προϊόν από το πρόβειο γάλα. Το κατσικίσιο γάλα παράγει επίσης ένα λευκό τυρί. Εάν



είναι επιθυμητό, μπορεί να γίνει ένα ομαλότερο προϊόν αγελαδινού γάλακτος επιλέγοντας γάλα με υψηλότερη περιεκτικότητα σε λιπαρά στην περιοχή από 5,5 έως 6,0%. Το ανεπιθύμητο χρώμα κρέμας του αγελαδινού γάλακτος μπορεί να αφαιρεθεί με επεξεργασία του γάλακτος με 0,03-0,04% διοξείδιο του τιτανίου. Το διοξείδιο του τιτανίου αραιώνεται με 10 φορές το βάρος του ζεστού νερού και προστίθεται στο γάλα πριν από τη ζύμωση. Το τυρί του λευκού μπορεί επίσης να παραχθεί από αγελαδινό γάλα με ομογενοποίηση του γάλακτος (Polychroniadou- Alichanidou, 2004).

2. Ρύθμιση της θερμοκρασίας στους 30C, προσθήκη 3% του εκκινητή S. lactis και / ή S. cremoris. και 3 g λιπάσης ανά 1.000 kg γάλακτος. Αθροίζεται για περίπου μία ώρα έως ότου το pH της φέτας να είναι 6,6 - 6,5 (Polychroniadou- Alichanidou, 2004).
3. Αραίωση της πυτίας με 10 κιλά νερού και προσθήκη του μείγματος στο γάλα. Ανακίνηση για 3 λεπτά. Ο χρόνος ρύθμισης πρέπει να είναι 45 - 60 λεπτά (Polychroniadou- Alichanidou, 2004).
4. Κόψιμο του τυροπήγματος με τα μαχαίρια Omega (μαχαίρια 12,8 mm) (Polychroniadou- Alichanidou, 2004).
5. Βύθιση του τυροπήγματος και του τυρόγαλου σε ορθογώνιες μορφές σε ειδικό τραπέζι (Polychroniadou- Alichanidou, 2004).
6. Τοποθέτηση του τυροπήγματος σε ένα δωμάτιο στους 18 ° C και σε 85% RH. Εάν δεν υπάρχει τέτοιο δωμάτιο, συστήνεται να καλύψει κανείς το τυρί με ένα καθαρό πανί και αποθηκευτεί τη νύχτα σε θερμοκρασία δωματίου με μεγάλη υγρασία (Polychroniadou- Alichanidou, 2004).

Όταν το pH είναι 4,7, 20-24 ώρες, μετά την προσθήκη καλλιέργειας, βγάζεται το τυρί από τα στεφάνια, ζυγίζονται με τα πλησιέστερα 0,1 κιλά και κόβονται σε 10 εκατοστά κύβους (Polychroniadou- Alichanidou, 2004).

Το απαιτούμενο άλας είναι 50 γραμμάρια άλατος ανά κιλό τυριού. Το αλάτι ζυγίζεται για όλο το τυρί ταυτόχρονα και διανέμεται ομοιόμορφα με τρίψιμο αλατιού σε όλες τις πλευρές των επιφανειών του τυριού. Ακολουθεί η τοποθέτηση του τυριού σε πλαστικές κάψες των 1 λίτρων με τα καλύμματα εν μέρει ανοιχτά για να επιτραπεί κάποια αποξήρανση του τυριού και αποθηκεύεται σε θερμοκρασία δωματίου για 24 ώρες. Μια εναλλακτική διαδικασία είναι να στεγνώσει για 1 ημέρα κάτω από ένα υγρό πανί και έπειτα να αποθηκευτεί σε βαρέλια ή κάνιστρα για έως και 30 ημέρες

στους 8 έως 10C. Μετά από αυτή την περίοδο ωρίμανσης, το τυρί μπορεί να καταναλωθεί όπως είναι ή να φυλάσσεται σε άλμη 8% (Polychroniadou- Alichanidou, 2004).

Μπορεί να προστεθεί αλατόνερο 8% για να καλυφθεί το τυρί και για να ωριμάσει στους 8-10C για έως και 30 ημέρες. Στη συνέχεια αποθηκεύεται σε 2-4C μέχρι να καταναλωθεί. Το διάλυμα άλμης θα πρέπει να περιέχει 0.06% χλωριούχο ασβέστιο και επαρκές οξικό οξύ (ξύδι) για να ρυθμίσει το pH σε 4.6 (Polychroniadou- Alichanidou, 2004).

Τυπικά, το τυρί φέτα συσκευάζεται και διανέμεται σε λιανοπωλητές και εστιατόρια σε μία από τις τέσσερις μορφές:

1. Κύβοι και άλμη σε μικρές δεξαμενές.
2. Τριμμένο προϊόν σε συσκευασία αερίου (αζώτου) έτοιμο για προσθήκη σε σαλάτες.
3. Μπλοκ κενού συσκευασμένων.
4. Μαζικές αποστολές κύβων σε μεγάλες επιχειρηματικές αλυσίδες (Harbutt, 2006).

### **3.3.2 Βιομηχανική ανάλυση του τυριού φέτας**

Το τυρί φέτα θεωρείται ειδικό τυρί (ή τυρί χειροτεχνίας), καθώς δεν είναι σαν τα κανονικά τυριά μαζικής παραγωγής, όπως είναι τα τυριά τσένταρ ή μοτσαρέλα. Το τυρί φέτα είναι ένα πολύ λεπτό τυρί που έχει μια εξειδικευμένη αγορά. Όπως όλα τα προϊόντα, υπάρχουν πολλοί βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις τάσεις της αγοράς στην τυροκομική βιομηχανία. Σε αντίθεση με άλλα τυριά, η φέτα είναι γενικά ένα τυρί, με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε λίπος αλλά υψηλότερη περιεκτικότητα σε νάτριο (Adnou, 1995).

Εξετάζοντας την τυροκομική βιομηχανία και τα στοιχεία αυτής, μπορεί κανείς να διαπιστώσει ότι σε σύγκριση με την μέση τιμή του τσένταρ ή της μοτσαρέλας, η φέτα είναι περίπου 5% ακριβότερη. Με βάση αυτό το γεγονός, ορισμένοι από τους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη βιομηχανία τυροκομικών φέτας είναι οι εξής: οικονομική ανάπτυξη, τάσεις υγιεινής διατροφής, συνθήκες κτηνοτροφίας και διαχείριση της προσφοράς. Πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν τη βιομηχανία τυριού είναι αρκετά όμοιοι με αυτούς που επηρεάζουν τη βιομηχανία γαλακτοκομικών προϊόντων, επειδή η παραγωγή γάλακτος από τη γαλακτοκομική βιομηχανία απαιτείται για την παραγωγή του τυριού (Anifantakis, 1990).

Μια άλλη σημαντική κινητήρια δύναμη της βιομηχανίας φέτας είναι η αλλαγή των διατροφικών στοιχείων που εμφανίζονται από τους καταναλωτές. Όταν υπάρχουν τάσεις της αγοράς οι οποίες επηρεάζονται από τις παραμορφώσεις / τάσεις της υγείας, οι πωλήσεις ορισμένων προϊόντων αυξάνονται σε σύγκριση με άλλες περιόδους του έτους. Για παράδειγμα, οι καταναλωτές που προσπαθούν να χάσουν βάρος, οι έγκυες μητέρες ή τα άτομα με υπέρταση αγοράζουν τυριά με χαμηλή περιεκτικότητα σε νάτριο ή χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά, όπως είναι η φέτα (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

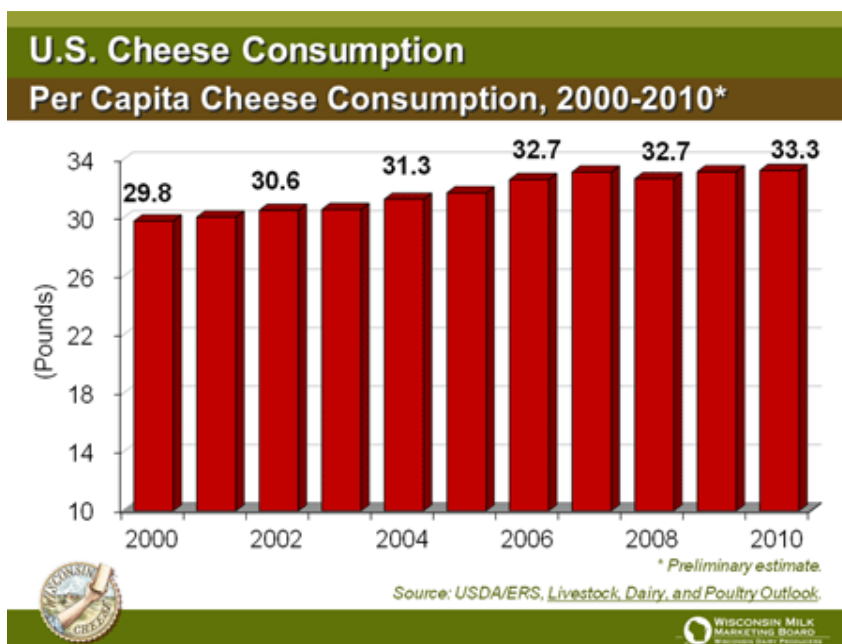
Μια άλλη πτυχή που παίζει ρόλο στην καθοδήγηση της βιομηχανίας είναι η καινοτομία. Η αλλαγή των κοινωνικών ανησυχιών και του τρόπου ζωής έχει επίσης μεγάλη επίδραση στις τάσεις της βιομηχανίας (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

Οι πελάτες, επίσης, είναι οι πιο σημαντικοί κανόνες στη διαμόρφωση της οικονομικής και ανταγωνιστικής επιτυχίας μιας εταιρείας παραγωγής και διανομής φέτας. Μερικοί από τους κύριους παράγοντες που οι πελάτες αναλύουν κατά την επιλογή μεταξύ ανταγωνιστικών σημάτων πωλητών είναι οι σημερινοί ηγέτες της αγοράς, οι καθιερωμένες μάρκες, η εμπιστοσύνη στο σήμα και η αναγνώριση, η διαθεσιμότητα προϊόντων υγείας και ευεξίας (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

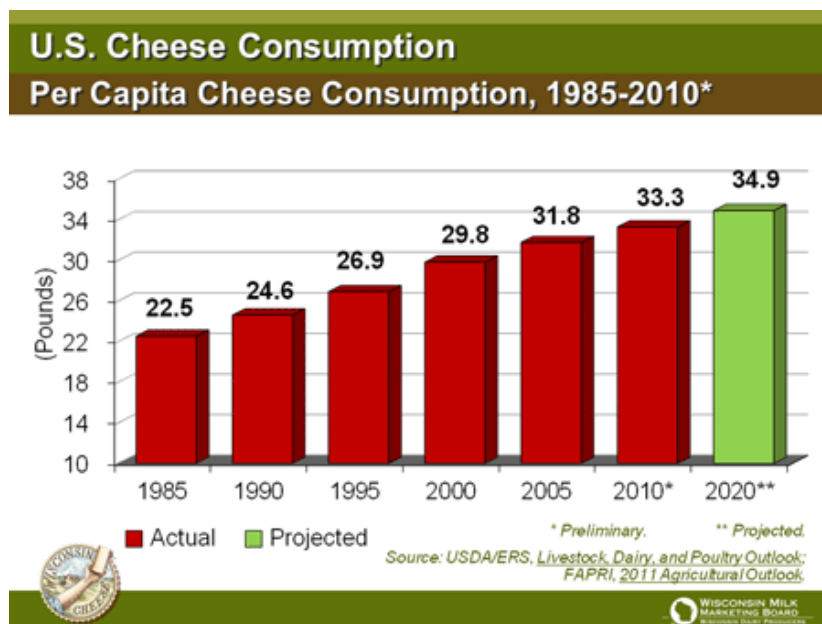
Μερικά από τα χαρακτηριστικά του προϊόντος που είναι ζωτικής σημασίας για την ευνοϊκότητά του είναι το λευκό χρώμα του τυριού, το πλούσιο άρωμα, η απαλή στην αφή και η ελαφρώς ξινή / αψιά γεύση. Οι πόροι που απαιτούνται για να είναι ανταγωνιστικές επιτυχίες σε αυτόν τον κλάδο περιλαμβάνουν την ικανότητα να δημιουργήσει κανείς ένα ποιοτικό προϊόν με όσο το δυνατόν μικρότερο κόστος λόγω των μικρών περιθωρίων κέρδους καθώς και να είναι σε θέση να παράγει μεγάλες ποσότητες όσο το δυνατόν γρηγορότερα (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

Τέλος, σημειώνεται ότι σύμφωνα με το Εθνικό Ινστιτούτο Τυριών, οι πωλήσεις τυριών φέτας σε μεγάλες αλυσίδες supermarket στις ΗΠΑ έφθασαν τους 8,000 τόνους το 2011, συνολικής αξίας 171,7 εκατομμυρίων δολαρίων. Σχετικοί είναι και οι παρακάτω πίνακες (Gagnon- Joseph, 1996).

Πίνακας 3.0.1 Κατανάλωση τυριού στις ΗΠΑ (2000-2010)



Πίνακας 3. 0.2 Κατανάλωση τυριού στις ΗΠΑ (1985-2010)



### 3.4 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Μετά από μια μακρά δικαστική διαμάχη με τη Δανία, η οποία παρήγαγε ένα τυρί με το ίδιο όνομα, χρησιμοποιώντας χημικά ασπρισμένα αγελαδινού γάλακτος, ο όρος της φέτας είναι Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης (ΠΟΠ) από τον Οκτώβριο του 2002, η οποία περιορίζει την ονομασία της φέτας στο πλαίσιο που η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ορίσει (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

Επίσης, το 2013 επετεύχθη συμφωνία με τον Καναδά, όπου η φέτα που παρασκευάζεται στον Καναδά θα λέγεται τυρί φέτα και δεν θα απεικονίζει στην ετικέτα οτιδήποτε προκαλεί την Ελλάδα. Οι καναδικές εταιρείες που χρησιμοποιούν το όνομα της φέτας πριν από τον Οκτώβριο του 2013 μπορούν να συνεχίσουν να το κάνουν (Gagnon- Joseph, 2016).

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η βιοποικιλότητα της γης σε συνδυασμό με τις ειδικές φυλές αιγοπροβάτων που χρησιμοποιούνται για το γάλα είναι αυτό που δίνει στο τυρί φέτα ένα συγκεκριμένο άρωμα και γεύση. Όταν χρειάζεται να περιγράψει κανείς μια φέτα απομίμησης, χρησιμοποιούνται ονόματα όπως η έννοια του τυρί σαλάτα και η έννοια του τυριού ελληνικού τύπου. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έδωσε σε άλλα έθνη πέντε χρόνια για να βρουν ένα νέο όνομα για την φέτα τους ή να σταματήσουν την παραγωγή τους. Λόγω της απόφασης της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η δανική γαλακτοκομική εταιρία Arla Foods άλλαξε το όνομα των λευκών τυροκομικών της προϊόντων στην Apretina (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

Πιο συγκεκριμένα, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή καθιέρωσε την προστασία της γεωγραφικής προέλευσης διαφόρων προϊόντων, χαρακτηρίζοντάς τα ως προϊόντα Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ). Στη σημερινή εποχή της παγκοσμιοποίησης, η κατοχύρωση των ονομασιών προέλευσης και το δικαίωμα χρήσης αυτών έναντι παραγωγών που παρέχουν στις αγορές απομιμήσεις δεν είναι εύκολη διαδικασία. Εφόσον ένα συγκεκριμένο προϊόν συνδέεται με το μυαλό των καταναλωτών σε ένα συγκεκριμένο όνομα, με τέτοιο τρόπο ώστε μια απλή αναφορά στο όνομα του προϊόντος να φέρνει αμέσως στο μυαλό του τον τόπο παραγωγής του, είναι δίκαιο και σύμφωνα με τις διεθνείς συνθήκες να προστατεύσει την προέλευσή του όνομα (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

Αρχικά, η πιστοποίηση ΠΟΠ για τη φέτα, δημιουργήθηκε σύμφωνα με τον κανονισμό 1107/96 ως προϊόν προστατευόμενης ονομασίας προέλευσης βάσει των όρων που καθορίζονται στον κανονισμό 2081/92 της ΕΕ σχετικά με τους όρους χαρακτηρισμού ενός προϊόντος ως τέτοιου είδους. Ωστόσο, ορισμένα κράτη μέλη προσέφυγαν στο Ευρωπαϊκό Δικαστήριο για την ακύρωση της απόφασης αυτής. Η θέση τους ήταν ότι το όνομα της φέτας είχε γίνει κοινό (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

Το Ευρωπαϊκό Δικαστήριο αποφάσισε τη μερική ακύρωση του κανονισμού 1107/96, καταργώντας το όνομα της φέτας από το μητρώο προστατευόμενων γεωγραφικών ενδείξεων. Η σκέψη πίσω από αυτή την απόφαση ήταν ότι κατά την ίδρυση της Φέτας ως ΠΟΠ, η Επιτροπή δεν έλαβε υπόψη την ανάλυση της κατάστασης σε άλλα κράτη μέλη όσον αφορά την τεκμηρίωση της γνησιότητας της καταγωγής της (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

Μετά από εμπειριστατωμένη ανάλυση της κατάστασης στα κράτη μέλη, από την οποία προέκυψε ότι η προέλευση της φέτας είναι πράγματι ελληνική και μετά από σύσταση επιστημονικής επιτροπής, η Επιτροπή πρότεινε την εκ νέου καταχώρηση της φέτας στον κανόνα (ΕΚ) 1107 / 96. Η ονομασία της φέτας επανεισάγεται στο μητρώο ΠΟΠ με την απόφαση (ΕΚ) 1829/2002 της Επιτροπής τον Οκτώβριο του 2002 (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

Το 2006 με στόχο τη βελτίωση του συστήματος, οι παραπάνω κανονισμοί αντικαταστάθηκαν από τους 510/06 και 509/06 αντίστοιχα, χωρίς ωστόσο να μεταβληθεί το πεδίο εφαρμογής τους και η σκοπιμότητά τους. Σύμφωνα με τους παραπάνω κανονισμούς και στο πλαίσιο του επαναπροσανατολισμού της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ), οι αγρότες έχουν τη δυνατότητα να στραφούν σε μορφές ολοκληρωμένης ανάπτυξης της υπαίθρου, μέσω της διαφοροποίησης της γεωργικής παραγωγής ([www.e-ea.gr](http://www.e-ea.gr)).

Επιπλέον παρέχεται η δυνατότητα αφενός στους παραγωγούς (ιδίως των μειονεκτικών και απομακρυσμένων περιοχών) να προωθήσουν ευκολότερα προϊόντα τους που παρουσιάζουν εξειδικευμένα χαρακτηριστικά, πετυχαίνοντας καλύτερες τιμές στην αγορά και βελτιώνοντας έτσι το εισόδημά τους και αφ' ετέρου στους καταναλωτές να αγοράζουν προϊόντα ποιοτικά, με εγγυήσεις για τη παραγωγή, επεξεργασία και τη γεωγραφική καταγωγή τους.

## **A. Ονομασία Προέλευσης**

Ως «Ονομασία Προέλευσης» νοείται το όνομα μιας περιοχής, ενός συγκεκριμένου τόπου ή σε εξαιρετικές περιπτώσεις μιας χώρας, το οποίο χρησιμοποιείται στην περιγραφή ενός γεωργικού προϊόντος ή ενός τροφίμου που κατάγεται από αυτήν την περιοχή, το συγκεκριμένο τόπο ή τη χώρα, του οποίου η ποιότητα ή τα χαρακτηριστικά οφείλονται κυρίως ή αποκλειστικά στο γεωγραφικό περιβάλλον, που περιλαμβάνει τους φυσικούς και ανθρώπινους παράγοντες και του οποίου η παραγωγή, η μεταποίηση και η επεξεργασία λαμβάνουν χώρα στην οριοθετημένη γεωγραφική περιοχή ([www.e-ea.gr](http://www.e-ea.gr)).

### **Σύμβολο προϊόντος Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης**



## **B. Γεωγραφική Ένδειξη**

Ως «Γεωγραφική Ένδειξη» νοείται το όνομα μιας περιοχής, ενός συγκεκριμένου τόπου ή σε εξαιρετικές περιπτώσεις μιας χώρας, το οποίο χρησιμοποιείται στην περιγραφή ενός γεωργικού προϊόντος ή ενός τροφίμου που κατάγεται από αυτήν την περιοχή, το συγκεκριμένο τόπο ή τη χώρα, του οποίου η συγκεκριμένη ποιότητα, η φήμη ή άλλο χαρακτηριστικό μπορούν να αποδοθούν στη γεωγραφική αυτή καταγωγή και του οποίου η παραγωγή ή/και μεταποίηση ή/και η επεξεργασία πραγματοποιούνται στην οριοθετημένη περιοχή ([www.e-ea.gr](http://www.e-ea.gr)).

### **Σύμβολο προϊόντος Προστατευόμενης Γεωγραφικής Ένδειξης 21**



### **Γ. Παραδοσιακό Ιδιότυπο Προϊόν**

Το «Παραδοσιακό Ιδιότυπο Προϊόν» είναι γεωργικό προϊόν ή τρόφιμο που διαθέτει εγγενή χαρακτηριστικά που το διακρίνουν σαφώς από άλλα παρεμφερή της ίδιας κατηγορίας και έχει αποδεδειγμένα χρησιμοποιηθεί στην Κοινοτική αγορά για περίοδο που καταδεικνύει μετάδοση μεταξύ γενεών. Τα ιδιότυπα χαρακτηριστικά που διαθέτει το προϊόν αυτό μπορεί να αφορούν τα φυσικά, τα χημικά μικροβιολογικά ή οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του ή ακόμη τη μέθοδο ή τις συνθήκες παραγωγής του. Ο παραδοσιακός χαρακτήρας του συνίσταται στη χρησιμοποίηση πρώτων υλών, στην σύσταση, τον τρόπο παραγωγής ή και μεταποίησης του. Πέραν των παραπάνω για να καταχωριστεί ένα όνομα στο μητρώο, θα πρέπει το όνομα να είναι ιδιότυπο ή να εκφράζει τον ιδιότυπο χαρακτήρα του προϊόντος ([www.e-ea.gr](http://www.e-ea.gr)).

### **Σύμβολο Παραδοσιακού Ιδιότυπου Προϊόντος (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης)**





### 3.5 ΟΦΕΛΗ ΦΕΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

Η φέτα, όπως προαναφέρθηκε, είναι ένα μαλακό τυρί, το οποίο παράγεται κυρίως στην Ελλάδα. Μια μερίδα φέτας (βάρους περίπου 28 γραμμαρίων) περιέχει (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006):

1. 74 θερμίδες
2. 6 γραμμάρια λίπους
3. 260 χιλιοστόγραμμα νατρίου
4. 1,2 γραμμάρια υδατάνθρακες
5. 4 γραμμάρια πρωτεΐνης
6. 1 γραμμάριο ζάχαρης
7. 0,2 χιλιοστόγραμμα ριβοφλαβίνης
8. 0,2 χιλιοστόγραμμα βιταμίνης B2 (14 τοις εκατό DV)
9. 140 χιλιοστόγραμμα ασβεστίου (14 τοις εκατό DV)
10. 312 χιλιοστόγραμμα νατρίου (13 τοις εκατό DV)
11. 94 χιλιοστόγραμμα φωσφόρου (9 τοις εκατό DV)
12. 0,5 μικρογραμμάρια βιταμίνης B12 (8 τοις εκατό DV)
13. 0,1 χιλιοστόγραμμα βιταμίνης B6 (6 τοις εκατό DV) και τέλος,
14. 4,2 μικρογραμμάρια σελήνιο (6 τοις εκατό DV).

Η φέτα, μαζί με άλλα παραδοσιακά ελληνικά γαλακτοκομικά προϊόντα, περιέχει πολλά προβιοτικά. Κάποια από αυτά είναι τα εξής: *Lactobacillus casei*, *L. paracasei*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *L. coryneformis*, *Lactobacillus curvatus*, *L. brevis*, *L. buchneri*, *Enterococcus faecalis*, *E. durans*, *Pediococcus pentosaceus*, *P. acidilactici*, *Leuconostoc lactis*, *Ln. paramesbteroides* και *Ln dextranicum*. Αυτά μπορούν να είναι ωφέλιμα για σχεδόν κάθε σύστημα του ανθρώπινου σώματος (Barbosa, 1990).

Η φέτα έχει επίσης σημαντικές ποσότητες βιταμινών A και K, φολικού οξέος, παντοθενικού οξέος, σιδήρου και μαγνησίου. Το τυρί αυτό, είναι χαμηλότερο σε λιπαρά και θερμίδες από τα τυριά όπως είναι η παρμεζάνα ή το Cheddar. Η φέτα, ως γαλακτοκομικό προϊόν προβάτου, περιέχει μέχρι 1,9% συζευγμένο λινελαϊκό οξύ (CLA), το οποίο αντιστοιχεί στο 0,8% της περιεκτικότητάς του σε λιπαρά (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

Περιορισμένες μελέτες δείχνουν ότι μπορεί να μειώσει το λίπος στο ανθρώπινο σώμα, να βοηθήσει στην πρόληψη του διαβήτη και ότι έχει αντικαρκινικές επιδράσεις. Η φέτα, όπως και άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα, είναι επίσης μια πηγή ασβεστίου και φωσφόρου που έχουν αποδειχθεί ότι συμβάλλουν στην καλύτερη υγεία των οστών του ανθρώπου (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

Συνοπτικά, όλα τα μακροθρεπτικά συστατικά και τα μικροθρεπτικά συστατικά που περιέχονται στο τυρί φέτα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 3.0.3 Μακροθρεπτικά συστατικά στο τυρί φέτα**

Macronutrients	
	Amount per serving 30 g
Energy	77kcal
Proteins	5,1gr
Carbohydrates	<0,5gr
Total Fat	6,3gr
Saturated Fat	4,7gr
Unsaturated Fat	0,8gr
Polyunsaturated Fat	0,2gr
Cholesterol	21mg

**Πίνακας 3.0.4 Μικροθρεπτικά συστατικά στο τυρί φέτα**

Micronutrients		
A) Vitamins:		
	Amount per serving 30 g	% RDA % RDA (Recommended Dietary Allowance)
Vitamin A	74mg	6
Vitamin D	0,15µg	3
Vitamin B2 <sub>2</sub> (Riboflavin)	0,06mg	4,3
Vitamin B <sub>6</sub> (Pyridoxine)	0,021mg	1,5
Vitamin B <sub>12</sub> (Cyanocobalamin)	0,33mg	13,2
B) Minerals:		
	Amount per serving 30gr	% RDA % RDA (Recommended Dietary Allowance)
Calcium (Ca)	112mg	14
Potassium	83mg	11,9
Sodium	303mg	12,5

Αναλυτικότερα, σημειώνεται ότι ίσως ένα από τα πιο ενδιαφέροντα οφέλη της διατροφής φέτας τυριού, είναι ότι συμβάλλουν στη δημιουργία της πρόληψης του καρκίνου. Ως πλούσια πηγή ασβεστίου, το τυρί φέτα επιτρέπει στον άνθρωπο να επωφεληθεί από την έρευνα που υποδηλώνει ότι το ασβέστιο (σε συνδυασμό με τη βιταμίνη D) βοηθά στην προστασία του σώματος από διάφορους τύπους καρκίνου. Δεν πρέπει να ξεχνιέται το γεγονός ότι το μαγνήσιο είναι απαραίτητο για την απορρόφηση του ασβεστίου. Εάν έχει κανείς ανεπάρκεια μαγνησίου, το σώμα του δεν απορροφά σωστά το ασβέστιο που καταναλώνεται, πράγμα που σημαίνει ότι δεν θα πάρει το άτομο αυτό, τα πλήρη οφέλη για την υγεία του (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

Αλλά δεν είναι μόνο το ασβέστιο στη φέτα που προστατεύει από τον καρκίνο. Η πρωτεΐνη άλφα-λακταλβουμίνη μπορεί να βρεθεί και σε αυτό το ελληνικό τυρί, και όταν δεσμεύεται με ιόντα ασβεστίου και ψευδαργύρου, έχει προταθεί ότι έχει αντιβακτηριακές και αντικαρκινικές ιδιότητες (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

Επίσης, πιθανότατα γνωρίζει ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού που καταναλώνει διάφορα γαλακτοκομικά ότι το ασβέστιο είναι καλό για τα οστά του ανθρώπου. Ωστόσο, οι χώρες με υψηλή κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων έχουν επίσης υψηλά ποσοστά εμφάνισης οστεοπόρωσης. Πρώτα απ' όλα, είναι αλήθεια ότι το ασβέστιο υποστηρίζει τη θετική ανάπτυξη των οστών του ανθρώπου, καθώς αυξάνει την μέγιστη οστική μάζα, ειδικά σε παιδιά και εφήβους και σε εκείνους των 20 ετών. Όσο μεγαλύτερη είναι η μέγιστη οστική μάζα, τόσο μικρότερος είναι ο κίνδυνος για την οστεοπόρωση και άλλες καταστάσεις που αφορούν την απώλεια οστικής μάζας (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

Ωστόσο, το γάλα μπορεί να βλάψει τα οστά του ανθρώπου, καθώς το παστεριωμένο αγελαδινό γάλα είναι ένα από τα χειρότερα σημεία για να πάρει το ανθρώπινο σώμα το περισσότερο ασβέστιο, λόγω της συνήθειάς του να προκαλεί οξέωση (υψηλό επίπεδο οξέος στο σώμα). Αντ' αυτού, προτείνεται να καταναλώνουν οι άνθρωποι άλλα τρόφιμα υψηλής περιεκτικότητας σε ασβέστιο (όπως η φέτα) (Maragkoudakis, Zoumprouloy, Miaris, Kalantzopoulos, Pot, Bruno, Tsakalidou, 2006).

Μια άλλη πρωτεΐνη που βρίσκεται στη διατροφή του τυριού φέτα ονομάζεται ιστιδίνη. Αυτή η πρωτεΐνη θεωρήθηκε αρχικά σημαντική μόνο στην υγεία των

βρεφών, αλλά αργότερα βρέθηκε απαραίτητη και στους ενήλικες (Coga, Barbosa, Beuvier, Salvadori, Cocconcelli, Fernades, Gomez, Kalantzopoulos, Ledda, Medina. Rea, & Rodriguez, 1997).

Όταν η ιστιδίνη συνδυάζεται με βιταμίνη Β6 (που βρίσκεται επίσης στο τυρί φέτα), υφίσταται μια μοριακή διαδικασία για να γίνει η ένωση της ιστιδίνης. Αυτή η ένωση είναι μέρος της φλεγμονώδους διαδικασίας. Αν και είναι γενικά σημαντικό να αφαιρέσει κανείς τρόφιμα που προκαλούν φλεγμονή από τη διατροφή του, ένας μικρός βαθμός φλεγμονής είναι αυτό που επιτρέπει στο ανοσοποιητικό ανθρώπινο σύστημα να καταπολεμά τις διάφορες ασθένειες (Coga, Barbosa, Beuvier, Salvadori, Cocconcelli, Fernades, Gomez, Kalantzopoulos, Ledda, Medina. Rea, & Rodriguez, 1997).

Η κατανάλωση τροφών όπως η φέτα, συνδυασμένη με μια διατροφή με υψηλή περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά, για να προστατεύεται από τη ζημία της υπερβολικής φλεγμονής, μπορεί να εξασφαλίσει ένα υγιές ανοσοποιητικό σύστημα έτοιμο να καταπολεμήσει την οποιαδήποτε ασθένεια. Επιπλέον, ως μόνους, το τυρί φέτα περιέχει προβιοτικά, τα οποία επίσης βοηθούν το ανοσοποιητικό ανθρώπινο σύστημα να καταπολεμά τις λοιμώξεις και τις ασθένειες (Coga, Barbosa, Beuvier, Salvadori, Cocconcelli, Fernades, Gomez, Kalantzopoulos, Ledda, Medina. Rea, & Rodriguez, 1997).

Ένα άλλο θετικό γεγονός για την κατανάλωση φέτας, είναι ότι παρέχει χρήσιμες προβιοτικές ουσίες. Τα προβιοτικά είναι τα βακτήρια που ευθυγραμμίζουν το έντερο (Coga, Barbosa, Beuvier, Salvadori, Cocconcelli, Fernades, Gomez, Kalantzopoulos, Ledda, Medina. Rea, & Rodriguez, 1997).

Επίσης, το τυρί φέτα είναι μια καλή πηγή βιταμίνης Β2 ή «ριβοφλαβίνης». Η βιταμίνη Β2 είναι γνωστή εδώ και πολύ καιρό ως φυσική θεραπεία για πονοκεφάλους, συμπεριλαμβανομένων των ημικρανιών. Μια δίαιτα πλούσια σε βιταμίνη Β2 (και συμπληρώματα ριβοφλαβίνης, αν χρειαστεί) μπορεί να χρησιμεύσει ως προληπτική μέθοδος για τον περιορισμό των ημικρανιών και άλλων τύπων χρόνιας κεφαλαλγίας (Coga, Barbosa, Beuvier, Salvadori, Cocconcelli, Fernades, Gomez, Kalantzopoulos, Ledda, Medina. Rea, & Rodriguez, 1997).

Μελέτες δείχνουν ότι τα άτομα των οποίων η δίαιτα έχει υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνη Β2 παρουσιάζουν μικρότερο κίνδυνο εκφυλιστικών παθήσεων των ματιών, όπως είναι ο καταρράκτης, ο κερατόκωνος και το γλαύκωμα (Coga, Barbosa,

Beuvier, Salvadori, Cocconcelli, Fernades, Gomez, Kalantzopoulos, Ledda, Medina. Rea, & Rodriguez, 1997).

Επίσης, στο παρόν σημείο σημειώνεται ότι η αναιμία σχετίζεται με ένα πρόβλημα με το κύτταρο αιμοσφαιρίνης που μεταφέρει οξυγόνο σε όλο το σώμα. Όταν το σώμα του ανθρώπου δεν είναι σε θέση να πάρει αρκετό οξυγόνο στα κύτταρα και στους ιστούς, η ομοιόσταση γίνεται αδύναμη και κουρασμένη. Σε συνδυασμό με χαμηλά επίπεδα σιδήρου, φολικού οξέος ή βιταμίνης B12, η αναιμία μπορεί να αντιμετωπιστεί φυσικά με ορισμένα τρόφιμα και τη συμπλήρωση των ανεπαρκών θρεπτικών ουσιών. Επομένως, η βιταμίνη B12 (και μικρή ποσότητα σιδήρου) που βρίσκεται στο τυρί φέτα μπορεί να χρησιμεύσει ως μέρος μιας δίαιτας για την καταπολέμηση της αναιμίας (Coga, Barbosa, Beuvier, Salvadori, Cocconcelli, Fernades, Gomez, Kalantzopoulos, Ledda, Medina. Rea, & Rodriguez, 1997).

Παράλληλα, σημειώνεται το γεγονός ότι ενώ το τυρί φέτα είναι σημαντικά λιγότερο αλλεργιογόνο από το τυρί που προέρχεται από αγελαδινό γάλα, εξακολουθεί να υπάρχει η πιθανότητα να είναι αλλεργικός κανείς στο αιγοπρόβειο γάλα. Περίπου το 90% των ανθρώπων με διαγνωσμένη αλλεργία στο γάλα αγελάδων διαπιστώνουν επίσης ότι το σώμα τους αναγνωρίζει τις ίδιες πρωτεΐνες στο γάλα κατσίκας (Coga, Barbosa, Beuvier, Salvadori, Cocconcelli, Fernades, Gomez, Kalantzopoulos, Ledda, Medina. Rea, & Rodriguez, 1997).

Μια άλλη πιθανή προσοχή κατά την κατανάλωση φέτας είναι για όσους πάσχουν από δυσανεξία στην ισταμίνη. Και πάλι, η ισταμίνη είναι μια ζωτικής σημασίας πρωτεΐνη σε μικρές δόσεις για να βοηθήσει το σώμα του ανθρώπου να καταπολεμήσει τη μόλυνση, αλλά πάρα πολλές από αυτές τις ουσίες που βρίσκονται στη φέτα, προκαλούν υπερβολική φλεγμονή. Οι άνθρωποι που πάσχουν από δυσανεξία στην ισταμίνη, σε αντίθεση με τους περισσότερους ανθρώπους, έχουν πολύ σκληρό πρόγραμμα να διαλύσουν την ισταμίνη όταν υπάρχει σε υψηλά επίπεδα στο σώμα και μπορεί να εμφανίσουν συμπτώματα που ομοιάζουν με αλλεργία όταν καταναλώνουν τρόφιμα που περιέχουν πρωτεΐνη ισταμίνης (Coga, Barbosa, Beuvier, Salvadori, Cocconcelli, Fernades, Gomez, Kalantzopoulos, Ledda, Medina. Rea, & Rodriguez, 1997).

Εάν εμφανίσει κανείς συμπτώματα όπως κνίδωση, εφίδρωση ή οίδημα μετά την κατανάλωση φέτας ή άλλων γαλακτοκομικών προϊόντων κατσίκας / προβάτου, θα πρέπει να συμβουλευτεί άμεσα τον ιατρό του (Coga, Barbosa, Beuvier, Salvadori,

Cocconcelli, Fernades, Gomez, Kalantzopoulos, Ledda, Medina. Rea, & Rodriguez, 1997).

### 3.6 ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΤΥΡΙΟΥ ΦΕΤΑΣ

Το τυρί φέτα είναι μια εξαιρετική πηγή ασβεστίου και πρωτεΐνης, αλλά ως ένα τυπικά παραγόμενο γαλακτοκομικό προϊόν, περιέχει πολύ χαμηλή ποσότητα σιδήρου. Επομένως, η ενίσχυση του τυριού με το σίδηρο θα συνέβαλε στην ικανοποίηση μιας μεγάλης διατροφικής ανάγκης. Τα άλατα του σιδήρου χρησιμοποιούνται ευρέως στην οχύρωση των τροφίμων. Ωστόσο, έχουν δύο καταστάσεις οξείδωσης ( $Fe^{2+}$  και  $Fe^{3+}$ ), οι οποίες έχουν το μειονέκτημα ότι αλληλεπιδρούν ελεύθερα με τα συστατικά στοιχεία του γάλακτος και μπορούν να μεταβάλλουν τις οργανοληπτικές τους ιδιότητες (De Block, De Ville & Pettit, 1996).

Όταν ο σίδηρος προστίθεται ως  $FeCl_2$  ή  $FeCl_3$  στο αποβουτυρωμένο γάλα, δεσμεύεται στην κolloειδή φάση σε περίπου 80-90%. Η μικροκαψεκτοποίηση είναι μια αναπτυγμένη τεχνολογία στην οχύρωση των τροφίμων και εμποδίζει τα μικροθρεπτικά συστατικά από ανεπιθύμητη αλληλεπίδραση με συστατικά τροφίμων. Έχει αναφερθεί ότι το μικροεγκλεισμένο θειικό σίδηρο έχει την ίδια βιοδιαθεσιμότητα με το θειικό σίδηρο, αλλά έχει το πλεονέκτημα ότι διατηρεί το σίδηρο σε αντίδραση με τον φορέα τροφής και εμποδίζει τις ανεπιθύμητες αλληλεπιδράσεις που συμβαίνουν όταν χρησιμοποιείται συμβατικός θειικός σίδηρος (De Block, De Ville & Pettit, 1996).

Εκτός από την τυποποίηση της μικροχλωρίδας, είναι φυσιολογικά απαραίτητο να ρυθμιστεί το λίπος ή η πρωτεΐνη γάλακτος ή και τα δύο, όσον αφορά, πάντα, τη φέτα. Ο στόχος της τυποποίησης της σύνθεσης γάλακτος είναι η επίτευξη της μέγιστης οικονομικής απόδοσης από τα συστατικά του γάλακτος. Στην πράξη, αυτό σημαίνει ότι η σύνθεση του γάλακτος προσαρμόζεται για να επιτευχθεί η οικονομικά συμφέρουσα ισορροπία του κόστους των συστατικών και η ποσοστιαία μεταφορά στερεών συστατικών γάλακτος στη φέτα, διατηρώντας παράλληλα την ποιότητα του τυριού (De Block, De Ville & Pettit, 1996).

Η απόδοση του τυριού της φέτας, καθορίζεται κυρίως από τις ανακτήσεις πρωτεΐνης και λίπους στο τυρί (δηλαδή το ποσοστό των λιπών και πρωτεϊνών που μεταφέρονται από το γάλα στο τυρί) και από την υγρασία του τυριού, αλλά και άλλα συστατικά συμβάλλουν σημαντικά. Η τυποποίηση του γάλακτος για τη δημιουργία του τυριού φέτας, είναι ένας λεπτομερής πρακτικός οδηγός για την τυποποίηση του γάλακτος (Coga, Barbosa, Beuvier, Salvadori, Cocconcelli, Fernades, Gomez, Kalantzopoulos, Ledda, Medina. Rea, & Rodriguez, 1997).

Οι ρυθμιστικοί οργανισμοί τροφίμων σε πολλές δικαιοδοσίες έχουν επιβάλει στοιχεία για τις τυποποιημένες φέτες, για τα οποία πρέπει να πληρούνται συγκεκριμένα κριτήρια όσον αφορά τη σύνθεση και / ή την ποιότητα. Έτσι, ο νόμος και οι κανονισμοί για τους γεωργικούς κανονισμούς του Καναδά αναφέρουν μέγιστη περιεκτικότητα σε υγρασία και ελάχιστα επίπεδα λίπους (επί τοις εκατό κατά βάρος) για 46 ποικιλίες τυριών, μεταξύ και της φέτας. Δεν προβλέπεται καμία άλλη σύνθεση ή πρότυπα ποιότητας, επομένως, οι ταυτότητες των ποικιλιών τυριού φέτας δεν προστατεύονται (Coga, Barbosa, Beuvier, Salvadori, Cocconcelli, Fernades, Gomez, Kalantzopoulos, Ledda, Medina. Rea, & Rodriguez, 1997).

Επίσης, η βιβλιογραφία περιλαμβάνει στοιχεία για το στόχο περιεκτικότητας σε λιπαρά και υγρασία της φέτας, σύμφωνα με τις αντίστοιχες ελάχιστες και μέγιστες τιμές, όπως ορίζει ο νόμος για τα γεωργικά προϊόντα του Καναδά. Περιλαμβάνει επίσης μια στήλη για το λίπος στην ξηρά ουσία της φέτας (FDM) η οποία είναι η περιεκτικότητα σε λιπαρά που αναφέρεται ως ποσοστό της συνολικής περιεκτικότητας σε στερεά, όπου τα ολικά στερεά υπολογίζονται σε 100 μείον την περιεκτικότητα σε υγρασία (Coga, Barbosa, Beuvier, Salvadori, Cocconcelli, Fernades, Gomez, Kalantzopoulos, Ledda, Medina. Rea, & Rodriguez, 1997).

Επειδή η κύρια μη λιπαρή συνιστώσα της φέτας, όπως και όλων των τυριών, είναι η καζεΐνη, η τιμή στόχου FDM είναι χρήσιμη για την εκτίμηση των αναλογιών των λιπαρών και πρωτεϊνών που απαιτούνται στο γάλα της φέτας. Παραδείγματος χάριν οι τυροκομικοί θεωρούν γενικά ότι ένα τυρί πλήρους λίπους περιέχει 50% FDM που αντιστοιχεί σε αναλογία λίπους πρωτεΐνης στο γάλα τυριού 0,94-0,96. Με αυτά τα κριτήρια, τόσο το τυρί τσέντας, όσο και η φέτα είναι τυριά πλήρους λίπους επειδή και οι δύο περιέχουν περίπου 50% FDM, αν και σε υγρή βάση οι αντίστοιχες περιεκτικότητες σε λίπος είναι 31 και 22% (Coga, et al., 1997).

Το P / F (λόγος πρωτεΐνης προς λίπους) είναι ακριβώς αυτό που υποδηλώνει το όνομα. Χωρίς μονάδες, είναι ένας δείκτης των σχετικών αναλογιών του λίπους και της πρωτεΐνης στο γάλα.. Ο λόγος P / F είναι γενικά χαμηλότερος στο γάλα χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά και υψηλότερος στο γάλα με υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, έτσι ώστε η φέτα, να έχει λιγότερο ευνοϊκό P / F. Το γεγονός αυτό, αντισταθμίζεται εν μέρει από τον υψηλότερο αριθμό καζεΐνης (καζεΐνη ως ποσοστό της συνολικής πρωτεΐνης) στη φέτα (Coga, et al., 1997).

Η τυποποίηση σημαίνει συνήθως την προσθήκη στερεών ουσιών αποβουτυρωμένων γάλακτος ή την αφαίρεση κρέμας για την αύξηση της αναλογίας



πρωτεΐνης προς λίπος (P / P). Η τιμολόγηση πολλών συστατικών καθιστά δυνατή την κοστολόγηση των συστατικών του γάλακτος ως μεμονωμένων συστατικών. Το P / F μπορεί στη συνέχεια να βελτιστοποιηθεί ανάλογα με το σχετικό κόστος πρωτεϊνών και λιπών και έτσι, τα ποσοστά μεταφοράς πρωτεϊνών και λιπών από το γάλα στη φέτα να βρίσκονται σε άμεση σχέση με την αξία του τυριού (Coga, et al., 1997).

Ο υπολογισμός του P / F για την παραγωγή τυριού φέτας με την απαιτούμενη υγρασία και λίπος εξαρτάται από τη συγκράτηση στερεών λίπους, καζεΐνης και ορού στο τυρί, όπου τα στερεά του ορού αναφέρονται στην ανάκτηση των διαλυτών συστατικών του γάλακτος, δηλαδή των σακχάρων, των πρωτεϊνών ορού γάλακτος, καθώς και στα μέταλλα. Συγκεκριμένα, οι σημαντικές αρχές σε σχέση με τα στερεά του ορού είναι (Coga, et al., 1997):

1. Μεγαλύτερη ανάκτηση στερεών ορού, που σημαίνει ότι απαιτείται χαμηλότερο P / P (δηλαδή περισσότερο λίπος ή λιγότερη πρωτεΐνη) στο γάλα τυριού για να επιτευχθεί ο στόχος FDM στη φέτα.
2. Η ανάκτηση στερεών σε ορό αυξάνεται σε τυρί υψηλής υγρασίας, όπως είναι η φέτα, επειδή η διατηρούμενη υγρασία περιλαμβάνει διαλυμένα στερεά.
3. Η ανάκτηση στερεών σε ορό μειώνεται με τις θεραπείες πλυσίματος.
4. Η ανάκτηση πρωτεΐνης ορού (πρωτεΐνη ορού γάλακτος) αυξάνεται με την παστερίωση του γάλακτος.

Καλύτερος έλεγχος της διαδικασίας και της σύνθεσης μπορεί να επιτευχθεί με τυποποίηση προς σταθερές αναλογίες καζεΐνης / λίπους αντί για λόγους πρωτεΐνης / λίπους. Αυτό απαιτεί ακριβή μέτρηση καζεΐνης, η οποία δεν είναι ακόμα εφικτή για τα περισσότερα τυριά, πλην της φέτας (Coga, et al., 1997).

Η τυποποίηση, επίσης, απαιτεί συνήθως την προσθήκη πρωτεΐνης ή την απομάκρυνση του λίπους, στη διαδικασία σύνθεσης του τυριού της φέτας. Το πρώτο έχει το πλεονέκτημα ότι είναι δυνατόν να παράγονται ποσότητες τυριού πέραν του δυνατού από το διαθέσιμο φρέσκο γάλα. Αυτό είναι σημαντικό σε περιοχές όπου το νωπό γάλα είναι ελλιπές ή όπως στον Καναδά, όπου οι αγορές γάλακτος περιορίζονται από τις ποσοστάσεις. Πολλές πηγές πρωτεϊνών γάλακτος είναι διαθέσιμες για τυποποίηση του γάλακτος του τυριού (Coga, et al., 1997).

## **4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΕΤΑΣ**

### **4.1 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ ΤΥΡΙΟΥ «ΦΕΤΑ»**

Ο παραδοσιακός πλέον τρόπος παραγωγής Φέτας συναντάται σε λίγα χωριά της χώρας μας. Εδώ και αρκετές δεκαετίες η παραγωγή της Φέτας έχει βιομηχανοποιηθεί και αρκετές γαλακτοβιομηχανίες ασχολούνται με την παρασκευή αυτού του τυριού τόσο για εγχώρια κατανάλωση όσο και για εξαγωγές.

#### **4.1.1 Πρώτες ύλες για την τυροκομία**

Για να γίνει το τυρί χρειάζονται βασικά γάλα, πυτιά, καλλιέργεια και αλάτι. Άλλες ύλες όπως χρωστικές, χλωριούχο ασβέστιο και διάφορα πρόσθετα είναι δευτερεύουσες καθώς δεν είναι απαραίτητη η χρησιμοποίησή τους.

1. Γάλα Η ποιότητα του γάλακτος είναι ο πρωταρχικός παράγοντας από τον οποίο εξαρτάται η ποιότητα του τυριού οπουδήποτε είδους. Σαν ποιότητα του γάλακτος πριν από την τυροκόμιση του νοείται κάθε τι που έχει σχέση με τη μικροβιολογική και τη χημική του κατάσταση.

**A) Γάλα από υγιή ζώα.** Οι αρρώστιες των ζώων έχουν δυο επιπτώσεις στο γάλα. Αν η αρρώστια προκλήθηκε από μικρόβια παθογόνα τότε αυτά περιέχονται στο γάλα και από εκεί στο τυρί όπου είναι δυνατόν να επιζήσουν κατά την ωρίμανση και διατήρησή του και να προκαλέσουν αρρώστιες στον άνθρωπο. Τέτοια παθογόνα που μεταδίδονται από την αλυσίδα ζώο –γάλα -τυρί-άνθρωπος είναι κυρίως η βρουκέλωση, φυματίωση καθώς και μικρόβια των τροφικών δηλητηριάσεων ιδίως όταν το γάλα δεν παστεριώνεται. Η άλλη όψη της υγείας των αρμεγόμενων ζώων είναι όταν αυτά πάσχουν από μαστίτιδες. Οι μικροοργανισμοί που προκαλούν τις μαστίτιδες μπορεί να είναι παθογόνοι και συγχρόνως να αλλάζουν και τη χημική σύνθεση του γάλακτος οπότε δεν πήζει σωστά για να γίνει τυρί αλλά κυρίως η απόδοσή του σε τυρί είναι μειωμένη. Εκτός βέβαια από αυτό και η απόδοση του ζώου σε γάλα είναι μέχρι 25% μειωμένη χωρίς πολλές φορές να έχει εμφανή συμπτώματα μαστίτιδας. Οι αλλαγές που συμβαίνουν στο μαστιτικό γάλα είναι η μείωση της λακτόζης, α-λακταλβουμίνης, β-λακτογλουβουλίνης και καζεΐνης ενώ αυξάνονται οι ανοσογλοβουλίνες. Στο λίπος μειώνονται λίγο τα λιπαρά οξέα από C4 -C12 χωρίς ιδιαίτερη σημασία για την τυροκομία και στα άλατα αυξάνονται τα ιόντα νατρίου και χλωρίου ενώ τα ιόντα ασβεστίου υφίστανται μικρές αλλαγές.

**B) Παραγωγή και διατήρηση γάλακτος υπό υγιεινές συνθήκες.** Η παραγωγή του γάλακτος και η διατήρησή του μέχρι να παραδοθεί στη βιομηχανία

πρέπει να είναι τέτοια ώστε το γάλα να είναι απαλλαγμένο από μυρωδιές και μικρόβια, τα οποία όταν μεταδοθούν στα τυριά είναι δυνατόν να προκαλέσουν σε αυτά ελαττώματα. Το γάλα επειδή είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες εύκολα παίρνει μυρωδιές από το περιβάλλον του και κυρίως το στάβλο όταν το δοχείο μείνει εκτεθειμένο, ανοιχτό στις έντονες μυρωδιές της κοπριάς και των ζωοτροφών. Πρέπει λοιπόν το γάλα αμέσως μετά το άρμεγμά του να απομακρύνεται από τις παντοειδείς επιμολύνσεις. Οι επεξεργασίες του γάλακτος στη βιομηχανία που αφαιρούν τις μυρωδιές πρέπει να αποφεύγονται διότι αυξάνουν το κόστος και αφήνουν χαλαρά τα μέτρα της σωστής παραγωγής γάλακτος που είναι η αρχή του παντός. Η σωστή παραγωγή και διατήρηση του γάλακτος έχουν άμεση σχέση με τη μικροχλωρίδα του γάλακτος που αναφέρεται παρακάτω.

**Γ) Μικροβιολογική κατάσταση του γάλακτος.** Όσο καλές και αν είναι οι συνθήκες παραγωγής του γάλακτος πάντοτε περιέχει μεγάλους αριθμούς μικροοργανισμών. Μεγαλύτερη σημασία έχει όχι τόσο ο συνολικός αριθμός μικροοργανισμών αλλά η κατηγορία των μικροοργανισμών που επικρατούν στο γάλα. Για αυτό αμέσως μετά το άρμεγμα το γάλα πρέπει να ψυχθεί. Ψύξη γύρω στους 150C περιορίζει απλά και μόνο τον αριθμό αναπτύξεως των μικροοργανισμών. Ψύξη σε 4-5 0C αναστέλλει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών και αφήνει να αναπτυχθούν μόνο οι ψυχρότροφοι που ανήκουν κυρίως στα γένη *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Algaligenes* και *Flavobacterium* αλλά και αυτά με βραδύ ρυθμό. Επειδή αυτά είναι πρωτεολυτικά και λιπολυτικά η διατήρηση του γάλακτος πέραν των τριών ημερών σε 50C μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητες γεύσεις του γάλακτος αλλά πιο πολύ οδηγεί στη δημιουργία ενζύμων που είναι ανθεκτικά στην παστερίωση και μπορούν αργότερα να προκαλέσουν προβλήματα στα παραγόμενα τυριά. Έτσι το γάλα πρέπει να παστεριώνεται έγκαιρα οπότε θα επιζήσουν οι θερμοφιλοι μικροοργανισμοί και οι σπορογόνοι. Από τους τελευταίους τη μεγαλύτερη τεχνολογική σημασία έχουν τα αναερόβια κλωστρίδια που προκαλούν βουτυρική ζύμωση και το όψιμο ψίλιασμα στα τυριά. Τα είδη των τυριών που κυρίως παθαίνουν ελαττώματα είναι τα τυριά ελβετικού τύπου όπως *Emmental* και *Γραβιέρα* που χάνουν ποιοτικά τόσο σε γεύση όσο και σε εμφάνιση. Επειδή τα αναερόβια σπορογόνα βακτήρια που προκαλούν το όψιμο φούσκωμα προέρχονται από τις ενσιρωμένες τροφές στην Ελβετία έχουν γίνει κανονισμοί που περιορίζουν τη χρήση ενσιρωμένης τροφής σε περιοχές που θέλουν να χρησιμοποιήσουν το γάλα για παραγωγή *Emmental* και *Γραβιέρας*. Οι επιμολύνσεις του γάλακτος μετά την παστερίωση έχουν επίσης κεφαλαιώδη σημασία στην τυροκομία και κυρίως όταν η μικροχλωρίδα επιμολύνσεων είναι τα

κολοβακτηριοειδή και οι ζύμες. Από αυτά προκαλείται το πρώιμο φούσκωμα και ψύλλιασμα στα τυριά και επίσης ανεπιθύμητες γεύσεις που μειώνουν την εμπορική αξία των τυριών αλλά είναι ενδεχόμενο να χαλάσουν το τυρί σε βαθμό που να γίνει για πέταμα. Σε κάθε περίπτωση προβλήματος μικροβιολογικής φύσεως τα ενδεικνυόμενα μέτρα είναι η καθαριότητα κατά την παραγωγή του γάλακτος στο στάβλο και η καθαριότητα κατά την επεξεργασία του γάλακτος στη βιομηχανία. Τα μέτρα αυτά είναι ιδιαίτερα χρήσιμα όταν το πρόβλημα προέρχεται από μικροοργανισμούς ανθεκτικούς στην παστερίωση όπως τα αναερόβια σπορογόνα της βουτυρικής ζύμωσης.

**Δ) Γάλα απαλλαγμένο από αντιμικροβιακές ουσίες.** Επειδή το τυρί είναι ζυμούμενο προϊόν και το φαινόμενο της ωρίμανσής του είναι βιοχημικό θα πρέπει καταρχήν το γάλα από το οποίο προέρχεται να είναι απαλλαγμένο από υπολείμματα ουσιών που σταματούν τη μικροβιακή δραστηριότητα στο γάλα και κατόπιν στο τυρόπηγμα και το τυρί. Τέτοιες ουσίες που είναι ενδεχόμενο να βρίσκονται στο γάλα είναι τα αντιβιοτικά, υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων, απολυμαντικά, απορρυπαντικά, μέταλλα, τοξίνες και άλλα. Από τις παραπάνω ουσίες το μεγαλύτερο και πιο κοινό πρόβλημα είναι η παρουσία αντιβιοτικών στο γάλα κυρίως σαν αποτέλεσμα καταπολεμήσεως των μαστίτιδων των ζώων. Έτσι είναι σχεδόν διεθνώς παράνομο να παραδίνεται γάλα στο εργοστάσιο μέχρι 4-5 μέρες μετά την τελευταία δόση αντιβιοτικού στο ζώο ή τουλάχιστον δύο μέρες, πράγμα που εξαρτάται από την ποσότητα δόσεως και το είδος του παρασκευάσματος. Τα αντιβιοτικά στο τυροκομούμενο γάλα σκοτώνουν ή δεν αφήνουν τις καλλιέργειες και τα επιθυμητά βακτήρια να δράσουν οπότε αναπτύσσονται οι ανεπιθύμητοι μικροοργανισμοί που τελικά χαλάνε το τυρί. Η ποσότητα που είναι επιβλαβής εξαρτάται από το παραγόμενο τυρί και τους μικροοργανισμούς που συντελούν στην ωρίμανσή του. Από τους μικροοργανισμούς καλλιιεργειών ο *Thermophilus* και *S.cremoris* είναι ευαίσθητοι στην παρουσία αντιβιοτικού στο γάλα σε ποσότητα 0,01 I.U./ml ενώ ο *S.lactis* αντέχει και ποσότητες 0,1 I.U./ml αλλά από ποσότητα 0,2 I.U. και άνω σταματά η παραγωγή οξέος δηλαδή η βιολογική του δραστηριότητα. 69 Από τα απολυμαντικά οι ενώσεις χλωρίου και ιωδίου δεσμεύονται από την πρωτεΐνη και δεν πειράζουν, αλλά οι τεταρτογενείς ενώσεις του αμμωνίου αν περιέλθουν στο γάλα προκαλούν προβλήματα όμοια με τα αντιβιοτικά. Από τα υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων μόνο τα οργανοχλωριωμένα περιέχονται στο γάλα και τα προϊόντα του σαν λιποδιαλυτά, αλλά δεν έχουν σοβαρή ανασταλτική δράση στα βακτήρια των καλλιιεργειών. Για τα μέταλλα όπως μόλυβδος, ψευδάργυρος και υδράργυρος όπως και

πολλές τοξίνες (αφλατοξίνες) ο οργανισμός του ζώου ενεργεί σαν βιολογικό φίλτρο κι έτσι η παρουσία τους στο γάλα είναι σε επίπεδα που δεν προκαλούν άμεσα τεχνολογικά προβλήματα, αν και από άποψη δημόσιας υγείας πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Ο έλεγχος του παραλαμβανόμενου γάλακτος για αντιβιοτικά είναι απαραίτητος, ιδίως όταν αυτό πρόκειται να γίνει γιαούρτη ή άλλο ζυμούμενο προϊόν και προβλέπεται από τους κανονισμούς ελέγχου της ποιότητας του γάλακτος και της πληρωμής του.

**Ε) Κύρια συστατικά του γάλακτος.** Από τα συστατικά του γάλακτος αυτά που κυρίως πηγαίνουν στο τυρί είναι η πρωτεΐνη και το λίπος . Από τις πρωτεΐνες μόνο η καζεΐνη πηγαίνει στο τυρί ενώ οι άλλες σαν υδατοδιαλυτές φεύγουν στο τυρόγαλα. Το λίπος εγκλωβίζεται στο πλέγμα του τυροπήγματος και περιέρχεται στο τυρί εκτός από ένα πολύ μικρό μέρος του που διαφεύγει στο τυρόγαλα. Από τα άλλα συστατικά που είναι υδατοδιαλυτά λίγη μόνο ποσότητα μένει μέσα στο τυρί ανάλογα με την υγρασία του και τον τρόπο ωριμάνσεως του τυριού. Έτσι για την τυροκομία κύρια σημασία έχει η περιεκτικότητα του γάλακτος σε καζεΐνη και λίπος.

**ΣΤ) Απόδοση του γάλακτος σε τυριά.** Η απόδοση του γάλακτος σε τυρί εξαρτάται κατά βάση από την περιεκτικότητά του σε καζεΐνη και λίπος, από το είδος του τυριού που παράγεται και τη σωστή εφαρμογή της τεχνολογίας παραγωγής και διατήρησης του τυριού. Έτσι το γάλα των διαφόρων ζώων έχει διαφορετική απόδοση σε τυρί.

#### **4.1.2 Παραγωγή φέτας**

Για την παραγωγή φέτας το πιο κατάλληλο γάλα είναι το πρόβειο. Σύμφωνα με τον τελευταίο κώδικα τροφίμων και μεταξύ των άλλων προδιαγραφών που προωθήθηκαν ώστε η φέτα να γίνει τυρί ΠΟΠ στην Ευρωπαϊκή Ένωση, το γάλα για την παραγωγή φέτας επιτρέπεται να περιέχει μέχρι 30% κατσικίσιο γάλα (epirus.gr). Τα λευκά τυριά άλμης τα οποία παράγονται από άλλα είδη γάλακτος ή διάφορες αναμίξεις μεταξύ τους, δεν μπορούν να φέρουν την ονομασία φέτα διότι έχουν διαφορετικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και κατατάσσονται στο τυρί Τελεμέ. Ο Τελεμές από σκέτο κατσικίσιο γίνεται με δομή σκληρή και είναι πικάντικος. Ο Τελεμές από σκέτο αγελαδινό γίνεται επίσης σκληρός και εύθρυπτος, το χρώμα είναι κιτρινωπό και η γεύση είναι ξινή και όχι πλούσια και ευχάριστη όπως της πραγματικής φέτας από πρόβειο γάλα.

Το λευκό τυρί άλμης της Ε.Ε έχει τεχνολογία παραγωγής η οποία δεν έχει σχέση ούτε με την τεχνολογία της φέτας ούτε με του τελεμέ. Έτσι το τυρί φέτα πρέπει να παρασκευάζεται, όπως ξεκίνησε από τα πολύ παλιά χρόνια στην Ελλάδα, μόνο από πρόβειο γάλα καθαρό, παχύ και φρέσκο. Αυτό είναι το πρώτο βήμα στην παραγωγή πραγματικής φέτας. Ως προς τη χημική σύνθεση, το πρόβειο γάλα μεταβάλλεται πολύ ανάλογα με τη γαλακτική περίοδο. Εκείνο που βέβαια έχει σημασία για την τυροκομία είναι η σχέση καζεΐνης προς λίπος (Κ/Λ). Από τα δύο αυτά συστατικά εκείνο που μεταβάλλεται περισσότερο και ρυθμίζεται ευκολότερα είναι η λιποπεριεκτικότητα. Για τη φέτα η σχέση Κ/Λ πρέπει να είναι περίπου 0,8. Αν ληφθεί υπόψη ότι η καζεΐνη του πρόβειου γάλακτος είναι περίπου 4,6% τότε από τη σχέση  $4,6/\Lambda=0,8$  προκύπτει ότι η λιποπεριεκτικότητα πρέπει να είναι 5,8% (Χαβαλέ, 2010).

Ο στόχος είναι η παραγωγή τυριού «πρώτης ποιότητας» δηλαδή με λιποπεριεκτικότητα 19% επί τυριού ως έχει ή 43% επί ξηρής ουσίας τυριού. Πράγματι για να πραγματοποιηθεί αυτό σύμφωνα με όσα έδειξε η πράξη πρέπει το λίπος του γάλακτος να είναι 5.8%, διαφορετικά σύμφωνα με τον κώδικα τροφίμων το τυρί μπορεί να πέσει στην ποιότητα β'. Εάν βέβαια η καζεΐνη του γάλακτος είναι μικρότερη από 4,6% όπως συμβαίνει με τις βελτιωμένες και πολύ παραγωγικές φυλές προβάτων τότε πρέπει και η λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος να ρυθμίζεται ανάλογα σε χαμηλότερα επίπεδα. Από εδώ φαίνεται καθαρά ότι η ζωοτεχνική βελτίωση από άποψη γάλακτος πρέπει να βασίζεται όχι μόνο στο λίπος αλλά και στην πρωτεΐνη του γάλακτος. Επειδή η λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος είναι μεγαλύτερη από εκείνη που χρειάζεται για να παραχθεί τυρί Α' ποιότητας συνήθως γίνεται μερική αποκορύφωση του γάλακτος. Αν δεν γίνει αποκορύφωση το επιπλέον λίπος πηγαίνει στο τυρί το οποίο συγκρατεί και περισσότερη υγρασία οπότε γίνεται μαλακό και υπερβολικά λιπαρό. Για λόγους παραγωγής τυριού σταθερής ποιότητας επιβάλλεται τυποποίηση του γάλακτος (Χαβαλέ, 2010).

### **Παστερίωση**

Άλλοτε το τυρί δημιουργούσε οξύτητα για στράγγισμα και ωριμάζε από τη μικροχλωρίδα που είχε και τη δευτερεύουσα μικροχλωρίδα την οποία αποκτούσε από το περιβάλλον και κυρίως από τα σκεύη και τα εργαλεία του τυροκομείου. Αυτές όμως οι μικροχλωρίδες είναι ανεξέλεγκτες και εύκολα μπορούν να επιφέρουν δυσμενείς αλλοιώσεις στο τυρόπηγμα και το τυρί. Αυτή η δυσκολία μπορεί να ξεπεραστεί μόνο όταν το γάλα είναι καλής ποιότητας από άποψη μικροβιολογική

αλλά και πάλι πρέπει να παστεριωθεί για να εξυγιανθεί και να σκοτωθούν τα μικρόβια που θα χαλούσαν το τυρί και να χρησιμοποιηθούν καλλιέργειες γνωστής βακτηριακής σύνθεσης. (Ζερφυρίδης, 2001).

Η παστερίωση είναι η θερμική επεξεργασία του γάλακτος που το απαλλάσσει από όλους τους παθογόνους μικροοργανισμούς και το μέγιστο μέρος των άλλων μικροβίων με αποτέλεσμα το γάλα να είναι ασφαλές για τη δημόσια υγεία και να διατηρείται για περισσότερο χρονικό διάστημα. Όμως και από τεχνολογική άποψη η παστερίωση λύνει πολλά προβλήματα αφού καταστρέφει τα επιβλαβή μικρόβια στο γάλα τα οποία θα προκαλούσαν ανεπιθύμητες ζυμώσεις στα τυριά υποβαθμίζοντας την ποιότητα και πολλές φορές προκαλώντας πλήρη καταστροφή. Η παστερίωση του γάλακτος γίνεται είτε στους 630C για 30 λεπτά είτε σε 720C για 15 δευτερόλεπτα. Στο γάλα κατά την παστερίωση συμβαίνουν αλλαγές οι οποίες είναι οι εξής (Ζερφυρίδης, 2001):

- Μετουσίωση αλβουμίνης και γλοβουλίνης κατά 10%
- Μετατροπή διαλυτού ασβεστίου σε αδιάλυτο κατά 5%
- Πλήρης καταστροφή παθογόνων μικροοργανισμών
- Σχεδόν πλήρης καταστροφή των άλλων μικροοργανισμών
- Καταστροφή ή απενεργοποίηση των επιθυμητών ενζύμων
- Επιβράδυνση της πήξεως με τυτιά

Στην περίπτωση της παστερίωσης του γάλακτος συνίσταται και η προσθήκη διαλύματος 40% χλωριούχου ασβεστίου σε ποσότητα περίπου 100ml ανά τόνο γάλακτος αν και η τακτική αυτή δεν είναι ανάγκη να εφαρμόζεται στο πρόβειο γάλα που έτσι κι αλλιώς δίνει καλό τυρόπηγμα λόγω της αυξημένης περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη και λίπος (Ζερφυρίδης, 2001).

### **Καλλιέργεια Φέτας**

Άλλοτε το τυρί γινόταν από γάλα απαστερίωτο και ωρίμαζε από τη φυσική μικροχλωρίδα του γάλακτος που περιεχόταν στο τυρί. Από τότε όμως που η παστερίωση έγινε κοινή τακτική για το τυροκομούμενο γάλα η χρησιμοποίηση μικροβιακών καλλιεργειών είναι πλέον απαραίτητη. Ακόμα όμως και τα τυριά που παραδοσιακά γίνονταν από γάλα απαστερίωτο αλλά καθαρό όπως τα τυριά ελβετικού τύπου ή τα τυριά που ωριμάζουν με μύκητες η χρησιμοποίηση καλλιέργειας όπως τυρόγαλα της προηγούμενης, προπιονική καλλιέργεια ή σπόρια ειδικών μυκήτων ήταν μια απαραίτητη τακτική. Δηλαδή η καλλιέργεια αποτελεί το επίκεντρο της

τυροκομίας και σ' αυτήν αποδίδεται το 90% της επιτυχίας ενός τυριού. Έτσι δίκαια η καλλιέργεια θεωρείται σαν η καρδιά της τυροκομίας (Ζερφυρίδης, 2001).

Έτσι σαν καλλιέργεια εννοείται ο εμβολιασμός αποστειρωμένου γάλακτος με οξυγαλακτικά βακτήρια συγκεκριμένου γένους και είδους και η επώασή τους μέχρι να πήξει το γάλα από τη δημιουργία οξύτητας. Πολλές φορές αντί για γάλα χρησιμοποιείται σαν υπόστρωμα τυρόγαλα μέχρι να φθάσει σε κάποια οξύτητα και σπανιότερα άλλοι θρεπτικοί ζωμοί. Η καλλιέργεια έχει σαν σκοπό να αρχίσει να παράγει γαλακτικό οξύ αμέσως μόλις προστεθεί στο γάλα τυροκομής κατά ορισμένο ρυθμό μέχρι το τυρί να στραγγίσει καλά. Με τη δράση αυτή της καλλιέργειας επιτυγχάνονται τα ακόλουθα (Ζερφυρίδης, 2001):

(α) Διευκολύνεται η δράση της πυτιάς στο πήξιμο του γάλακτος.

(β) Η συναίρεση του τυροπήγματος και το στράγγισμά του γίνονται καλά.

(γ) Παρεμποδίζεται η ανάπτυξη της φυσικής μικροχλωρίδος του γάλακτος και δεν δημιουργούνται ανεπιθύμητες γεύσεις. Αυτό βέβαια προϋποθέτει ότι η ανάπτυξη της καλλιέργειας είναι τόσο καλή ώστε να καταλάβει όλο το προσφερόμενο θρεπτικό υπόστρωμα οπότε δεν αφήνεται περιθώριο να αναπτυχθούν άλλοι μικροοργανισμοί.

Από τους παραπάνω βασικούς σκοπούς της καλλιέργειας προκύπτει ότι τα επιδιωκτέα χαρακτηριστικά της θα πρέπει να είναι (Ζερφυρίδης, 2001):

(α) Να παράγει καθαρή γεύση γαλακτικού οξέος με γρήγορο και σταθερό ρυθμό, κάθε φορά που χρησιμοποιείται.

(β) Να παράγει οσμή και γεύση στο τυρί αν είναι επιλεγμένη για το σκοπό αυτό.

(γ) Να μη δημιουργεί υποπροϊόντα ζυμώσεως και αέρια σε ποσότητες τέτοιες που να προκαλούν σφάλματα στα τυριά όπως πικράδα, τάγγισμα, χρωματισμούς, ρωγμές, σχίσιμο κλπ εκτός αν κάτι από αυτά χρειάζεται για το συγκεκριμένο τύπο τυριού όπως οι μεγάλες τρύπες στα τυριά ελβετικού τύπου.

(δ) Να αποτελείται από τα κατάλληλα οξυγαλακτικά βακτήρια. Αν η καλλιέργεια επιμολύνθηκε από άλλα βακτήρια με τον καιρό οπωσδήποτε θα προκύψουν σφάλματα στο τυρί. Οι πιο κοινοί και ανεπιθύμητοι μικροοργανισμοί επιμολύνσεων είναι τα κολοβακτηρίδια



Για την επίτευξη του επιθυμητού ρυθμού οξύτητας λαμβάνονται υπόψη τρεις παράγοντες, δηλαδή η ποσότητα της καλλιέργειας, η ζωτικότητα της και η ωρίμανση του γάλακτος με αυτήν. Τα καλύτερα αποτελέσματα προέκυψαν όταν χρησιμοποιήθηκε καλλιέργεια 0,5% με μία ώρα ωρίμανση του γάλακτος με την καλλιέργεια. Η καλλιέργεια της φέτας και γενικά των λευκών τυριών άλμης πρέπει να έχει τόσα θερμοφιλα όσα και μεσόφιλα βακτήρια καθόσον η φέτα ωριμάζει στα πρώτα της στάδια σε 18 0C όπου τα θερμοφιλα βακτήρια έχουν περιορισμένη δράση. Τέλος οι καλλιέργειες που συνιστούνται για φέτα θα πρέπει πρώτα να δοκιμαστούν από την κάθε βιομηχανία γάλακτος για να επιβεβαιωθεί ότι ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του τυριού αυτού για στράγγισμα, ωρίμανση και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (Ζερφυρίδης,2001). Προσθήκη καλλιέργειας και προσεκτικό ανακάτεμα του γάλακτος.

### **Πήξη γάλακτος**

Η πήξη του γάλακτος μπορεί να προέλθει από διάφορες ουσίες και ποικίλες επιδράσεις. Σε αυτές περιλαμβάνονται αλκοόλες, οξέα, άλατα, θέρμανση, κατάψυξη, ακτινοβολία και ένζυμα. Ο άνθρωπος χρησιμοποίησε τα ένζυμα από αρχαίους χρόνους για την παραγωγή τυριού. Τα ένζυμα αυτά μπορεί να έχουν προέλευση μικροβιακή, φυτική ή ζωική. Στη νεότερη τυροκομία το πιο κοινό ένζυμο που χρησιμοποιείται είναι ζωϊκής προελεύσεως και ονομάζεται ‘χυμοσίνη’ ή ‘ρεννίνη’ στην καθαρή του μορφή. Βγαίνει από το τέταρτο τμήμα του στομαχιού των μοσχαριών, το ήνυστρο, σαν εκχύλισμα που λέγεται ‘πυτιά’. Για αυτό οι ορολογίες χυμοσίνη και πυτιά πολλές φορές χρησιμοποιούνται με την ίδια έννοια. Η πυτιά περιέχει το ένζυμο υπό μορφή προενζύμου (χυμοσίνη + πεπτίδιο) και ενεργοποιείται αποσπώντας το πεπτίδιο σε όξινες συνθήκες σε PH 2 ή 4,7 (Χαβαλέ, 2010).

Η πήξη του γάλακτος για την παραγωγή φέτας γίνεται με την πυτιά. Το πήγμα που λαμβάνεται πρέπει να είναι αρκετά σφιχτό ώστε να μην υπάρχουν απώλειες κατά τη μεταφορά του στα καλούπια και η φέτα να γίνει συμπαγής ώστε να μη τρίβεται κατά τους μετέπειτα χειρισμούς της. Για να γίνουν αυτά πρέπει να είναι γνωστή η ποιότητα γάλακτος από άποψη οξύτητας και να ρυθμίζονται ανάλογα η θερμοκρασία του γάλακτος και η ποσότητα της πυτιάς (Ζερφυρίδης, 2001· Ανυφαντάκης, 2004).

Τα περισσότερα τυροκομία πήζουν το γάλα σε 320C. Αν όμως το γάλα είναι λίγο ξινό ή ύποπτο για ξίνισμα, ο καιρός είναι πολύ ζεστός όπως το καλοκαίρι και το γάλα απαστερίωτο, η πήξη γίνεται λίγους βαθμούς χαμηλότερα. Ανάλογα με τις

συνθήκες αυτές και ιδίως όταν το γάλα είναι πολύ ξινό η πήξη μπορεί να γίνει και στους 250C. Στις χαμηλές θερμοκρασίες το πήγμα γίνεται μαλακό τρίβεται εύκολα, το τυρί συγκρατεί περισσότερη υγρασία και διατηρείται δύσκολα χωρίς επαρκή ψύξη. Τέλος ρυθμίζεται η ποσότητα της πυτιάς ώστε το πήξιμο να γίνεται περίπου σε μια ώρα. Οι παράγοντες βέβαια που ρυθμίζουν την ποσότητα είναι η θερμοκρασία, η κατάσταση του γάλακτος και των λοιπών συνθηκών. Έτσι αν το γάλα είναι ξινό ή κάνει ζέστη τότε η πήξη συντομεύεται στα 45 λεπτά ή και λιγότερο. Αυξημένη επίσης πυτιά χρησιμοποιείται όταν το γάλα είναι παστεριωμένο (Χαβαλέ, 2010).

Για το τελικό σημείο της πήξης χρησιμοποιούνται οι εξής πρακτικοί τρόποι (Χαβαλέ, 2010):

- *Βυθίζεται μέσα στο τυρόπηγμα ο δείκτης του χεριού και ανασηκώνεται πλάγια ώστε να διογκώνεται στο σημείο εκείνο το τυρόπηγμα από κάτω προς την επιφάνειά του. Το τυρόπηγμα πρέπει να παρουσιάσει σχίσσιμο κανονικό χωρίς κομμάτια ή τρίματα και το δάκτυλο να βγαίνει καθαρό χωρίς να έχει κολλήσει επάνω κοκκώδες τυρόπηγμα. Αν στο σημείο όπου έσπασε το τυρόπηγμα συσσωρευτεί διαυγές τυρόγαλα και όχι θολό τότε η πήξη έγινε κανονικά και έχει ολοκληρωθεί.*
- *Με την παλάμη του χεριού αντεστραμμένη πιέζεται το τυρόπηγμα στην επιφάνειά του κοντά στα τοιχώματα του καζανιού. Αν το τυρόπηγμα ξεκολλήσει από τα τοιχώματα του καζανιού με ευκολία και στο χέρι δεν κολλάει τυρόπηγμα κοκκώδες τότε η πήξη έχει ολοκληρωθεί.*

### **Διαίρεση τυροπήγματος**

Λίγο πριν από την ολοκλήρωση της πήξης και εφόσον ο τυρολέβητας είναι ανοικτός από πάνω γίνεται μια αναστροφή της επιφάνειας του τυροπήγματος, σε βάθος 6-8 εκ., με χρησιμοποίηση πιάτου κατά τον παραδοσιακό τρόπο και μετά από 10 λεπτά ακολουθεί η διαίρεση του τυροπήγματος. Αυτό γίνεται διότι η επιφάνεια χάνει θερμοκρασία και το πήγμα δεν γίνεται αρκετά σφιχτό ενώ με την αναστροφή η επιφάνεια έρχεται σε επαφή με τα ενδότερα στρώματα και γίνεται συνεκτική. Αφού ολοκληρωθεί η πήξη κόβεται το τυρόπηγμα σταυρωτά σε κύβους μεγέθους 2x2x2 εκατοστών. Αυτή η διαδικασία γίνεται με τυροκόπτη. Όταν το γάλα είναι λίγο το κόψιμο μπορεί να γίνει με μαχαίρι. Κατά το κόψιμο πρέπει ο τυροκόπτης ή το μαχαίρι να φτάνει μέχρι τον πυθμένα του καζανιού (Ζερφυρίδης, 2001· Ανυφαντάκης, 2004).

Όταν τελειώσει το κόψιμο η επιφάνεια του τυροπήγματος έχει τετράγωνα κομμάτια σε μέγεθος σε μέγεθος μικρού λουκουμιού που ανάμεσα τους αρχίζει να βγαίνει ο ορός, δηλαδή το τυρόγαλα. Το τυρόπηγμα πρέπει να κόβεται πάντα με κάτι αιχμηρό και όχι με το χέρι ή ξύλινη σπάτουλα, έτσι ώστε να μην δημιουργούνται τρίμματα ή ακανόνιστα κομμάτια. Αυτό θα είχε απώλειες τυροπήγματος στο τυρόγαλα αλλά και η τυρομάζα αργότερα θα είναι ανομοιόμορφη, αλλού σκληρή και αλλού μαλακή, λόγω ανομοιομορφίας στο στράγγισμα με σοβαρές συνέπειες στην ποιότητα του τυριού (Ζερφυρίδης, 2001· Ανυφαντάκης, 2004).

### **Εξαγωγή-Καλούπιασμα-Στράγγισμα του τυροπήγματος**

Μετά το κόψιμο το τυρόπηγμα αφήνεται 5 έως 10 λεπτά να ηρεμίσει για να βγει αρκετό τυρόγαλα. Η φάση αυτή δεν διαρκεί πολύ έτσι ώστε το τυρόπηγμα να μην αποβάλει πολλά υγρά και γίνει το τυρί σκληρό. Έπειτα το τυρόπηγμα μεταφέρεται με τρυπητή κουτάλα σε τσαντίλες ή καλούπια. Η μεταφορά αυτή του τυροπήγματος μέσα στο καλούπι κατά στρώσεις προκαλεί τη δημιουργία αμυδαλοειδών μικρών σχισμών μηχανικής προελεύσεως και όχι μικροβιακών ζυμώσεων στην μάζα του τυριού, πράγμα που είναι χαρακτηριστικό γνώρισμα της δομής του τυριού φέτα (Ζερφυρίδης, 2001).

Το στράγγισμα πραγματοποιείται με δύο τρόπος: α. Στράγγισμα σε τσαντίλες (τυρόπανα) και β. Στράγγισμα σε καλούπια. Η τσαντίλα ή τυρόπανο ή τυρηθμός είναι ο παραδοσιακός τρόπος στραγγίσματος του τυροπήγματος για φέτα που χρησιμοποιείται μόνο στην οικογενειακή ή χωρική τυροκομία (Χαβαλέ, 2010).

Από την άλλη πλευρά, το στράγγισμα σε καλούπια πλεονεκτεί πολύ σε σύγκριση με το στράγγισμα σε τσαντίλες. Το τυρί παίρνει το σχήμα του καλουπιού και επομένως είναι πάντοτε το ίδιο και ομοιόμορφο. Επίσης, κατά τη συσκευασία εφαρμόζει ακριβώς στον περιέκτη (βαρέλι ή 81 δοχείο) και δεν προκύπτει η ανάγκη να κόβεται στα μέτρα του δοχείου οπότε υφίσταται απώλειες λόγω θρυμματισμού. Το καλούπι εξάλλου μπορεί κανείς να το χειρίζεται ευκολότερα και πλένεται καλύτερα. Το καλούπι της φέτας είναι μεταλλικό από λευκοσίδηρο (επικασσιτερωμένο φύλλο σιδήρου- τενεκέ) ή ψευδάργυρο (τσίγκο). Τα τελευταία χρόνια κατασκευάζεται επίσης από πλαστικό ή ανοξείδωτη λαμαρίνα (Χαβαλέ, 2010).

Τοποθετούνται επάνω σε τυροτράπεζα τόσα καλούπια όσα θα είναι αρκετά για να χωρέσουν το τυρόπηγμα του καζανιού. Με την τρυπητή κουτάλα μεταφέρονται 2-3 κουταλιές τυρόπηγμα στο κάθε καλούπι. Μέχρι να φθάσει ο

τυροκόμος στο τελευταίο θα πρέπει το τυρόπηγμα στο πρώτο καλούπι να έχει στραγγίσει αρκετά. Επαναλαμβάνεται το ίδιο και με την ίδια σειρά μέχρι να τελειώσει το τυρόπηγμα μέσα από το καζάνι. Σε 1-2 ώρες μετά το γέμισμα μπαίνουν τα καλύμματα στα καλούπια και αναποδογυρίζονται για να διευκολύνεται το στράγγισμα. Αυτό επαναλαμβάνεται 2-3 φορές μέχρι που να στραγγίσει το τυρόπηγμα σε 3-6 ώρες ανάλογα με τη θερμοκρασία θαλάμου. Η θερμοκρασία στραγγίσματος όπως και του χώρου αλατίσματος πρέπει να είναι 16 0C, όπου το τυρί αποκτά καλύτερη γεύση, αν και οι περισσότεροι τυροκόμοι σήμερα προτιμούν 180C για να έχουν καλύτερη ανάπτυξη οξύτητας και πιο γρήγορο στράγγισμα. Το τυρόπηγμα βέβαια μέσα στο καλούπι έχει θερμοκρασία περίπου 300C και αργεί να κατέβει στη θερμοκρασία του θαλάμου. Κατά τη μείωση της θερμοκρασίας η καλλιέργεια έχει αρκετό χρόνο και καλή θερμοκρασία για να αναπτύξει οξύτητα και να διευκολύνει το στράγγισμα. Κατά το χειμώνα που οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές και δεν υπάρχει κλιματισμός το στράγγισμα μπορεί να διαρκέσει μέχρι και 24 ώρες (Ζερφυρίδης, 2001).

Όταν το τυρί θα έχει σφίξει αρκετά ώστε να μην παραμορφώνεται χωρίς καλούπι, αφαιρείται το καλούπι και το τυρί κόβεται στη μέση μια φορά από τα πλάγια παράλληλα προς την επιφάνεια της τυροτράπεζας. Έτσι από το κάθε καλούπι λαμβάνονται 4 φέτες που έχουν μήκος 23 εκ, πλάτος 12 εκ και ύψος περίπου 6 εκ. Μετά το κόψιμο οι φέτες τοποθετούνται επάνω στην τυροτράπεζα η μια κοντά στην άλλη ώστε να μην χάσουν το σχήμα τους, χωρίς όμως και να συμπιέζονται. Οι τελευταίες φέτες πάνω στην τυροτράπεζα στηρίζονται με ένα σανίδι για να κρατήσουν και αυτές το σχήμα τους (Ζερφυρίδης, 2001).

### **Αλάτισμα φέτας**

Το αλάτισμα της Φέτας γίνεται σε δύο φάσεις. Κατά την πρώτη φάση γίνεται ξηρό αλάτισμα και κατά τη δεύτερη συμπληρώνεται το αλάτισμα σε άλμη.

**Α) Ξηρό αλάτισμα:** Πριν ακόμη τοποθετηθούν οι φέτες πάνω στην τυροτράπεζα, απλώνεται πάνω σε αυτήν λίγο χονδρόκοκκο αλάτι σαν καλαμπόκι και πάνω σε αυτό τοποθετούνται οι φέτες. Με το ίδιο αλάτι αλατίζεται και η πάνω επιφάνεια του τυριού. Αυτό είναι το πρώτο αλάτισμα και γίνεται συνήθως αργά το απόγευμα της ίδιας ημέρας που έγινε η τυροκόμηση. Το επόμενο πρωί αναστρέφονται οι φέτες και αλατίζεται η επάνω επιφάνεια τους. Αυτό επαναλαμβάνεται κάθε 12 ώρες περίπου μέχρι να δοθούν 3-4 αλατίσματα από κάθε πλευρά ανάλογα με το πόσο

χονδρές είναι οι φέτες και την ποσότητα του αλατος που ρίχνεται στο τυρί. Κατά τα πρώτα αλατίσματα το τυρί εξακολουθεί να στραγγίζει έντονα και να γίνεται όλο και πιο σφιχτό. Σε αυτό εξάλλου συντελεί και το ίδιο το αλάτισμα. Έτσι το αλάτι λιώνει εύκολα και αρκετό από αυτό φεύγει στο τυρόγαλα. Στα πρώτα στάδια αλατίσματος το αλάτι που χρησιμοποιείται είναι περισσότερο ενώ όταν το τυρί σφίγγει η ποσότητα ελαττώνεται. Θα πρέπει στα πρώτα στάδια ο συντελεστής αλατος του τυριού να είναι πάνω από 2,5% ή περίπου 1,2% επί τυριού ως έχει. Ο υψηλός συντελεστής αλατος και το χαμηλό PH (5,2) που δημιουργεί η καλλιέργεια στο πρώτο 24ωρο είναι οι δυο συντελεστές της καλής διατηρήσεως του τυριού και της σωστής πορείας της περαιτέρω ωρίμανσής του. Η τελική ποσότητα του αλατιού στο τυρί πρέπει να είναι τόση ώστε ο συντελεστής αλατος του τυριού να είναι 5 έως 6% (Ζερφυρίδης, 2001· Ανυφαντάκης, 2004).

**B) Άλμη αλατίσματος:** Το τυρί κατά την παραμονή του στις τυροτράπεζες δεν έχει συμπληρώσει ακόμη την πρόσληψη αλατος που χρειάζεται. Το υπόλοιπο αλάτι θα το προσλάβει από την άλμη η οποία προστίθεται στο δοχείο ή το βαρέλι συσκευασίας. Γενικά το ξηρό αλάτισμα αποτελεί το αρχικό αλάτισμα και η άλμη που συμπληρώνει το αλάτισμα της Φέτας έχει συνήθως πυκνότητα 9 % αλλά πάντοτε πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το συντελεστή αλατος του τυριού (Ζερφυρίδης, 2001· Ανυφαντάκης, 2004).

### **Προωρίμανση – ωρίμανση φέτας**

Η ωρίμανση της Φέτας ουσιαστικά αρχίζει από τη στιγμή της δημιουργίας του τυροπήγματος και συνεχίζει μέχρι την κατανάλωση της. Θα μπορούσε να χωριστεί σε δύο περιόδους, στην περίοδο κατά την οποία βρίσκεται σε θερμοκρασία 180 C και στην περίοδο κατά την οποία βρίσκεται στο ψυγείο όπου συνεχίζει η ωρίμανση με βραδύτερο ρυθμό. Η Φέτα μένει στην προωρίμανση περίπου 15 μέρες μέχρι το τυρί να ‘κόψει’ δηλαδή να αποβάλλει τα υγρά του. Κατά την περίοδο που βρίσκεται στα ανοιχτά δοχεία το τυρί μετακινείται ανά διήμερο από το ένα δοχείο στο άλλο ώστε τα επάνω στρώματα φέτας να τοποθετηθούν στον πυθμένα του επόμενου δοχείου και τα στρώματα του πυθμένα να έρθουν στην επιφάνεια. Κατά τις μετακινήσεις αυτές είναι δυνατόν να γίνονται συμπληρωματικά αλατίσματα εφόσον θεωρούνται απαραίτητα. (Ζερφυρίδης, 2001).

Σύμφωνα με μελέτη των Κανδαράκη, Μοάτσου, Γεωργαλα, Καμνηναρίδη και Ανυφαντάκη (2001), η θερμοκρασία των θαλάμων ωρίμανσης παίζει καθοριστικό

ρόλο στη βιοσύνθεση του τυριού φέτα που θα παραχθεί. Συγκεκριμένα, όσο πιο υψηλή η θερμοκρασία του θαλάμου, τόσο πιο χαμηλό είναι το pH και υψηλότερη η περιεκτικότητά της φέτας σε συνολικά στερεά και πρωτεΐνες. Καθώς το pH μειώνεται, αυξάνεται η εξαγωγή ορού γάλακτος από το τυρί και η απώλεια του φωσφορικού ασβεστίου από τα μικύλλια καζεΐνης. Επίσης, όσο πιο υψηλή είναι η θερμοκρασία τόσο υψηλότερες είναι οι τιμές σκληρότητας και ευθρυπτότητας (Kandarakis, Moatsou, Georgala, Kaminarides, & Anifantakis, 2001).

### **Συσκευασία φέτας**

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών στη συσκευασία των τυριών μπορεί να χρησιμοποιηθούν (άκαμπτα υλικά): ξύλινοι, μεταλλικοί, πλαστικοί, γυάλινοι ή πήλινοι περιέκτες άλλα και εύκαμπτα υλικά (χαρτί, χαρτόνι, αλουμίνιο, πλαστικά). Βασική προϋπόθεση για τη χρήση των παραπάνω είναι να μη μεταφέρουν στο τυρί τοξικές ή καρκινογόνες ουσίες (βαρέα μέταλλα, μονομερή, κ.τ.λ. σε ποσοστά μεγαλύτερα από τα επιτρεπόμενα, από τη νομοθεσία όρια. (Κοντομηνάς, 2003).

Η οριστική τοποθέτηση του τυριού γίνεται παραδοσιακά σε βαρέλια και πιο πρακτικά σήμερα σε δοχεία. Παρόλο που το τυρί στο βαρέλι αποκτά πιο πικάντικη και ευχάριστη γεύση φαίνεται πως επικράτησε το δοχείο, διότι βρίσκεται εύκολα στην αγορά και οι εργάτες το χειρίζονται πιο εύκολα. Το βάρος του δοχείου είναι συνολικά 19-20 χgr με το περιεχόμενο του ενώ του βαρελιού είναι 50 χgr, φορτώνεται και μεταφέρεται εύκολα και είναι φθηνότερο σε σύγκριση με το βαρέλι. Εξάλλου το τυρί μέσα στο δοχείο τοποθετείται χωρίς να αφήνει διάκενα όπως στο βαρέλι και επιπλέον το βαρέλι διαπνέει ή παρουσιάζει διαρροές της άλμης που περιέχει και κατά περιόδους θέλει συμπλήρωμα κατά τη διατήρηση του στο ψυγείο, δηλαδή γίνεται απογέμισμα άλμης (Ζερφυρίδης, 2001).

### **Φρέσκο γάλα**

**(πρόβειο ή/και κατσίκισιο <30%)**



**Τυποποίηση γάλακτος**



**Παστερίωση γάλακτος**



**Προσθήκη 40% CaCl<sub>2</sub>(200ml/100kg γάλακτος)**

**Προσθήκη καλλιέργειας(γιαούρτι 0,1-0,4%)**



**Προσθήκη πυτιάς**



**Διάρθρωση τυροπήγματος(κύβοι 2-3cm)**



**Τοποθέτηση σε καλούπια(ή και σε καλούπια)**



**Αλάτιση επιφανειακά (3-3,5%)**



**Τοποθέτηση σε άλμη(8%)**



**Τοποθέτηση στους 15-18 0C**



**Τοποθέτηση στους 4-6 0C**

## 5° ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΦΕΤΑΣ

### 5.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

**Γάλα:** το είδος του γάλακτος παίζει πρωταρχικό ρόλο. Για την παραγωγή της φέτας το πιο κατάλληλο γάλα είναι το πρόβειο. Σύμφωνα όμως με την ελληνική νομοθεσία, επιτρέπεται η προσθήκη κατσικίσιου γάλακτος μέχρι 30%. Αρχικά μετρήσαμε το pH στο πρόβειο γάλα (pH=6.65) και στο κατσικίσιο γάλα (pH=6.5).

#### Πειραματικό Μέρος

Στη συνέχεια φτιάξαμε 4 δείγματα με τις εξής αναλογίες:

1. Φέτα (70% πρόβειο - 30% κατσικίσιο) με αναλογία 4,200 κιλά πρόβειο και 1,800 κιλά κατσικίσιο συνολικά 6,000 κιλά.
2. Λευκό τυρί(70% κατσικίσιο -30% πρόβειο) με αναλογία 4,200 κιλά κατσικίσιο και 1,800 κιλά πρόβειο συνολικά 6,000 κιλά.
3. Λευκό τυρί (100% κατσικίσιο), 6,000 κιλά κατσικίσιο.
4. Λευκό τυρί (100% πρόβειο), 6,000 κιλά πρόβειο.

**Θερμική κατεργασία του γάλακτος:** η πλειονότητα του γάλακτος που χρησιμοποιείται για την παρασκευή της φέτας παστεριώνεται (72oC για 15-20 s ή 65oC για 30 min). Παρόλα αυτά, σε μικρές μονάδες και στις φάρμες το γάλα είτε χρησιμοποιείται φρέσκο ή υπόκειται σε θερμική κατεργασία (58-63oC για 20s) ηπιότερη από αυτή της παστερίωσης.



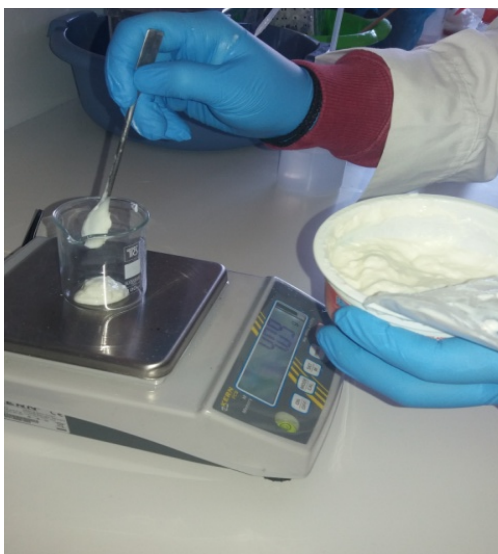
Στη συνέχεια τοποθετήσαμε το γάλα στο υδατόλουτρο (32-37oC) μέσα σε ποτήρια ζέσεως και προστίθεται διάλυμα 40% CaCl<sub>2</sub> σε ποσοστό 12 mL/6 kg



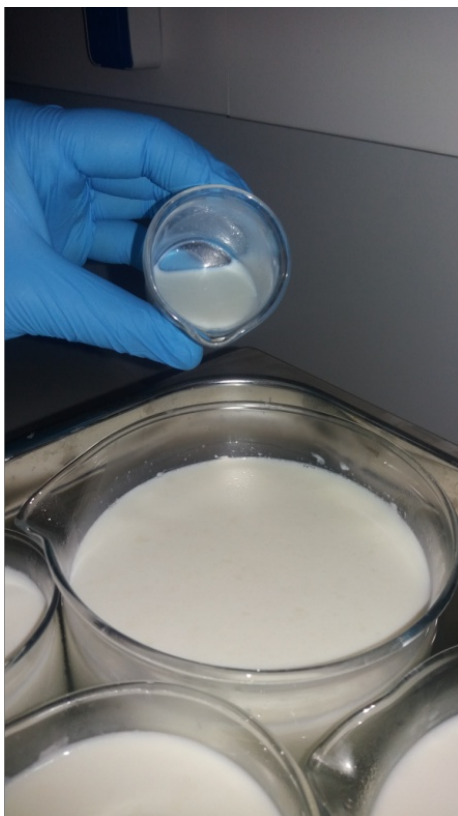
γάλακτος, για γρηγορότερη πήξη του γάλακτος και καλύτερη συνοχή του τυροπήγματος.



**Προσθήκη καλλιέργειας:** Στη συνέχεια προστίθεται η αρχική καλλιέργεια. Η σωστή χρήση της αρχικής καλλιέργειας είναι υπεύθυνη για το 90% της επιτυχίας του τυριού. Σε μικρές τυροκομικές μονάδες, σε οικιακή κλίμακα, αλλά και σε μικρές βιομηχανίες το γιαούρτι (0.1-0.4% 24gr γιαουρτιού στα 6 κιλά) χρησιμοποιείται ως καλλιέργεια εκκινητής. Οι μικροοργανισμοί του γιαουρτιού είναι οι *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus*. Ανεξαρτήτως από τη χρήση γιαουρτιού ή εμπορικής καλλιέργειας εκκινητή, η προσθήκη τους θα πρέπει να γίνεται 15-30 min πριν τη προσθήκη πυτιάς.



**Πήξη γάλακτος:** η πήξη του γάλακτος πραγματοποιείται στους 32-37°C και γίνεται με τη χρήση πυτιάς. Η ποσότητα της υπολογίζεται ώστε το τυρόπηγμα να είναι έτοιμο για κόψιμο σε 45-50 min. Σε μεγάλες και μεσαίου μεγέθους βιομηχανίες χρησιμοποιείται εμπορική πυτιά, ενώ σε μικρές μονάδες και σε ορεινές περιοχές χρησιμοποιείται παραδοσιακή πυτιά ( από στομάχι νεαρών αρνιών) είτε μόνη είτε μαζί με την εμπορική πυτιά. Η προσθήκη της πυτιάς στο γάλα πρέπει να γίνεται σιγά-σιγά, καθώς το γάλα θα αναδεύεται αργά για περίπου 1 min και τέλος διακόπτεται και το γάλα αφήνεται να πήξει. Προσθήκη πυτιάς (0,30gr στα 6 κιλά).



**Διείρεση του τυροπήγματος και στράγγισμα:** μετά την ολοκλήρωση της πήξης το τυρόπηγμα κόβεται σταυρωτά σε κύβους με ακμή 2-3 cm και το σύστημα αφήνεται σε ηρεμία για 10 min έτσι ώστε να διαχωριστεί από το τυρόγαλα. Είναι σημαντικό το τυρόπηγμα να μην κόβεται σε ακανόνιστο σχήμα γιατί μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια του τυροπήγματος και συνεπώς στην παραγωγή τυριού μαλακού σε μερικά μέρη και σκληρού σε κάποια άλλα).

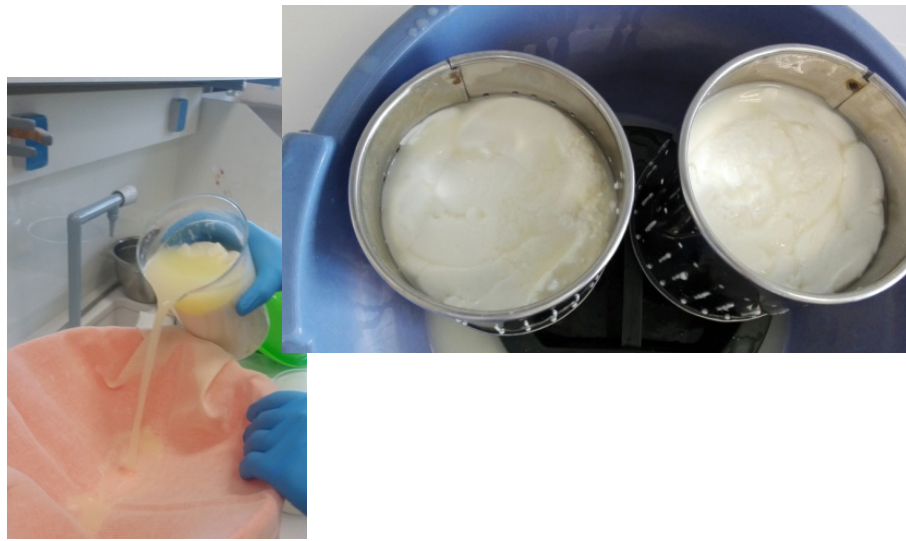
Στη συνέχεια, το τυρόπηγμα μεταφέρεται σε καλούπια χρησιμοποιώντας μία τρυπητή κουτάλα. Τα καλούπια είναι ατσάλινα μεταλλικά ή πλαστικά, με ορθογώνιο ή κυλινδρικό σχήμα, και φέρουν μεγάλο αριθμό οπών σε όλη την επιφάνεια τους έτσι

ώστε να συνεχιστεί η απομάκρυνση του τυρογάλακτος. Μία ή δύο ώρες μετά το γέμισμα των καλουπιών, τοποθετούνται τα καπάκια και τα καλούπια αναποδογυρίζονται για να βοηθήσουν στην απομάκρυνση του τυρογάλακτος. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται 2-3 φορές μέχρι να ολοκληρωθεί η απομάκρυνση του τυρογάλακτος (μετά από 2-3 ώρες). Όταν το τυρόπηγμα γίνει αρκετά σκληρό ώστε να σταθεί και εκτός καλουπιών χωρίς να χάσει το σχήμα του, τα καλούπια απομακρύνονται και το τυρόπηγμα κόβεται.

Ένας παραδοσιακός τρόπος απομάκρυνσης του τυρογάλακτος είναι να τοποθετεί το τυρόπηγμα σε ένα ειδικό κομμάτι ύφασμα (τσαντήλα). Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται τώρα μόνο οικιακή κλίμακα εξαιτίας των πλεονεκτημάτων που έχουν τα καλούπια έναντι των τσαντηλών:

- 1) τα τυριά παίρνουν το σχήμα των καλουπιών και επομένως είναι τα ίδια ομοιόμορφα και
- 2) τα καλούπια καθαρίζονται ευκολότερα.





**Πίνακας 5.0.1 Απόδοση**

	Φέτα	Κατσικίσιο	Πρόβειο	Λευκο τυρι 70%κατσικίσιο/πρόβειο 30%
Απόδοση kg	1.830kg	0.831kg	1.920kg	1.400kg

**Αλάτισμα φέτας:** όταν το τυρόπηγμα έχει σκληρύνει αρκετά τα καλούπια απομακρύνονται και τοποθετείται σε ένα τραπέζι στην επιφάνεια του οποίου είναι διασκορπισμένο χοντρό μαγειρικό αλάτι (μέγεθος κόκκων ρυζιού). Στην πάνω επιφάνεια του τυροπήγματος διασκορπίζεται αλάτι το οποίο εισχωρεί σιγά-σιγά στο εσωτερικό. Κάθε 12 ώρες τα κομμάτια του τυριού αναποδογυρίζονται και η επιφάνεια αλατίζεται ξανά. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι το τυρί να αποκτήσει 3-3,5% αλάτι.



Μετά την αλάτιση, το τυρί παραμένει στο τραπέζι για μερικές μέρες ακόμα μέχρι να αναπτυχθούν στην επιφάνεια βακτήρια, ζύμες και μερικοί μύκητες δίνοντας μια γλοιώδη υφή. Το ξηρό αλάτισμα και η ανάπτυξη αυτών των μικροοργανισμών είναι απαραίτητα για το σχηματισμό του χαρακτηριστικού αρώματος της φέτας. Στις μεγάλες γαλακτοκομικές βιομηχανίες η παραπάνω διαδικασία γίνεται με μηχανικό τρόπο. Στη συνέχεια το τυρί τοποθετείται σε ξύλινα βαρέλια ή μεταλλικά δοχεία.

**Ωρίμανση της φέτας:** τα κομμάτια του τυριού τοποθετούνται σε βαρέλια ή μεταλλικά δοχεία αφήνοντας πολύ μικρό κενό μεταξύ τους. Προστίθεται άλμη (6-8% NaCl σε νερό) ώστε να τα καλύψει πλήρως. Συνήθως το ποσοστό άλμης προς το τυρί είναι 1:8 (v/w). Τα τυριά μεταφέρονται στους 16-18°C μέχρι το pH τους να πλησιάσει το 4,4-4,6 και η υγρασία να μειωθεί κάτω από το 56% (προ-ωρίμανση, συνήθως 2-3 εβδομάδες). Κατά διαστήματα το καπάκι του δοχείου ανοίγεται για να επιτρέψει την απελευθέρωση των αερίων που παράγονται από τη ζύμωση και να ελεγχθεί η στάθμη της άλμης που πρέπει πάντα να καλύπτει τα τυριά. Αν δεν καλύπτονται από την άλμη η επιφάνεια των τυριών γίνεται ξηρή το χρώμα αλλάζει (από λευκό σε υποκίτρινο) και είναι πιθανή ανάπτυξη ζυμών και μυκήτων.

Μετά την περίοδο της προ-ωρίμανσης τα δοχεία με τα τυριά μεταφέρονται σε ψυχρό δωμάτιο στους 4-5°C για την ολοκλήρωση της ωρίμανσης. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης παρατηρείται μείωση στη τιμή του pH και αύξηση στην περιεκτικότητα του λίπους και του αλατιού. Η φέτα επιτρέπεται να πουληθεί μόνο μετά από ωρίμανση τουλάχιστον 2 μηνών, ενώ η φέτα πολύ καλής ποιότητας μπορεί να αποθηκευτεί, πάντα σε άλμη μέχρι ένα χρόνο στους 2-4°C.

**Πίνακας 5.0.2 Μετρήσεις pH**

P <sub>h</sub>	Φέτα	Κατσικίσιο	Πρόβειο	Λευκο τυρι 70%κατσικίσιο/πρόβειο 30%
8 ωρες μετα	5,2	5,3	5,4	5,4
20 ωρες μετα	4,9	5,0	5,0	4,8
1 <sup>η</sup> φαση ωριμανσης 18-16 0C	4.4	4.6	4.5	4.5
2 <sup>η</sup> φαση ωριμανσης ψυγειο	4,3	4,2	4,3	4,2

**5.1.1 Προσδιορισμός υγρασίας**

Για να προσδιορίσουμε την υγρασία στα δείγματά μας χρησιμοποιήσαμε μια έμμεση μέθοδο, όπου σε προζυγισμένο δοχείο με ράβδο ανάδευσης ξηραίνονται 100γρ από το κάθε δείγμα μαζί με προσθήκη 15g άμμου στους 105<sup>0</sup>C. Έπειτα τα δείγματα αφήνονται και ζυγίζονται την επόμενη ημέρα αφού γίνει η ψύξη τους σε ξηραντήρα. Ζυγίζονται τα δείγματα και η διαφορά με την αρχική ζύγιση υπολογίζεται.

Προσοχή: Η διαφορά δυο διαδοχικών ζυγίσεων να είναι μικρότερη του 0,1% του βάρους του δείγματος.

**Πίνακας 5.0.3 Μέτρηση υγρασίας**

	Φέτα	Κατσικίσιο	Πρόβειο	Λευκότυρί (70% κ/ 30% π)
Υγρασία %	52%	56%	56%	53%

### **5.1.2 Μέθοδος προσδιορισμού λιπαρών**

Το τυρί είναι το προϊόν της ωρίμανσης του πήγματος του γάλακτος. Η πήξη του γάλακτος γίνεται με την οξίνιση του γάλακτος ή τη προσθήκη πυτιάς που περιέχει το ένζυμο ρεννίνη. Στην πρώτη φάση η οξίνιση προκαλείται από τους οξυπαραγωγικούς μικροοργανισμούς που προστίθεται στο γάλα. Οι μικροοργανισμοί αυτοί μειώνουν το pH του γάλακτος έως το ισοηλεκτρικό σημείο της καζεΐνης (pH = 4.6) με αποτέλεσμα την πήξη του τελευταίου. Στη δεύτερη φάση η ρεννίνη της πυτιάς προσβάλλει καταρχήν την καζεΐνη και δημιουργείται η παρα-κ-καζεΐνη και στη συνέχεια, παρουσία ιόντων ασβεστίου, ακολουθεί πήξη του γάλακτος.

Για τον προσδιορισμό του λίπους χρησιμοποιούνται τόσο κλασσικές όσο και αυτοματοποιημένες μέθοδοι. Η μέθοδος Gerber είναι η πιο γνωστή κλασσική μέθοδος και η πλέον διαδεδομένη. Πλεονεκτεί έναντι άλλων κλασσικών μεθόδων, όπως ο προσδιορισμός του λίπους με εκχύλιση, που είναι χρονοβόρα και δύσκολη στην εφαρμογή της.

Η μέθοδος Gerber στηρίζεται στην καταστροφή όλων των συστατικών του γάλακτος, με εξαίρεση το λίπος, με τη χρήση θεικού οξέος. Το οξύ διασπά και την μεμβράνη των λιποσφαιρίων και έτσι το λίπος απελευθερώνεται. Η λιπαρή ύλη διαχωρίζεται με τη βοήθεια αμυλικής αλκοόλης και της φυγοκέντρησης.

### **Προσδιορισμός Λίπους Τυριού κατά Gerber – Van Gulic**

#### **Ύλικά**

1. Βουτυρόμετρα τυριού Gerber (0-40%),
2. Ελαστικά πώματα κατάλληλα για βουτυρόμετρα,
3. Ζυγός,
4. Σιφόνια θεικού οξέος (10ml) και αμυλικής αλκοόλης (1ml),
5. Υδατόλουτρο στους  $65 \pm 2$  οC,
6. Φυγόκεντρος Gerber (1000 – 1200 στροφές / λεπτό),

#### **Αντιδραστήρια**

1. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ( 1 l π. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> σε 31-35 ml νερό)
2. Αμυλική αλκοόλη ειδ. Βάρους 0,815

## Προσδιορισμός

Ζυγίσαμε 3 γρ από το κάθε δείγμα τυριού που έχουμε παρασκευάσει και τα τοποθετήσαμε στο βουτηρόμετρο. Με προσοχή προσθέσαμε 10 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> μέχρι να καλύψουμε το τυρί χωρίς να διαβρεχτεί ο λαιμός του διότι αυτό θα οδηγήσει στην απομάκρυνση του πώματος κατά την φυγοκέντρωση. Στην συνέχεια τοποθετήσαμε το βουτηρόμετρο στο υδατόλουτρο (65-70<sup>0</sup>C) μέχρι να διαλυθεί το τυρί. Έπειτα προσθέσαμε 1ml αμυλικής αλκοόλης και αναδέψαμε έντονα. Ακολουθεί φυγοκέντρωση(1000στρ) για 3-4 λεπτά και ξαναεισάγεται το βουτηρόμετρο στο υδατόλουτρο για άλλα 5 λεπτά στους 65-70<sup>0</sup>C. Στη συνέχεια το τοποθετούμε κατακόρυφα με το βαθμολογημένο σωλήνα προς τα πάνω. Το λίπος του τροφίμου επιπλέει και μπορούμε να διαβάσουμε τον όγκο του. Αυτό είναι το επί % ποσό του λίπους.

**Πίνακας 5.4 Ποσοστό λίπους**

	<b>Φέτα</b>	<b>Κατσικίσιο</b>	<b>Πρόβειο</b>	<b>Λευκό τυρί (Κ70%-Π30%)</b>
<b>Λίπος%</b>	44%	37%	47%	39%

**Πίνακας 5.5 Μεταβολή c1a κατά την διάρκεια της ωρίμανσης**

<b>Μέρες ωρίμανσης</b>	<b>Φέτα</b>	<b>Κατσικίσιο 100%</b>	<b>Πρόβειο 100%</b>	<b>Λευκό τυρί (Κ70%-Π30%)</b>
<b>3<sup>η</sup> μέρα</b>	1.6mg/g	1.22mg/g	2.6mg/g	1.5mg/g
<b>25<sup>η</sup> μέρα</b>	1.9mg/g	1.5mg/g	3.2mg/g	2.0mg/g
<b>60<sup>η</sup> μέρα</b>	1.4mg/g	0.8mg/g	2.4mg/g	1.3mg/g



## ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Σύμφωνα με την παρούσα πτυχιακή προκύπτουν τα εξής:

- Το pH κατά την διάρκεια της ωρίμανσης μειώνεται σταδιακά λόγω ότι η διαδικασία ωρίμανσης προάγει τα φυσιοχημικά χαρακτηριστικά της χημείας για να δώσει τυπικά χαρακτηριστικά.
- Με τον προσδιορισμό του λίπους καταλήξαμε ότι το 100% πρόβειο τυρί έχει τα περισσότερα λιπαρά ακολουθεί η φέτα, το λευκό τυρί(70%K-30%Π) και τελευταίο το 100% κατσικίσιο.
- Με βάση τα αποτελέσματα της μέτρησης του CLA προκύπτει ότι το 100% πρόβειο έχει την μεγαλύτερη συγκέντρωση.
- Η περιεκτικότητα CLA αυξήθηκε σημαντικά κατά την περίοδο ωρίμανσης περίπου τριών εβδομάδων (25 ημερών) και μειώθηκε κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης 9 εβδομάδων (60 ημερών) υπολογιζόμενη επί της συνολικής ποσότητας, η περιεκτικότητα σε CLA θα μειωθεί περαιτέρω και θα είναι χαμηλότερη σε σχέση με τα νωπά τυριά. Πιθανώς οι ενζυματικές αντιδράσεις συνέβαλαν στη μείωση της περιεκτικότητας σε CLA στα δείγματα μας κατά τη διάρκεια της μεταγενέστερης γήρανσης. Παραδείγματα περιλαμβάνουν την οξείδωση των λιπών, η οποία οδηγεί στο σχηματισμό του CLA.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο δεκαετιών δόθηκε μεγάλη προσοχή στο συζευγμένο λινολεϊκό οξύ (CLA) λόγω των δυνητικά ωφέλιμων βιολογικών επιδράσεών του. Το τυρί είναι μία από τις σημαντικότερες διατροφικές πηγές του CLA. Ωστόσο, η περιεκτικότητα σε CLA των τυριών ποικίλλει και επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Η ανάλυση των λιπαρών οξέων του τυριού φέτα, από πρόβειο γάλα και κατσικίσιο, διεξήχθη σε διαφορετικά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας για να παρακολουθήσει και να εξηγήσει τις μεταβολές των λιπαρών οξέων και ιδιαίτερα των CLA.



## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Οι ισχυρισμοί πολλών μέσων μαζικής ενημέρωσης και οργανισμών ότι τα γαλακτοκομικά προϊόντα αυξάνουν τον κίνδυνο για διάφορες χρόνιες παθήσεις όπως την παχυσαρκία, το σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, την καρδιαγγειακή ασθένεια και τον καρκίνο, έχουν οδηγήσει στην άυξηση του σκεπτικισμού των καταναλωτών σχετικά με τις συνέπειες που έχει στην υγεία η κατανάλωση τους (nutrinews.gr).

Ωστόσο, τα ζωικά λιπαρά που βρίσκονται στα τυριά και ειδικά στο τυρί φέτα που μελετήθηκε στην παρούσα πτυχιακή εργασία, μπορούν να ξεπεράσουν την παρεξηγημένη τους φήμη με την αύξηση της περιεκτικότητας σε συζευγμένο λινολεϊκό οξύ (CLA), το οποίο είναι μία από αυτές τις περιπτώσεις "ωφέλιμου" λίπους. Είναι μία φυσική ουσία που σύμφωνα με τελευταίες έρευνες έχει βρεθεί ότι μπορεί να παίξει κάποιο ρόλο στην καταπολέμηση του καρκίνου, αλλά και στην αντιμετώπιση της παχυσαρκίας. Ανήκει σε μια κατηγορία θρεπτικών συστατικών που ονομάζονται λιπαρά οξέα, και θα λέγαμε ότι είναι ένα από τα λεγόμενα "καλά" λιπαρά οξέα, όπως είναι και τα ω-3 λιπαρά, τα οποία έχει άμεση ανάγκη το σώμα μας (iatronet.gr).

Αν και η περιεκτικότητα σε CLA στα γαλακτοκομικά προϊόντα επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, οι στρατηγικές για την διατροφή των ζώων με συγκεκριμένες διατροφικές ιδιότητες μπορούν να αποδειχθούν ιδιαίτερα αποτελεσματικά στον εμπλουτισμό του γάλακτος και των τριών γαλακτοκομικών ειδών ((Park et. al., 2007), καθιστώντας «παρεξηγημένα» γαλακτομικά προϊόντα, περισσότερο ικανά να πάρουν ισχυρισμό υγείας.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ

1. Αλημπαντέ, Α. (2013). Συγκριτική αξιολόγηση του προφίλ των λιπαρών οξέων σε δείγματα συμβατικού και βιολογικού αίγειου και πρόβειου γάλακτος. Μεταπτυχιακή Εργασία. Λάρισα: ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ – ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ.
2. Ανυφαντάκης Ε. (2004). Τυροκομία, Χημεία-Φυσικοχημεία-Μικροβιολογία. Β΄ έκδοση. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.
3. Ζερφυρίδης Γ. (1998). Διατροφή του ανθρώπου. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη.
4. Ζερφυρίδης Γ. (2001). Τεχνολογία Προϊόντων Γάλακτος, Τυροκομία. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη.
5. Καλοσπύρου, Κ. (2014). Τεχνολογία παραγωγής φέτας και ανθότυρο. Πτυχιακή εργασία. Άρτα: Σχολή Τεχνολογίας- Γεωπονίας, Τμήμα Ζωικής Παραγωγής.
6. Καμινारीδης, Σ., Μοάτσου, Γ. (2009). Γαλακτοκομία. Αθήνα: Εκδόσεις Έμβρυο.
7. Κεχαγιάς, Χ. (2011). Γάλα, επιστήμη, τεχνολογία και έλεγχοι για τη διασφάλιση της ποιότητας. Αθήνα: Εκδόσεις Ίων.
8. Κοντογιάννη, Α. (2016). Μελέτη βιωσιμότητας της χαρακτηριστικής μικροχλωρίδας προβιοτικού ζυμωμένου γάλακτος (αγελαδινό-κατσικίσιο σε αναλογία 1:1) κατά την διάρκεια αποθήκευσης σε οικιακό ψυγείο. Πτυχιακή εργασία. Καλαμάτα: ΤΕΙ Πελοποννήσου ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ.
9. Κοντομηνάς, Μ. (2003). Συσκευασία τυριών: Συμβολή στη συντήρηση και στην προώθηση του προϊόντος. Πρακτικά Επιμορφωτικού Σεμιναρίου στη Γαλακτοκομία, Λάρισα.
10. Μάντης, Ε. (2000). Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του. Θεσσαλονίκη: Αφοι Κυριακίδη.
11. Παπαγεωργίου, Δ. (2003). Εφαρμογή του συστήματος HACCP στη γραμμή παραγωγής φέτας. Γαλακτοκομία (Νοέμβριος).
12. Πετειναράκη, Ε., Πλουμάκη, Θ., Αρετάκης Γ. (2013). Αντιλήψεις και Προτιμήσεις του Ευρύτερου Καταναλωτικού Κοινού σε ότι αφορά τα Ελληνικά Τυριά “Φέτα”, “Τραβιέρα Κρήτης”, “Κεφαλοτύρι”,

“Κεφαλογραβιέρα” και τα Οργανοληπτικά Χαρακτηριστικά τους στην Ελληνική και Παγκόσμια Αγορά. Πτυχιακή Εργασία. Σητεία: ΤΕΙ Κρήτης.

- 13.** Χαβαλέ, Ε. (2010). Παραγωγή και ανάλυση του εξωτερικού εμπορίου του τυριού φέτα. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Θεσσαλονίκη: ΑΠΘ, ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ.

## ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

1. Adnou, T. (1995). Variation in renneting properties of Norwegian goat milk. Proceeding IDF Seminar on Production and Utilization of E..we and Goat Milk. Crete.
2. Anifantakis, G. (1990). Manufacture of sheep's milk products. Proceedings of the 23rd Intemational Dairy Congress. Volume 1. Montreal
3. A. Prandini et al. / Journal of Food Composition and Analysis 20 (2007) 472–479
4. Barbosa, A. (1990). Cheesemaking from sheep milk - a Mediterranean tradition worth preserving in the changing world. Proceedings of the 231'd Intemational Dairy Congress. Volume 1. Montreal
5. Barthélemy, Roland; Sperat-Czar, Arnaud (2004). *Cheeses of the world*. London: Hachette Illustrated.
6. Basnet, S.; Schneider, M.; Gazit, A.; Mander, G.; Doctor, A. (April 2010). "Fresh Goat's Milk for Infants: Myths and Realities—A Review". *Pediatrics*. **125** (4): e973–977.
7. Bauman. (1990). HACCP: Concept, development and application. Food Technology, 44 (5): 156-158.
8. Blood DC, Studdert VP, Gay CC (2007). *Saunders Comprehensive Veterinary Dictionary*. St. Louis, Missouri, USA: Saunders Elsevierv.
9. Coga, T., Barbosa, M., Beuvier, E., Salvadori, B., Cocconcelli, P., Fernades, I., Gomez, R., Kalantzopoulos, G., Ledda, A., Medina. M., Rea, M.C. & Rodriguez, E. (1997). Characterisation of lactic acid bacteria in artisanal dairy products. Journal of Dairy Research 64,409 - 421.
10. Dalby, Andrew (1996). *Siren Feasts: A History of Food and Gastronomy in Greece*. London and New York: Routledge.
11. De Block J., De Ville, W. & Petit, L. (1996). Manufacture of a feta cheese using skim milk retentate powder. Journal of the Society of Dairy Technology 49 (2), 37 - 43.
12. Ebringer, L., Ferencík M., Krajčoviča, J. (2008). Beneficial Health Effects of Milk and Fermented Dairy Products – Review. Folia Microbiol. 53 (5): 378–394
13. European Union (15 October 2002). *Feta: Livestock Farming*. European Commission – Agriculture and Rural Development: Door.
14. Forssén K.M., Jägerstadt M.I., Wigertz K., Witthoft C.N. (2000). Folates and dairy products: a critical update. J.Am.Coll.Nutr. 19: 100–110

15. Fuller, R. (1998). Probiotics for farm animals. In: Probiotics: A Critical Review (Tannock, G. W., ed.). Horizon Scientific Press, Wymondham, UK.
16. Gagnon-Joseph, Nathalie (February 17, 2016). "Three approaches to the milk glut". *The Chronicle*. Barton, Vermont.
17. Gooch, Ellen (Spring–Summer 2006). "Truth, Lies, and Feta: The Cheese that Launched a (Trade) War". *Epikouria: Fine Foods and Drinks of Greece*. Triaina Publishing.
18. Harbutt, Juliet (2006). *The World Encyclopedia of Cheese*. London: Hermes House.
19. Hemme, T.; Otte, J., eds. (2010). *Status and Prospects for Smallholder Milk Production: A Global Perspective*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
20. Hernández-Ledesma, B., Amigo, L., Recio, I., Bartolomé, B. (2007). ACE-inhibitory and radical-scavenging activity of peptides derived from  $\beta$ -lactoglobulin f (19-25). Interactions with ascorbic acid. *J.Agric.Food Chem.*, 55: 3392–3397
21. Kandarakis, I., Moatsou, G., Georgala, A., Kaminarides, S., & Anifantakis, E. (2001). Effect of draining temperature on the biochemical characteristics of Feta cheese. *Food Chemistry* (72): 369-378.
22. Kang S.H., Kim J.U., Imm J.Y., Oh S., Kim S.H. (2006). The effects of dairy processes and storage on insulin-like growth factor-1 (IGF-1) content in milk and in model fortified dairy product. *J.Dairy Sci.* 89: 402–409.
23. Kardashian, Kirk. (2007). *Milk Money: Cash, Cows, and the Death of the American Dairy Farm USA*
24. Kumar, R., Bhatia, A., Arora, D. (2009). Health benefits of conjugated linoleic acid: A review. *Journal of clinical and diagnostic research*, 3:1953-1967.
25. Lefèvre CM, Sharp JA, Nicholas KR (2010). "Evolution of lactation: ancient origin and extreme adaptations of the lactation system". *Annual Review of Genomics and Human Genetics*. **11** (1): 219–238
26. Maragkoudakis, Petros A.; Zoumpopoulou, Georgia; Miaris, Christos; Kalantzopoulos, George; Pot, Bruno; Tsakalidou, Effie (2006). "Probiotic potential of Lactobacillus strains isolated from dairy products". *International Dairy Journal*. **16** (3): 189–99.
27. McGee, H. (2004). *"Milk and Dairy Products"*. *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen* (2nd ed.). New York: Scribner.

28. MacGibbon, A.H.K., Taylor, M.W. (2006). Composition and structure of bovine milk lipids. *Advanced dairy chemistry*, 1–42.
29. Markus C.R., Olivier B., De Haan E.H. (2002). Whey protein rich in  $\alpha$ -lactalbumin increases the ration of plasma tryptophan to the sum of the other large neutral amino acids and improves cognitive performance in stress-vulnerable subjects. *Am.J.Clin.Nutr.* 75: 1051–1056.
30. Mansson, H. L. (2008). Fatty acids in bovine milk fat. *Food & Nutrition Research*.
31. Pariza, M.W. (2004). Perspective on the safety and effectiveness of conjugated linoleic acid. *Am.J. Clin.Nutr.*79: 1132–1136.
32. Park, Y.W. (2006a). Goatmilk—chemistry and nutrition. In: Park, Y.W., Haenlein, G.F.W. (Eds.). *Handbook of Milk of Non-bovine Mammals*. Oxford, UK: Blackwell Publishing Professional.
33. Park, Y.W., Juarez, M., Ramos, M., Haenlein, G.F.W. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68: 88–113.
34. Pehrsson, P.R.; Haytowitz, D.B.; Holden, J.M.; Perry, C.R.; Beckler, D.G. (2000). "USDA's National Food and Nutrient Analysis Program: Food Sampling". *Journal of Food Composition and Analysis*. **13** (4): 379–389.
35. Polychroniadou-Alichanidou, Anna (2004). "13: Traditional Greek Feta". In Hui, Y.H.; Meunier-Goddik, Lisbeth; Josephsen, Jytte; Nip, Wai-Kit; Stanfield, Peggy S. *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology*. New York: Marcel Dekker, Inc
36. Radbill, Samuel X. (1976). "The Role of Animals in Infant Feeding". In Hand, Wayland D. *American Folk Medicine: A Symposium*. University of California Press.
37. Ramos, M., Juarez, M. (2003). Sheep milk. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, vol.4: 2539–2545.
38. Raynal, K., Remeuf, F. (1998). The effect of heating on physicochemical and renneting properties of milk: a comparison between caprine, ovine and bovine milk. *Int. Dairy J.* 8: 695–706.
39. Ruiz-Rodrigueza A. et al. (2009). Recent trends in the advanced analysis of bioactive fatty acids. Review: May.
40. Sanders, M.E. (2000). Considerations for Use of Probiotic Bacteria to Modulate Human Health. American Society for Nutritional Sciences.
41. Smith-Howard, Kendra. (2013). *Pure and Modern Milk: An Environmental History Since 1900*. Oxford, England: Oxford University Press.



42. Storry, J.E., Grandison, A.S., Milliard, D., Owen, A.J., Ford, G.D. (1983).  
Chemical composition and coagulating properties of renneted milks from different breeds and species of ruminant. *J. Dairy Res.* 50: 215-229.
43. Svensson M., Hakansson A., Mossberg A.K., Linse C., Svanborg C. (2000).  
Conversion of  $\alpha$ -lactoglobulin to a protein inducing apoptosis. *Proc.Nat.Acad.Sci.*, 97: 4221–4226
44. Tamine, A. (2005). *Probiotic Dairy Products*. Dairy Science and Technology Consultant, Blackwell Publishing Ltd.
45. Tannock, G. W. (1999). *Probiotics: A Critical Review*. Wymondham, UK: Horizon Scientific Press.
46. Trujillo, A.J. (2005). Rennet for clotting raw, pasteurized and high pressure treated milk. In: International dairy Federation (Ed.), Special Issue, 01.
47. Tziboula-Clarke, A. (2003). Goat milk. In: Roguiski, H., Fuquay, J., Fox, P. (Eds.), *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Amsterdam: Academic Press.
48. Yiu H. Hui (2006). *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering, Volume 2*. CRC Press.
49. Van Esterik, Penny (1995). "The Politics of Breastfeeding". In Stuart-Macadam, Patricia; *Breastfeeding: Biocultural Perspectives*. Aldine.
50. Van Hooydonk, A.C.M., De Koster, P.G., Boerrigter, I.J. (1987). The renneting properties of heated milk. *Netherlands Milk Dairy J.*, 41: 3–18.
51. Wiley, Andrea. (2010). *Re-imagining Milk: Cultural and Biological Perspectives*. Routledge

## ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

1. <https://www.ea.gr/%CE%B1%CE%B9%CF%84%CF%89%CE%BB%CE%BF%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%81%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%AF%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1-%CF%83%CF%84%CE%B1-%CE%B1%CE%B9%CF%84%CF%89%CE%BF%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%81%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%B1-%CF%80%CF%81%CE%BF%CE%B9%CE%BF/>
2. [http://galaktokomiki.blogspot.gr/2011/04/blog-post\\_1209.html](http://galaktokomiki.blogspot.gr/2011/04/blog-post_1209.html)
3. <http://www.tseligas.com/content.php?category=10>
4. <http://tyrokomeio.gr/315/%CE%A6%CE%AD%CF%84%CE%B1-%CE%A4%CF%85%CF%81%CE%AF-%CE%A0-%CE%9F-%CE%A0>
5. [https://www.huffingtonpost.gr/2015/03/26/-life-gala-diatrofiki-axia\\_n\\_6921530.html](https://www.huffingtonpost.gr/2015/03/26/-life-gala-diatrofiki-axia_n_6921530.html)
6. [http://ansci.illinois.edu/static/ansc438/Milkcompsynth/histology\\_6.html](http://ansci.illinois.edu/static/ansc438/Milkcompsynth/histology_6.html)
7. <https://www.uoguelph.ca/foodscience/book-page/types-microorganisms-and-their-activity-milk>
8. <https://www.uoguelph.ca/foodscience/book-page/microorganisms-milk>
9. <https://www.uoguelph.ca/foodscience/book-page/pathogenic-microorganisms-milk>
10. [https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/4712/1/%CE%9A%CE%95%CE%A6\\_20\\_%CE%9C%CE%99%CE%9A%CE%A1%CE%9F%CE%92%CE%99%CE%9F%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%99%CE%91%20%CE%9A%CE%91%CE%99%20%CE%92%CE%99%CE%9F%CE%A7%CE%97%CE%9C%CE%95%CE%99%CE%91%20%CE%A4%CE%9F%CE%A5%20%CE%93%CE%91%CE%9B%CE%91%CE%A4%CE%9F%CE%A3.pdf](https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/4712/1/%CE%9A%CE%95%CE%A6_20_%CE%9C%CE%99%CE%9A%CE%A1%CE%9F%CE%92%CE%99%CE%9F%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%99%CE%91%20%CE%9A%CE%91%CE%99%20%CE%92%CE%99%CE%9F%CE%A7%CE%97%CE%9C%CE%95%CE%99%CE%91%20%CE%A4%CE%9F%CE%A5%20%CE%93%CE%91%CE%9B%CE%91%CE%A4%CE%9F%CE%A3.pdf)
11. [http://195.134.76.37/chemicals/chem\\_omegaFA.htm](http://195.134.76.37/chemicals/chem_omegaFA.htm)
12. [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A9-3\\_%CE%BB%CE%B9%CF%80%CE%B1%CF%81%CF%8C\\_%CE%BF%CE%BE%CF%8D](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A9-3_%CE%BB%CE%B9%CF%80%CE%B1%CF%81%CF%8C_%CE%BF%CE%BE%CF%8D)
13. <https://www.mednutrition.gr/portal/lifestyle/systaseis-diatrofis/15821-ta-omega-3-lipara-oksea-sto-mikroskopio-leitourgies-kai-ofeli-gia-tin-ygeia>
14. <https://laneshealth.gr/ingredients/cla-%CF%83%CF%85%CE%B6%CE%B5%CF%85%CE%B3%CE%BC%CE%>

AD%CE%BD%CE%BF-

%CE%BB%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%B5%CF%8A%CE  
%BA%CF%8C-%CE%BF%CE%BE%CF%8D/

15. <http://www.healthyliving.gr/2016/05/15/syzeigmno-linoleiko-oxy-linelaiko-cla/>
16. <http://www.foodbites.eu/j15/el/nomothesia/prodiagrafes/isxvrismoi>
17. <http://www.nutrinews.gr/%CE%B3%CE%AC%CE%BB%CE%B1-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B3%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%8A%CF%8C%CE%BD%CF%84%CE%B1-%CE%BC%CE%AC%CE%B8%CE%B5/>
18. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX%3A32006R1924>
19. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:136:0001:0040:EL:PDF>
20. <http://www.iatronet.gr/diatrofi/threptikes-oysies/article/636/syzevgmeno-linoleiko-oxy-cla-mia-agnwsti-oysia.html>