

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Τμήμα Γεωπονίας

**ΜΕΛΕΤΗ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΚΑΙ
ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ
ΑΓΕΛΑΔΙΝΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΜΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ
ΑΝΑΛΥΣΗΣ**

Ευστάθιος Μακρίδης

Φλώρινα, 2023

Πτυχιακή Εργασία

**ΜΕΛΕΤΗ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΚΑΙ
ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ
ΑΓΕΛΑΔΙΝΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΜΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ
ΑΝΑΛΥΣΗΣ**

**Του φοιτητή:
Ευστάθιου Μακρίδη**

**Επιβλέπουσα καθηγήτρια:
Κασαπίδου Ελένη**



Φλώρινα, 2023

Δήλωση περί μη λογοκλοπής

Δηλώνω ότι είμαι ο συγγραφέας της παρούσας εργασίας με τίτλο «Μελέτη χημικής σύνθεσης και φυσικοχημικών χαρακτηριστικών αγελαδινού γάλακτος με παράλληλη σύγκριση διαφορετικών μεθόδων ανάλυσης» που συντάχθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής μου εργασίας και παραδόθηκε το μήνα Σεπτέμβρη του 2023. Η αναφερόμενη εργασία δεν αποτελεί αντιγραφή ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται σαφώς στη βιβλιογραφία και στο κείμενο ενώ κάθε εξωτερική βοήθεια, αν υπήρξε, αναγνωρίζεται ρητά

Όνομα (κεφαλαία)

ΑΜ

Υπογραφή:

.....

.....

.....

Ημερομηνία:

.....

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία έγινε μελέτη της χημικής σύνθεσης και φυσικοχημικών χαρακτηριστικών αγελαδινού γάλακτος με παράλληλη σύγκριση διαφορετικών μεθόδων ανάλυσής του.

Στο θεωρητικό μέρος της εργασίας γίνεται μια εκτενής αναφορά στην σημασία του γάλακτος για τον άνθρωπο, τη διατροφική του αξία, τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά, πραγματοποιείται ανάλυση της χημικής του σύστασης και παρουσιάζονται τα φυσικοχημικά του χαρακτηριστικά τα οποία μπορούν να αναλυθούν με τις υπάρχουσες φυσικοχημικές μεθόδους.

Έπειτα, στο πειραματικό μέρος, εξετάζονται 7 εμπορικά δείγματα γάλακτος για διάφορες φυσικοχημικές παραμέτρους. Γίνεται προσδιορισμός, στερεού υπολείμματος και στερεού υπολείμματος άνευ λίπους, εξετάζεται η παρουσία ή απουσία υπεροξειδάσης, πραγματοποιείται προσδιορισμός λίπους, πρωτεϊνών, κρυσκοπικής σταθεράς, ποσοστών νερού, τέφρας, pH, δείκτη διάθλασης, αγωγιμότητας, βαθμών Brix και τέλος ειδικού βάρους.

Όλα τα υπό εξέταση δείγματα βρέθηκαν εντός ορίων για κάθε μια από τις ιδιότητες που μετρήθηκαν και προσδιορίστηκαν και όλες οι μετρήσεις είναι σε συμφωνία με το Άρθρο 80 του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών που ορίζει όλα τα επιτρεπτά όρια των διαφόρων τιμών για το νωπό γάλα.

Λέξεις Ευρητηρίασης: Αγελαδινό γάλα, χημική σύνθεση, φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, χημική ανάλυση γάλακτος

Abstract

In the present thesis, the chemical composition and physicochemical characteristics of cow's milk were studied while comparing different methods of analysis.

In the theoretical part of the thesis, an extensive reference is made to the importance of milk for humans, its nutritional value, its qualitative characteristics, the analysis of its chemical composition and its composition, as well as to the physicochemical characteristics that can be analyzed with existing physicochemical methods.

Then, in the experimental part, 7 commercial milk samples are examined for various physicochemical parameters. Determination of solid and non-fat solid residue, presence or absence of peroxidase, determination of fat, proteins, cryoscopic constant, water, ash, pH, refractive index, conductivity, Brix degrees and finally specific gravity.

All samples examined were found within limits for each of the properties measured and determined and all measurements are in accordance with Article 80 of the Food and Beverage Code which sets all permissible limits of the various values for raw milk.

Key words: Cow's milk, chemical composition, physicochemical characteristics, chemical analysis of milk

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	4
Κατάλογος σχημάτων και εικόνων	8
Κατάλογος πινάκων	9
Πρόλογος	10
Εισαγωγή	11
Γενικές πληροφορίες για το γάλα.....	11
Ορισμοί γάλακτος	14
1. Εθνικός οργανισμός τροφίμων και φαρμάκων (Food and Drug Administration) ..	14
2. Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)	15
3. Κώδικας Τροφίμων και Ποτών	15
Ιστορική αναδρομή γάλακτος	16
Γάλα και δημόσια υγεία	19
Είδη γάλακτος	23
Χημική σύσταση γάλακτος.....	28
1. Νερό	29
2. Λιπίδια γάλακτος.....	30
3. Πρωτεΐνες γάλακτος.....	32
Επίδραση της θερμότητας στις πρωτεΐνες γάλακτος.....	34
4. Λακτόζη.....	35
5. Μέταλλα.....	37
6. Βιταμίνες, δευτερεύοντα συστατικά και μικροθρεπτικά συστατικά.....	38
Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά γάλακτος.....	41
Πειραματικό μέρος.....	44
Υλικά και μέθοδοι.....	44
1. Προσδιορισμός περιεκτικότητας ογκομετρούμενης οξύτητας	45
2. Προσδιορισμός pH (ενεργού οξύτητας)	46
3. Προσδιορισμός ειδικού βάρους	46
4. Προσδιορισμός του σημείου πήξης του γάλακτος.....	47
5. Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε ξηρή ουσία (Στερεό Υπόλειμμα Σ.Υ.).....	48

6. Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε τέφρα.....	49
7. Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε λίπος (μέθοδος Gerber).....	50
8. Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες (μέθοδος της φορμαλδεΰδης)50	
9. Προσδιορισμός των βαθμών Brix°	52
10. Έλεγχος παρουσίας υπεροξειδάσης	52
Αποτελέσματα.....	54
1. Προσδιορισμός στερεού υπολείμματος Σ.Υ. και στερεού υπολείμματος άνευ λίπους Σ.Υ.Α.Λ.	54
2. Προσδιορισμός υπεροξειδάσης.....	56
3. Προσδιορισμός λίπους.....	56
4. Προσδιορισμός πρωτεϊνών	58
5. Προσδιορισμός κρυοσκοπικής σταθεράς.....	59
6. Προσδιορισμός νερού	60
7. Προσδιορισμός τέφρας	60
8. Προσδιορισμός pH.....	61
9. Προσδιορισμός δείκτη διάθλασης	61
10. Προσδιορισμός αγωγιμότητας	62
11. Προσδιορισμός βαθμών Brix	63
12. Προσδιορισμός ειδικού βάρους.....	63
Συμπεράσματα	64

Κατάλογος σχημάτων και εικόνων

Εικόνα 1: Άρμεγμα αγελάδας (Βουτσινά, 2011).....	12
Εικόνα 2: Συλλογή γάλακτος (FDA Milk, n.d.).....	14
Εικόνα 3: Αυτοματισμός στη βιομηχανική παραγωγή γάλακτος(Αγελαδοτροφία: Νέες Τάσεις Στα Αλμεκτήρια, Το Μέλλον ο Αυτοματισμός Στη Διατροφή, 2022).....	15
Εικόνα 4: Διανομή γάλακτος σε σπίτια από τον γαλατά (Lambert, 2016)	16
Εικόνα 5: Αρμέγοντας- τοιχογραφία αγελάδας από τον τάφο του Μεθέθι, Σαχάρα, Αρχαία Αίγυπτος (Ancient Egypt, n.d.).....	17
Εικόνα 6: Παραγωγή γάλακτος, φωτογραφία του 1934 (A Brief History of Milk, n.d.) .	18
Εικόνα 7: Διαφήμιση γιαούρτης ΦΑΓΕ (Πετρό Γαλακτοκομικά, n.d.).....	19
Εικόνα 8: Μονάδα συσκευασίας αγελαδινού γάλακτος, (Γαλα Βλαχας, n.d.)	20
Εικόνα 9: Χρωματικές διαφορές στο γάλα (Μασούρας, 2017).....	24
Εικόνα 10: Χημική δομή νερού (Μασούρας, 2017)	29
Εικόνα 11: Χημική δομή τριγλυκεριδίων γάλακτος	30
Εικόνα 12: Τρισδιάστατη χημική δομή φωσφολιπιδίων που συναντώνται στο γάλα(Ortega-Anaya & Jiménez-Flores, 2019)	32
Εικόνα 13: Απεικόνιση της αμφίφιλης φύσης της καζείνης, (εξωτερικά υδρόφιλη και εσωτερικά υδρόφοβη) (Hege et al., 2020)	33
Εικόνα 14: Χημική δομή λακτόζης (Hege et al., 2020).....	35

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1: Φυσικές ιδιότητες του γάλακτος (Καμινारीδης & Μοάτσου, 2009)	41
Πίνακας 2: Αποτελέσματα μετρήσεων στερεού υπολείμματος	54
Πίνακας 3: Αποτελέσματα μετρήσεων στερεού υπολείμματος ανευ λίπους Σ.Υ.Α.Λ.	55
Πίνακας 4: Αποτελέσματα μετρήσεων στερεού υπολείμματος Σ.Υ. (Δ.Δ.)	55
Πίνακας 5: Προσδιορισμός στερεού υπολείμματος με εφαρμογή του τύπου του Fleischman	55
Πίνακας 6: Αποτελέσματα μετρήσεων προσδιορισμού λίπους με (πάνω) τη χρήση οργάνου lactostar, (μεσαίος πίνακας) πειραματικά με τη μέθοδο Gerber και (κάτω) μέσος όρος των αποτελεσμάτων των μετρήσεων.....	57
Πίνακας 7: Αποτελέσματα προσδιορισμού πρωτεϊνών (πάνω) με τη χρήση του οργάνου Lactostar, (στη μέση) πειραματικά με ογκομέτρηση και (κάτω) μέσος όρος αποτελεσμάτων μετρήσεων.	58
Πίνακας 8: Αποτελέσματα προσδιορισμού κρυσκοπικής σταθεράς Κ.Σ. (πάνω) με χρήση κρυσκοπίου, (στη μέση) με χρήση του οργάνου lactostar και (κάτω) μέσος όρος αποτελεσμάτων μετρήσεων	59
Πίνακας 9: Μετρήσεις ποσοστού νερού % στα δείγματα.....	60
Πίνακας 10: Μετρήσεις ποσοστού τέφρας % στα δείγματα.....	61
Πίνακας 11: Μετρήσεις pH δειγμάτων	61
Πίνακας 12: Αποτελέσματα μετρήσεων δείκτη διάθλασης Δ.Δ. στα δείγματα	62
Πίνακας 13: Αποτελέσματα μετρήσεων αγωγιμότητας στα δείγματα.....	62
Πίνακας 14: Μετρήσεις βαθμών Brix στα δείγματα	63
Πίνακας 15: Μετρήσεις ειδικού βάρους δειγμάτων	63

Πρόλογος- Ευχαριστίες

Η εργασία με τίτλο «Μελέτη χημικής σύνθεσης και φυσικοχημικών χαρακτηριστικών αγελαδινού γάλακτος με παράλληλη σύγκριση διαφορετικών μεθόδων ανάλυσης», εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2022-2023 από τον προπτυχιακό φοιτητή του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων, Ευστάθιο Μακρίδη στα εργαστήρια της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Μακεδονίας, στη Φλώρινα. Σκοπός της εργασίας είναι η εξέταση και η ανάδειξη των χημικών ιδιοτήτων και σύστασης και η συγκριτική μελέτη των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του γάλακτος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κα Κασαπίδου Ελένη, για την άψογη συνεργασία, την καθοδήγηση, την βοήθεια και την υποστήριξη που μου προσέφερε κατά την διεκπεραίωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας καθώς και όλα τα μέλη του εργαστηρίου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους δικούς μου ανθρώπους, την οικογένειά μου, τους καλούς μου φίλους και συγγενείς για όλη την βοήθεια, την αγάπη και τη στήριξη.

Εισαγωγή

Το γάλα συχνά αποκαλούμενο ως το "τέλειο φαγητό", παράγεται από τους μαστικούς αδένες όλων των περιγεννητικών θηλυκών θηλαστικών, είναι πλούσιο σε βασικά θρεπτικά συστατικά όπως υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπη, μέταλλα και βιταμίνες που προσαρμόζονται δυναμικά για να καλύψουν τις συγκεκριμένες αναπτυξιακές ανάγκες των αναπτυσσόμενων νεογνών.(Albenzio et al., 2016; Murphy et al., 2017) Καθένα από τα περισσότερα από 4000 είδη θηλαστικών παράγει γάλα σε χημική σύσταση προσαρμοσμένο στις χημικές ανάγκες του νεογνού του. Επομένως, το γάλα αποτελεί την πιο πλήρη απλή φυσική τροφή επειδή περιέχει συστατικά που εφοδιάζουν τον οργανισμό με ενέργεια (λίπος, λακτόζη), με δομικά συστατικά (πρωτεΐνες, ανόργανα άλατα), και επαρκείς ποσότητες βιταμινών και ιχνοστοιχείων που είναι απαραίτητες για την πραγματοποίηση των βιοχημικών διεργασιών που είναι απαραίτητες για τη ζωή. (Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2009)

Γενικές πληροφορίες για το γάλα

Το γάλα διαδραματίζει βασικό ρόλο στη θρέψη και την ενυδάτωση, αλλά έχει επίσης ουσιαστικό ρόλο στη δημιουργία της βασικής μικροχλωρίδας του εντέρου και στην προετοιμασία του ανοσοποιητικού συστήματος σε όλα τα νεογέννητα θηλαστικά.(Murphy et al., 2017) Το γάλα κάθε είδους θηλαστικού αποτελεί ιδανική τροφή για τα νεογνά του μόνο κατά τα πρώτα στάδια της ζωής τους και για αυτό χρησιμοποιείται κατά αποκλειστικότητα από αυτά. Κατά κανόνα, όσο ταχύτερη είναι η ανάπτυξη του νεογνού ενός είδους θηλαστικού τόσο πλουσιότερο είναι το γάλα της μητέρας του σε θρεπτικά συστατικά, ιδιαίτερα σε πρωτεΐνες, ασβέστιο και φώσφορο. (Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2009)

Ενώ ο όρος γάλα συνήθως αναφέρεται σε ένα ειδικό είδος βιορευστού που καταναλώνεται από νεαρά θηλαστικά που ανήκουν σε αυτό το είδος, οι άνθρωποι καταναλώνουν μοναδικά γάλα που παράγεται από άλλα είδη και συνεχίζουν να καταναλώνουν γάλα μέχρι την ενηλικίωση καθώς και μετά το πέρας αυτής.(Albenzio et al., 2016) Ο άνθρωπος χρησιμοποιεί το γάλα των θηλαστικών και μάλιστα σε όλες τις ηλικίες του, Τα πρώτα ζώα

που εξημέρωσε για το σκοπό αυτό 8000-10000 χρόνια πριν ήταν τα πρόβατα και οι αίγες. Κατόπιν εξημερώθηκαν τα βοοειδή, τα οποία είναι σήμερα τα κύρια γαλακτοπαραγωγικά ζώα στον πλανήτη. (Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2009)

Η παγκόσμια παραγωγή γάλακτος κυριαρχείται από πέντε είδη ζώων με το 83% της συνολικής παραγωγής γάλακτος να προέρχεται από αγελάδες, ακολουθούμενη από βουβάλια με 13%, κατσίκες 2%, πρόβατα 1%, καμήλες 0,4%. (Foroutan et al., 2019)

Η ικανότητα των ανθρώπων τόσο να εξάγουν γάλα από κατοικίδια ζώα όσο και να το καταναλώνουν μέχρι την ενηλικίωση έχουν διαδραματίσει βασικό ρόλο στην εξέλιξη της γεωργίας, στην εγκαθίδρυση κοινωνιών των πολιτών και στην ανάπτυξη πολλών ευρέως χρησιμοποιούμενων προϊόντων διατροφής. (Diamond, 2002) Η ικανότητα συλλογής και χρήσης βοείου γάλακτος υπήρξε θεμελιώδης για την υγεία, την ανάπτυξη, τη μετανάστευση και την επιτυχία του ανθρώπινου είδους τα τελευταία 10000 χρόνια. Ακόμη και σήμερα, το γάλα είναι ένα από τα πιο ευρέως καταναλισκόμενα ποτά στον κόσμο (811 εκατομμύρια τόνοι γάλακτος που παρήχθησαν το 2017).



Εικόνα 1: Άρμεγμα αγελάδας (Βουτσινά, 2011)

Δεδομένης της σημαντικής οικονομικής και διατροφικής σημασίας του γάλακτος, και ιδιαίτερα του αγελαδινού γάλακτος, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι το γάλα

βοοειδών αποτελεί αντικείμενο λεπτομερών χημικών ή θρεπτικών αναλύσεων εδώ και πολλά χρόνια.(Foroutan et al., 2019) Αυτές περιλαμβάνουν ολοκληρωμένες μελέτες σχετικά με τις βιταμίνες γάλακτος, μέταλλα, λίπη, πρωτεΐνες, και υδατάνθρακες. Σε επίπεδο μακροθρεπτικών συστατικών, το γάλα βοοειδών αποτελείται συνήθως από νερό (85-87%), λίπη (3,8-5,5%), πρωτεΐνες (2,9-3,5%) και υδατάνθρακες (5%). Σε επίπεδο μικροθρεπτικών συστατικών, το γάλα βοοειδών περιέχει πολλές βιοδραστικές ενώσεις, όπως βιταμίνες, μέταλλα, βιογενείς αμίνες, οργανικά οξέα, νουκλεοτίδια, ολιγοσακχαρίτες και ανοσοσφαιρίνες.

Η ακριβής φύση και η σχετική αφθονία αυτών των ενώσεων είναι συνάρτηση πολλών εσωτερικών και εξωτερικών παραγόντων. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν τη μεταβολική δραστηριότητα στους μαστικούς ιστούς της αγελάδας, τις γενικές συνθήκες υγείας του μαστού, τον τύπο της τροφής που χορηγείται στην αγελάδα, τη δραστηριότητα και την αφθονία ορισμένων μικροβίων στο μηρυκαστικό υγρό της αγελάδας, καθώς και τη μικροβιακή δραστηριότητα και τις ενζυματικές αντιδράσεις που συμβαίνουν μέσα στο γάλα.

Η σύνθεση του γάλακτος ποικίλλει επίσης ανάλογα με τη φυλή βοοειδών, το στάδιο γαλουχίας, τον αριθμό βιώσιμων κνήσεων, και εξαρτάται εξίσου και από τον ποιοτικό έλεγχο του γάλακτος και τις διαδικασίες επεξεργασίας μετά τη συλλογή του. Ιστορικά, οι περισσότερες μελέτες σύνθεσης γάλακτος έχουν διεξαχθεί χρησιμοποιώντας στοχευμένες χημικές αναλύσεις με στόχο τον χαρακτηρισμό συγκεκριμένων κατηγοριών ενώσεων (πχ., μόνο σάκχαρα, μόνο λίπη).

Αν και το αγελαδινό πλήρες γάλα είναι υγρή τροφή, περιέχει κατά μέσο όρο περίπου 12% στερεά συστατικά εκ των οποίων τα 8,6% είναι τα συστατικά άνευ λίπους. Περιέχει μεγάλη σχετική αναλογία σε συστατικά που προαναφέρθηκαν και καθορίζουν την θρεπτική του αξία (πρωτεΐνες, λίπος, άλατα, λακτόζη). Επιπλέον το γάλα αποτελεί πλούσιο θρεπτικό υπόστρωμα για ποικίλους μικροοργανισμούς, οι οποίοι μπορεί να προκαλέσουν την αλλοίωσή του. Στο γάλα επίσης περιέχονται σωματικά κύτταρα που προέρχονται από το ανοσοποιητικό σύστημα των ζώων.

Ενώ οι στοχευμένες αναλυτικές προσεγγίσεις είναι πολύ ακριβείς, απαιτούν σημαντικές δεξιότητες, είναι μάλλον περιορισμένες στο χημικό τους πεδίο και συχνά απαιτούν πολύ

χρόνο και χειρωνακτική προσπάθεια. Με την ανάπτυξη ποσοτικών, στοχευμένων μεταβολομικών προσεγγίσεων, κατέστη δυνατό να επιτευχθεί πολύ πιο ολοκληρωμένη χημική κάλυψη των τροφίμων, των βιορευστών και των ιστών. Η μεταβολομική είναι ένας κλάδος των επιστημών «ωμικής» που ασχολούνται με τον υψηλής απόδοσης, περιεκτικό χαρακτήρα. (Foroutan et al., 2019)

Ορισμοί γάλακτος

1. Εθνικός οργανισμός τροφίμων και φαρμάκων (Food and Drug Administration)

Με βάση τον εθνικό οργανισμό τροφίμων και φαρμάκων FDA (Food and Drug Administration), και σύμφωνα με το τμήμα υγείας και ανθρωπίνων υπηρεσιών- τρόφιμα για κατανάλωση από τον άνθρωπο, ορίζονται οι απαιτήσεις για ειδικό τυποποιημένο γάλα και κρέμα γάλακτος. Το γάλα είναι η γαλακτική έκκριση, πρακτικά απαλλαγμένη από πρωτόγαλα, που λαμβάνεται με το πλήρες άρμεγμα μιας ή περισσότερων υγιών αγελάδων.

Το γάλα που είναι σε τελική μορφή συσκευασίας για χρήση ποτού πρέπει να έχει παστεριωθεί ή υπερπαστεριωθεί και πρέπει να περιέχει τουλάχιστον 8 1/4 τοις εκατό στερεά γάλακτος όχι λίπος και όχι λιγότερο από 3 1/4 τοις εκατό λίπος γάλακτος. Το γάλα μπορεί να έχει προσαρμοστεί με το διαχωρισμό μέρους της λιπαρής ουσίας γάλακτος ή με την προσθήκη κρέμας γάλακτος, συμπυκνωμένου γάλακτος, ξηρού πλήρους γάλακτος, αποβουτυρωμένου γάλακτος, συμπυκνωμένου αποκορυφωμένου γάλακτος ή ξηρού γάλακτος χωρίς λίπος. Το γάλα μπορεί να ομογενοποιηθεί.(FDA, 2023)



Εικόνα 2: Συλλογή γάλακτος (FDA Milk, n.d.)

2. Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)

Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations), ως γάλα ορίζεται η φυσιολογική έκκριση του μαστού που λαμβάνεται από μία ή περισσότερες αμέλξεις, χωρίς καμία προσθήκη ή αφαίρεση, η οποία προορίζεται να καταναλωθεί ως πόσιμο γάλα ή για περαιτέρω επεξεργασία. Γαλακτοκομικό προϊόν είναι το προϊόν που προκύπτει από οποιαδήποτε επεξεργασία του γάλακτος, το οποίο μπορεί να περιέχει πρόσθετα τρόφιμα ή άλλα συστατικά απαραίτητα για την προετοιμασία του. (ABADIE et al., 1999)



Εικόνα 3: Αυτοματισμός στη βιομηχανική παραγωγή γάλακτος (Αγελαδοτροφία: Νέες Τάσεις Στα Αλμекτήρια, Το Μέλλον ο Αυτοματισμός Στη Διατροφή, 2022)

3. Κώδικας Τροφίμων και Ποτών

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, γάλα ορίζεται το απαλλαγμένο πρωτογάλακτος προϊόν της ολοσχερούς και χωρίς διακοπή αρμέγματος υγιούς γαλακτοφόρου ζώου, το οποίο διαβιώνει και διατρέφεται υπό υγιεινούς όρους και δεν βρίσκεται σε κατάσταση υπερκόπωσης.

Με τον όρο ‘γάλα’, νοείται το προϊόν το οποίο :

- Προέρχεται από αγελάδα
- Είναι νωπό
- Πλήρες
- Δεν έχει υποστεί αφυδάτωση ή συμπύκνωση
- Δεν περιέχει άλλες πρόσθετες ύλες. (Κώδικας Τροφίμων, Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης, Άρθρο 71, 1987)



Εικόνα 4: Διανομή γάλακτος σε σπίτια από τον γαλατά (Lambert, 2016)

Ιστορική αναδρομή γάλακτος

Η χρονική στιγμή της εκμετάλλευσης των οικόσιτων μηρυκαστικών για τα «δευτερογενή προϊόντα» τους, όπως το γάλα, το μαλλί κ.λπ., είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιήθηκαν τα οικόσιτα ζώα στην προϊστορία, και είναι πιθανό ότι αυτό συνέβη ένα σημαντικό χρονικό διάστημα μετά την αρχική εξημέρωσή

τους. Ως εκ τούτου, εικάζεται ότι από τη στιγμή που οι νεολιθικές γεωργικές πρακτικές έφτασαν στη Βρετανία, η γαλακτοκομία θα είχε ήδη ενσωματωθεί στις γενικές γεωργικές οικονομίες της εποχής.

Η ιστορία του γάλακτος χρονολογείται στη Νεολιθική εποχή, η οποία σηματοδοτεί το πέρασμα του ανθρώπινου είδους από την αναζήτηση του θηράματος και τη συλλογή της τροφής στην προσαρμοστικότητα των πόρων του για την απόκτηση τροφίμων. Η εξημέρωση των ζώων, έφερε στον άνθρωπο πρόσβαση σε κρέας, δέρματα ζώου και γάλα. Οι πρώτες προσπάθειες να εξημερωθούν μηρυκαστικά ζώα όπως αγελάδες, αίγες και πρόβατα ξεκινούν στη Μέση Ανατολή πριν 11.000 χρόνια.



Εικόνα 5: Αρμέγοντας- τοιχογραφία αγελάδας από τον τάφο του Μεθέθι, Σαχάρα, Αρχαία Αίγυπτος (Ancient Egypt, n.d.)

Τα ζώα γαλακτοπαραγωγής εξαπλώθηκαν από την Νοτιοδυτική Ασία προς την Ευρώπη γύρω στο 7000 π.Χ. αλλά έφτασαν στην Βρετανία και την Σκανδιναβία 3000 χρόνια μετά.

Τα γαλακτοκομικά προϊόντα αρχικά δεν αποτελούσαν μέρος της διατροφής και δεν ήταν γενικά διαδεδομένα πέρα από χρήσεις όπως η επούλωση των πληγών από εγκαύματα (πρώτοι Αιγύπτιοι) είτε γιατί οι κτηνοτρόφοι δεν εκμεταλλευόντουσαν τα ζώα με αυτό τον τρόπο είτε δεν υπήρχαν εξημερωμένα είδη. Η κατανάλωση των προϊόντων αυτών έγινε

αποδεκτή από αυτές τις περιοχές σχετικά πρόσφατα, τα τελευταία 500 χρόνια λόγω την Ευρωπαϊκής κυριαρχίας. Στον μεσαίωνα το γάλα αποκαλούνταν «ενάρετο λευκοποτό» καθώς, ήταν πιο ασφαλές ακόμα και από το νερό.

Η ελληνική κτηνοτροφία αρχίζει στην εποχή του Ομήρου, ο οποίος καταγράφει τον κτηνοτροφικό πλούτο του αρχαίου ελληνικού κόσμου αφού οι αρχαίοι Έλληνες γνωρίζουν το γάλα ήδη από το 7000 π.Χ.

Αρχαίες αναφορές επισημαίνουν πως το τυρί (το χλωρό τυρί) κατείχε πρωτεύουσα θέση στα γεύματα των λακωνικών εορτών,(πχ Υακίνθια και τα Τιθηνίδια) και αποτελούσε έπαθλο για τους εφήβους στην εορτασμό της Ορθίας Αρτέμιδος. Στην αρχαία Σπάρτη, το τυρί συμπεριλαμβανόταν στα προσφερόμενα προϊόντα για τη συμμετοχή στα φιδίτια και, συνεπώς, στην εξασφάλιση πολιτικών δικαιωμάτων. Τα πρόβατα και οι κατσίκες θεωρούταν πολύ σημαντικά για το αρχαίο κόσμο, επειδή προσέφεραν πολύτιμες τροφές μεταξύ των οποίων γάλα και τυριά, κρέας, μαλλί και δέρμα.

Στη δεκαετία του 1950, στην Ελλάδα προωθείται ένα πρόγραμμα γενετικής βελτίωσης των εγχώριων φυλών αγελάδων και ταυτόχρονα σχεδόν ιδρύονται δύο κέντρα τεχνικής σπερματέγχυσης, ένα στην Αθήνα και ένα στη Θεσσαλονίκη.



Εικόνα 6: Παραγωγή γάλακτος, φωτογραφία του 1934 (A Brief History of Milk, n.d.)



Εικόνα 7: Διαφήμιση γιαούρτης ΦΑΓΕ (Ρετρό Γαλακτοκομικά, n.d.)

Την εποχή αυτή, στη χώρα μας διατίθεται ένας μικρός αλλά αξιοσημείωτος αριθμός τυροκομείων που ασχολούνται παράλληλα και με την παραγωγή γιαούρτης (2.000 μικρής δυναμικότητας τυροκομεία, ιδιωτών τυροκόμων/τυρέμπορων).

Την ίδια χρονική περίοδο, εμφανίζονται τα πρώτα εργοστάσια με τη μεταπολεμική αμερικανική βοήθεια (Συνεταιρισμός Αγελαδοτρόφων Ασπροπύργου-ΑΣΠΡΟ, ΑΣΤΥ στην Αθήνα, ΑΓΝΟ στη Θεσσαλονίκη, ΕΒΟΛ στο Βόλο και Πρώτο στην Πάτρα).

Αποτέλεσμα όλων αυτών των προσπαθειών υπήρξε η ίδρυση, σύγχρονων για την εποχή, συνεταιριστικών εργοστασίων, (Λαμίας, Τρικάλων, Ξάνθης, Ιωαννίνων, Πάτρας, Γαστούνης, Κέρκυρας), που άρχισαν να παράγουν παστεριωμένο γάλα και τυριά, γεγονός το οποίο οδήγησε στην συνεχή και τακτική κατανάλωση αγελαδινού γάλακτος. (ΛΑΓΓΗ, 2017)

Στη σύγχρονη εποχή, ο άνθρωπος έχει χρησιμοποιήσει το γάλα από οικόσιτα μηρυκαστικά σε τέτοιο βαθμό ώστε στις Ηνωμένες Πολιτείες, η ετήσια κατά κεφαλήν κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων (ισοδύναμο γάλακτος, βάση λίπους γάλακτος) ήταν πάνω από 250 κιλά το 1997. (ΛΑΓΓΗ, 2017)

Η Ευρωπαϊκή Ένωση θεωρείται ιδιαίτερα αναπτυγμένη στον τομέα της γαλακτοκομίας, συμβάλλοντας στην παγκόσμια παραγωγή αγελαδινού γάλακτος κατά 24,9%, του γίδινου 17,9% και του πρόβειου 18,4%. Το βουβαλινό γάλα περιορίζει την παραγωγή του σε μικρές ποσότητες στην Ιταλία. Χαρακτηριστικό της γαλακτοπαραγωγής της Ε.Ε., είναι η κυριαρχία του αγελαδινού γάλακτος το οποίο αγγίζει σε ποσοστό το 97%. (Μασούρας, 2017)

Γάλα και δημόσια υγεία

Το γάλα είναι σχεδιασμένο να καταναλώνεται αμέσως μετά την έκκρισή του. Εντούτοις, στην πράξη, μετά την άμελξή του αποθηκεύεται για διαφορετικά χρονικά διαστήματα - από ώρες ως αρκετές μέρες- μέχρι να επεξεργαστεί ή να μεταποιηθεί σε διάφορα προϊόντα.

Στο διάστημα αυτό ψύχεται ή θερμαίνεται με αποτέλεσμα να συμβαίνουν κάποιες φυσικές μικροβιακές ή και ενζυμικές αλλαγές οι οποίες μπορούν να αλλάξουν τη σύστασή του ή να μεταβάλλουν την συμπεριφορά του κατά την επεξεργασία. (Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2009)

Ακόμα και όταν το γάλα προέρχεται από υγιή ζώα και παραλαμβάνεται με προφυλάξεις από το μαστό, περιέχει μικρόβια ο αριθμός των οποίων ανέρχεται σε εκατοντάδες χιλιάδες ανά mL. Οι μικροοργανισμοί αυτοί είναι κατά κύριο λόγο μη παθογόνοι και ανήκουν κυρίως στα γένη *Lactococcus* και *Micrococcus*.

Είναι γνωστό ότι το γάλα μπορεί να είναι ένας πιθανός φορέας μικροοργανισμών που σχετίζονται με διάφορες ασθένειες. Οι επιδημίες που μεταδίδονται με το γάλα έχουν αναφερθεί ευρέως, και για τον λόγο αυτόν, απαιτούνται κατάλληλες προφυλάξεις για την πρόληψη εστιών ασθενειών που μεταδίδονται με γάλα, ειδικά εάν καταναλώνεται νωπό. Μερικά παραδείγματα του τρόπου με τον οποίο έχει βρεθεί ότι μεταδίδονται οι ασθένειες μέσω του γάλακτος, παρατίθενται παρακάτω:



Εικόνα 8: Μονάδα συσκευασίας αγελαδινού γάλακτος, (Γαλα Βλαχας, n.d.)

1. Μόλυνση του γάλακτος απευθείας από την αγελάδα: Αυτό περιλαμβάνει ασθένεια των βοοειδών, οι αιτιολογικοί οργανισμοί μπορούν να εισέλθουν στο γάλα μέσω μαστικών αδένων και ή μέσω μόλυνσης κοπράνων και μπορεί να προκαλέσουν ασθένεια σε άτομα που καταναλώνουν το γάλα (πχ φυματίωση των βοοειδών).

2. Μόλυνση από άνθρωπο σε αγελάδα και στη συνέχεια στο γάλα: Αυτές οι ασθένειες είναι ουσιαστικά ανθρώπινες, αλλά μπορούν να εγκατασταθούν στους μαστούς της αγελάδας (πχ σηπτικός πονόλαιμος, οστρακιά και διφθερίτιδα).

3. Άμεση μόλυνση του γάλακτος από τον άνθρωπο: Οι ασθένειες αυτές μπορούν να μεταδοθούν στο γάλα με άμεση μόλυνση μέσω της ανθρώπινης επαφής (πχ τυφοειδή πυρετό, δυσεντερία, γαστρεντερίτιδα, και διφθερίτιδα).

4. Έμμεση μόλυνση του γάλακτος από ανθρώπους: Σε αυτές περιλαμβάνονται οι ανθρώπινες ασθένειες. Το παθογόνο που προκαλεί την ανθρώπινη ασθένεια μπορεί να εισέλθει στο γάλα μέσω μολυσματικών σκευών στον αχυρώνα αρμέγματος στο αγρόκτημα, στην παροχή νερού ή μέσω εντόμων (φορέων) και σκόνης (πχ τυφοειδή ή παρατυφοειδή πυρετό και διάρροια).(Kailasapathy, 2009; Γαλα Βλαχας, n.d.)

A. Φυσική μόλυνση:

Μακράν η πιο σημαντική φυσική πτυχή που συνδέεται με το γάλα είναι η θερμοκρασία από τη στιγμή του αρμέγματος έως τη στιγμή της παραλαβής στη μονάδα ψύξης ή επεξεργασίας. Οι μικροί προμηθευτές χρησιμοποιούν πάγο που προστίθεται στο γάλα για να μειώσουν γρήγορα τη θερμοκρασία. Η πρακτική της ψύξης του γάλακτος με προσθήκη πάγου αραιώνει το γάλα, γεγονός που μπορεί να δυσκολέψει την επεξεργασία. Το νερό από το λιώσιμο του πάγου μειώνει τη συγκέντρωση των διαλυμένων και αιωρούμενων συστατικών του γάλακτος και μεταβάλλει τις ιδιότητες επεξεργασίας του. Η κακή ποιότητα του νερού που χρησιμοποιείται για την παρασκευή πάγου ή για το ξέπλυμα σκευών γάλακτος στο αγρόκτημα και το εργοστάσιο μπορεί να αυξήσει τον αριθμό των βακτηρίων στο γάλα. Τα κακώς τοποθετημένα καπάκια στα δοχεία γάλακτος προσφέρουν μικρή προστασία από τη μόλυνση της σκόνης κατά τη μεταφορά. Οι τρίχες των ζώων είναι επίσης κοινές στο γάλα που λαμβάνεται με το άρμεγμα με το χέρι. Για το λόγο αυτό, οι τρίχες του μαστού πρέπει να διατηρούνται καθαρά και πρέπει να κόβονται εάν είναι κοντά στις θηλές.

B. Χημική μόλυνση:

Οι κύριες χημικές ουσίες που μπορούν να μολύνουν το γάλα είναι τα αντιβιοτικά, τα απολυμαντικά και τα απορρυπαντικά ή τα σαπούνια. Μετά τη θεραπεία των ζώων για τον έλεγχο της μαστίτιδας, το γάλα συχνά παρακρατείται για πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Το γάλα δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για κατανάλωση για τουλάχιστον 96 ώρες. Ο χρόνος παρακράτησης του γάλακτος από τα ζώα που υποβάλλονται σε θεραπεία εξαρτάται από την ποσότητα που χρησιμοποιείται, τη συχνότητα της θεραπείας, καθώς και τον τύπο των αντιβιοτικών. Τα αντιβιοτικά είναι ανεπιθύμητα στο γάλα από την άποψη της δημόσιας υγείας. Επίσης, η παρουσία αντιβιοτικών στο γάλα αποκλείει τη χρήση του από καλλιεργημένα προϊόντα όπως τα γιαούρτια.

Οι παράγοντες απολύμανσης όπως τα ιωδοφόρα, οι ενώσεις τεταρτοταγούς αμμωνίου και τα υποχλωριώδη πρέπει να αποκλείονται από την παροχή γάλακτος. Αυτά δεν αποτελούν συνήθως πρόβλημα με τους μικρούς κατόχους λόγω των μικρών ποσοτήτων που χρησιμοποιούνται. Ωστόσο, με τους μεγάλους κατόχους, οι οποίοι χρησιμοποιούν μηχανικό άρμεγμα, μια βλάβη μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές ποσότητες απολυμαντικών που περιλαμβάνονται στο χύμα γάλα. Οι κακές πρακτικές ξεπλύματος μετά τον καθαρισμό μπορεί να οδηγήσουν σε υπολείμματα απορρυπαντικού και σαπουνιού στο γάλα.

Γ. Βιολογική μόλυνση:

Μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών στο γάλα είναι ανεπιθύμητος για λόγους δημόσιας υγείας και αλλοίωσης. Παθογόνοι οργανισμοί μπορούν να εκκριθούν στο γάλα από αγελάδες που πάσχουν από διάφορες ασθένειες όπως η φυματίωση και η βρουκέλλωση. Οι αλλοιωμένοι οργανισμοί πολλαπλασιάζονται γρήγορα εάν η θερμοκρασία του γάλακτος παραμένει πάνω από 10 °C. Αν και δεν αποτελούν μεγάλη απειλή για τη δημόσια υγεία, τα οξέα που παράγονται από οργανισμούς αλλοίωσης μπορούν να καταστήσουν το γάλα ακατάλληλο για θερμική επεξεργασία ή επεξεργασία.

Το όξινο (ξινό) γάλα πήζει κατά τη θέρμανση και μπορεί εύκολα να μπλοκάρει τους εναλλάκτες θερμότητας πλάκας και άλλο εξοπλισμό στο εργοστάσιο επεξεργασίας. Άλλοι

μικροοργανισμοί, είναι σε θέση να προκαλέσουν προβλήματα ποιότητας παράγοντας γεύσεις. Ο πάγος που παράγεται από μη επεξεργασμένο νερό μπορεί να περιέχει υψηλά επίπεδα μικροοργανισμών. Οι μικροοργανισμοί δεν σκοτώνονται με κατάψυξη και εάν χρησιμοποιείται πάγος για την ψύξη του γάλακτος, το γάλα μολύνεται αμέσως.

Το μεγαλύτερο μέρος των μικροοργανισμών στο γάλα προέρχεται από μολυσμένα σκεύη αρμέγματος. Η χρήση απορρυπαντικού για καθαρισμό, τρίψιμο, ξέπλυμα με καθαρό ζεστό νερό και στέγνωμα σε καθαρό περιβάλλον μετά τη χρήση είναι απαραίτητη. Τα χέρια πρέπει να πλυθούν εκτενώς πριν από το άρμεγμα. Ο μαστός και οι θηλές των αγελάδων πρέπει να είναι καθαροί και στεγνοί. Όταν τα ζώα έχουν υγρούς ή βρώμικους μαστούς, οι θηλές και οι γύρω περιοχές πρέπει να καθαρίζονται, να ψεκάζονται ή να τρίβονται με διάλυμα απολύμανσης και να στεγνώνουν πριν από το άρμεγμα. (Kailasapathy, 2009)

Είδη γάλακτος

Η επεξεργασία γαλακτοκομικών προϊόντων περιλαμβάνει τη μετατροπή του νωπού γάλακτος σε υγρά γαλακτοκομικά προϊόντα και μια σειρά γαλακτοκομικών προϊόντων όπως το βούτυρο, το γιαούρτι και τα γάλατα που έχουν υποστεί ζύμωση, τα τυριά, οι ξηρές σκόνες γάλακτος, τα ξηρά προϊόντα ορού γάλακτος, το παγωτό και τα κατεψυγμένα επιδόρπια και τα επιδόρπια ψυγείου.

Παράγοντες που σχετίζονται με την αγελάδα όπως η φυλή, τα διαστήματα αρμέγματος, τα στάδια του αρμέγματος, τα διαφορετικά τέταρτα του μαστού, η περίοδος γαλουχίας, η εποχή, η τροφή, το θρεπτικό επίπεδο, η θερμοκρασία περιβάλλοντος, η κατάσταση υγείας, η ηλικία, ο καιρός, ο κύκλος του οίστρου, η περίοδος κύησης και η άσκηση είναι γνωστό ότι προκαλούν διακυμάνσεις στα επίπεδα λίπους, πρωτεϊνών, λακτόζης και ανόργανων συστατικών στο γάλα που προέρχεται από μεμονωμένες αγελάδες

Από την άποψη των καταναλωτών, οι ποιοτικοί παράγοντες που σχετίζονται με το γάλα είναι η εμφάνιση, το χρώμα και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά όπως το άρωμα, η γεύση και η αίσθηση στο στόμα. Το χρώμα του γάλακτος θεωρείται από τον καταναλωτή ενδεικτικό καθαρότητας και πλούτου. Το λευκό χρώμα του γάλακτος οφείλεται στη σκέδαση του ανακλώμενου φωτός από τα εγγενή υπερμικροσκοπικά σωματίδια, τα σφαιρίδια λίπους, τα μικκύλια κολλοειδούς καζεΐνης και το φωσφορικό ασβέστιο. Η

ένταση του λευκού χρώματος είναι ευθέως ανάλογη με το μέγεθος και τον αριθμό των σωματιδίων σε εναιώρημα. Η ομογενοποίηση αυξάνει σημαντικά την επιφάνεια των σφαιριδίων λίπους ως αποτέλεσμα της διάσπασης μεγαλύτερων σφαιριδίων. Κατά συνέπεια, το ομογενοποιημένο γάλα και η κρέμα γάλακτος είναι πιο λευκά από τα μη ομογενοποιημένα αντίστοιχα.

Μετά την καθίζηση της καζεΐνης και του λίπους με την προσθήκη αραιού οξέος ή πυτιάς, ο ορός γάλακτος διαχωρίζεται, ο οποίος έχει πράσινο-κίτρινο χρώμα λόγω της χρωστικής ριβοφλαβίνης. Το βάθος του χρώματος ποικίλλει ανάλογα με την ποσότητα λίπους που παραμένει στον ορό γάλακτος. Η έλλειψη σφαιριδίων λίπους δίνει στο αποβουτυρωμένο γάλα μια μπλε απόχρωση. Οι φυσιολογικές διαταραχές στην αγελάδα κάνουν το γάλα πιο μπλε.

Το αγελαδινό γάλα περιέχει χρωστικές καροτίνη και ξανθοφύλλες, οι οποίες τείνουν να δίνουν χρυσοκίτρινο χρώμα στο γάλα. Οι φυλές Guernsey και Jersey παράγουν ιδιαίτερα χρυσοκίτρινο γάλα. Το γάλα από κατσίκες, πρόβατα και νεροβούβαλους τείνει να έχει πολύ πιο λευκό χρώμα, επειδή το γάλα τους στερείται των χρωστικών ουσιών. (Καμινारीδης & Μοάτσου, 2009)



Εικόνα 9: Χρωματικές διαφορές στο γάλα (Μασούρας, 2017)

Η γεύση (γεύση και άρωμα) του γάλακτος είναι κρίσιμη για το κριτήριο αξιολόγησης της ποιότητας από τον καταναλωτή. Η γεύση είναι μια οργανοληπτική ιδιότητα όπου τόσο η οσμή όσο και η γεύση αλληλοεπιδρούν. Η γλυκιά γεύση της λακτόζης εξισορροπείται έναντι της αλμυρής γεύσης του χλωρίου, και οι δύο είναι κάπως μετριασμένες από

πρωτεΐνες. Αυτή η ισορροπία διατηρείται σε ένα αρκετά ευρύ φάσμα σύνθεσης γάλακτος ακόμη και όταν το ιόν χλωρίου κυμαίνεται από 0,06 έως 0,12%. Η αλμύρα μπορεί να ανιχνευθεί οργανοληπτικά σε δείγματα που περιέχουν 0,12% ή περισσότερο ιόντα χλωρίου και σημειώνεται σε δείγματα που περιέχουν 0,15%. Μερικοί αποδίδουν τη χαρακτηριστική πλούσια γεύση των γαλακτοκομικών προϊόντων στις λακτόνες, τις μεθυλοκετόνες, ορισμένες αλδεΐδες, το διμεθυλοσουλφίδιο και ορισμένα λιπαρά οξέα βραχείας αλυσίδας. Καθώς η γαλουχία προχωρά, η λακτόζη μειώνεται ενώ τα χλωριούχα αυξάνονται, έτσι ώστε η ισορροπία κλίνει προς το "αλμυρό". Μια παρόμοια εξάρθρωση προκαλείται από μαστίτιδα και άλλες διαταραχές του μαστού. Κατά συνέπεια, η γεύση του γάλακτος σχετίζεται με την αναλογία λακτόζης / χλωρίου.

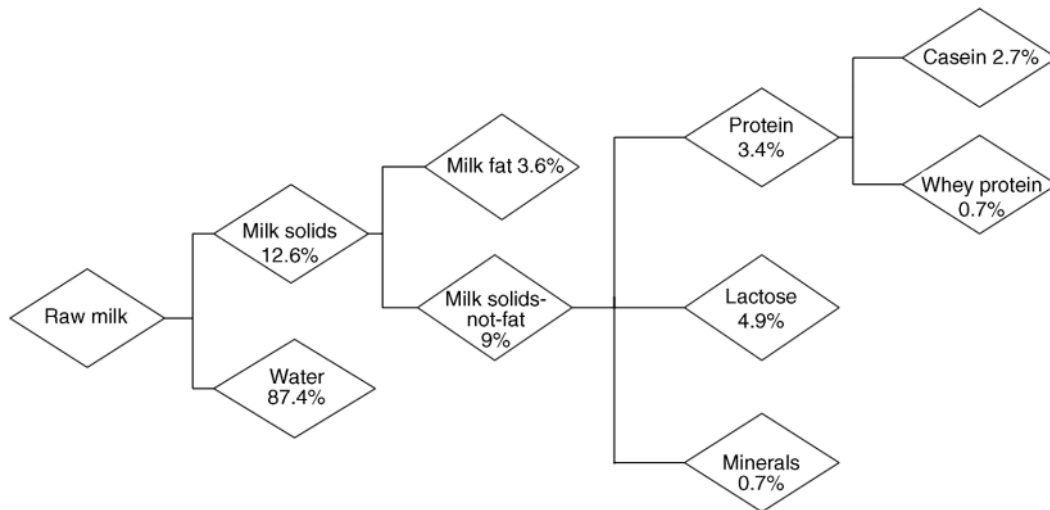
Το φρέσκο γάλα από οποιοδήποτε θηλαστικό έχει μια ελαφρά οσμή φυσικού αρώματος ιδιόμορφου για το ζώο. Η οσμή "αγελάδας" του αγελαδινού γάλακτος είναι μεταβλητή, ανάλογα με την εποχή του έτους και τις συνθήκες υγιεινής του αρμέγματος. Μια ισχυρή "αγελαδινή" οσμή που παρατηρείται συχνά κατά τους χειμερινούς μήνες μπορεί να οφείλεται στην είσοδο στο γάλα κετονικών σωμάτων από το αίμα των αγελάδων που πάσχουν από κέτωση (Η κέτωση ή ακετονιμία είναι μη μεταδοτική ασθένεια που χαρακτηρίζεται από μια βαθιά διαταραχή των μεταβολικών διεργασιών στο σώμα του ζώου, και συνοδεύεται από συσσώρευση κετονικών σωμάτων στο αίμα, ούρα και γάλα, καθώς και μείωση σακχάρου στο αίμα). Οι γεύσεις ζωοτροφών στο γάλα προέρχονται από αρώματα ζωοτροφών στον αχυρώνα. Επιπλέον, ορισμένες γεύσεις ζωοτροφών μεταδίδονται απευθείας στην κατάποσή τους από το ζώο. Τα φυτά που περιέχουν αιθέρια έλαια προσδίδουν τη γεύση του πτητικού συστατικού στο γάλα.

Τα κύρια συστατικά του νωπού γάλακτος του εμπορίου απεικονίζονται στο Διάγραμμα 1. Σε ξηρή βάση, το νωπό πλήρες γάλα περιέχει:

- 29,36% λίπος,
- 26,98% πρωτεΐνη (22,22% καζεΐνη, 4,76% πρωτεΐνες ορού γάλακτος),
- 38,1% λακτόζη και
- 5,56% τέφρα.

Η σύνθεση των μη λιπαρών στερεών του αποβουτυρωμένου γάλακτος είναι:

- 52,15% λακτόζη,
- 38,71% πρωτεΐνη (31,18% καζεΐνη, 7,53% πρωτεΐνη ορού γάλακτος),
- 1,08% λίπος και
- 8,06% τέφρα. (“Dairy Process. Qual. Assur.,” 2015)



Διάγραμμα 1: Μεικτή σύνθεση ομαδοποιημένου νοπού γάλακτος

Το γάλα, λόγω πιθανής ύπαρξης παθογόνων μικροοργανισμών πριν την κατανάλωση του πρέπει να υποστεί συγκεκριμένες επεξεργασίες. Η θερμική επεξεργασία εφαρμόζεται αφού γίνουν οι απαραίτητοι φυσικοχημικοί και μικροβιολογικοί έλεγχοι. Ανάλογα την θερμική επεξεργασία το γάλα χωρίζεται στους εξής 4 τύπους:

- **Φρέσκο παστεριωμένο γάλα:** Το γάλα σε θερμοκρασία 72,5° C για 15 περίπου δευτερόλεπτα δέχεται θερμική επεξεργασία. Το προϊόν διατηρεί την υψηλότερη ποσότητα διατροφικής αξίας με ελάχιστη επιρροή στην γεύση, παράλληλα επεκτείνεται η διάρκεια ζωής του από 3 έως 7 ημέρες.
- **Υψηλής παστερίωσης:** Στην παστερίωση το γάλα θερμαίνεται σε υψηλότερες θερμοκρασίες, 110°C έως 127°C για 2 δευτερόλεπτα. Εδώ έχουμε ως αποτέλεσμα την ελάττωση της διατροφικής αξίας ενώ η διάρκεια ζωής είναι μέχρι 30 μέρες.

- **Υπέρ υψηλής παστερίωσης:** Το προϊόν δέχεται θερμική επεξεργασία πάνω από 135°C για 1 δευτερόλεπτο τουλάχιστον. Το γάλα δέχεται αλλοίωση στη γεύση αλλά έχει διάρκεια κατανάλωσης 1 χρόνο.
- **Παστεριωμένο:** Το γάλα σε στεγανά δοχεία δέχτηκε παστερίωση και διατηρήθηκε στην κλειστή συσκευασία μέχρι την στιγμή της κατανάλωσης.

Στο εμπόριο υπάρχουν διαφορετικά είδη γάλακτος τα οποία έχουν υποστεί ρύθμιση λιποπεριεκτικότητας. Με αυτό το κριτήριο τα γάλατα με επεξεργασμένο λίπος χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- **Αποβουτυρωμένο:** Μετά την αφαίρεση του λίπους με μηχανική επεξεργασία το γάλα παραμένει νωπό χωρίς να υπάρχει καμία άλλη προσθήκη. Το λίπος σε αυτή την περίπτωση δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,2%.
- **Ημιαποβουτυρωμένο:** Το γάλα μετά την αφαίρεση μερικού λίπους παραμένει νωπό, χωρίς καμία επιπλέον επεξεργασία. Το λίπος εδώ δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1,5% - 1,8%.
- **Μερικώς αποβουτυρωμένο:** Αποτελεί σχεδόν το ίδιο με το αποβουτυρωμένο γάλα με την διαφορά ότι εδώ το λίπος πρέπει να είναι υποχρεωτικά πάνω από 1,8%.

Το γάλα επιπλέον μπορεί να δεχτεί επεξεργασία και στον όγκο του και στη λιποπερικετικότητα του. Με βάση αυτό το γάλα έχει επιπλέον κάποιες κατηγορίες:

- **Σκόνη γάλακτος ή δισκία γάλακτος ή ξηρό γάλα:** Είναι προϊόν συμπύκνωσης του νωπού μέχρι η υγρασία του να είναι κάτω από 5% του βάρους του. Το λίπος πρέπει να είναι τουλάχιστον 26% από το πλήρες γάλα πρέπει να έχει τουλάχιστον 26%, από αποβουτυρωμένο μέχρι 1,5% και από ημιαποβουτυρωμένο 14-17%.
- **Συμπυκνωμένο γάλα:** Συμπυκνώθηκε το νωπό γάλα με λίπος 8% κατά το 1/3 του αρχικού όγκου.

- **Μερικώς συμπυκνωμένο γάλα ή αφυδατωμένο ή εβαπορέ:** Το νωπό γάλα συμπυκνώθηκε κατά 1/2 και πρέπει το λίπος του να είναι διπλάσιο από ότι ήταν το αρχικό.
- **Σακχαρούχο:** είναι το συμπυκνωμένο γάλα ή το ξηρό στο οποίο έχει προστεθεί καλαμοσάκχαρο ή δεξτρόζη ή και τα δύο μαζί. (Lobbert Reinhard, Ψαλλίδα Παναγιώτα, 2011)

Χημική σύσταση γάλακτος

Ως «νωπό γάλα» θεωρείται το γάλα που εκκρίνεται από τους μαστικούς αδένες μιας ή περισσότερων αγελάδων, προβατινών, αιγών ή βουβαλίδων, το οποίο δεν έχει θερμανθεί πέραν των 40 °C, ούτε έχει υποβληθεί σε επεξεργασία με ισοδύναμο αποτέλεσμα. Η σύνθεση του γάλακτος διαφέρει μεταξύ διαφορετικών θηλαστικών και μεταξύ διαφορετικών φυλών του ίδιου είδους. Συγκεκριμένα, η σύσταση **του γάλακτος των μηρυκαστικών** είναι:

- Νερό (>80%)
- Λίπος (3,50-7,50%)
- Λακτόζη (4,40-4,90%)
- Πρωτεΐνες (3,20-5,80%, κυρίως καζεΐνη)
- Ανόργανα συστατικά (0,70-1%)
- Βιταμίνες
- Ένζυμα
- Άλλα συστατικά σε μικροποσότητες

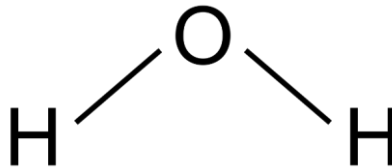
Συγκεκριμένα, το **αγελαδινό γάλα** αποτελείται από:

- Νερό 88%
- Λίπος 3,7%
- Λακτόζη 4,7%
- Πρωτεΐνες 3,2% (καζεΐνη, πρωτεΐνες του ορού)

- Ανόργανα στοιχεία (0,75%)
- Αέρια
- Λιπίδια
- Ενδογενή ένζυμα (>60)
- Λιποδιαλυτές και υδατοδιαλυτές βιταμίνες
- Μη-πρωτεϊνικές αζωτούχες ουσίες
- Ιχνοστοιχεία
- Ορμόνες/αυξητικοί παράγοντες
- Μικροοργανισμοί
- Σωματικά κύτταρα(Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2015)

1. Νερό

Το νερό είναι το μέσο στο οποίο διαλύονται ή εναιωρούνται όλα τα άλλα συστατικά του γάλακτος (ολικά στερεά). Μικρές ποσότητες νερού στο γάλα ενυδατώνονται ή δεσμεύονται χημικά με λακτόζη και άλατα, και μερικές συνδέονται με πρωτεΐνες. Η απομάκρυνση του νερού από το γάλα, όπως στα συμπυκνωμένα και αποξηραμένα γαλακτοκομικά προϊόντα, αυξάνει τη διάρκεια ζωής του μειώνοντας τη δραστηριότητα του νερού.



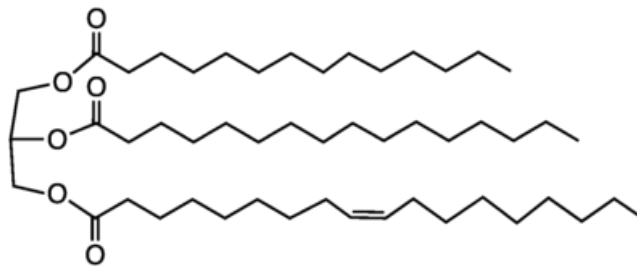
Εικόνα 10: Χημική δομή νερού (Μασούρας, 2017)

Κατά τη διάρκεια της τυροκόμησης, μέρος της αρχικής περιεκτικότητας σε νερό του γάλακτος αφαιρείται με τη μορφή ορού γάλακτος. Το νερό που παραμένει στο τυρόπηγμα και το τυρί παρέχει κατάλληλες συνθήκες για τις χημικές και βιολογικές αντιδράσεις στις οποίες βασίζεται η τυροκόμηση, παρέχει υγρασία, η οποία είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη και τις δραστηριότητες των μικροοργανισμών και η ποσότητα του εναπομένοντος νερού στο προϊόν επηρεάζει τη γεύση, το σώμα, την υφή, το χρώμα και την

εμφάνιση του τελικού προϊόντος. Ο κανονισμός απαγορεύει την προσθήκη νερού στο νωπό γάλα και, επίσης, θέτει την μέγιστη περιεκτικότητα σε υγρασία για το τυρί.

2. Λιπίδια γάλακτος

Το λίπος γάλακτος είναι το πιο μεταβλητό από όλα τα συστατικά του γάλακτος και συμβάλλει με μοναδικό τρόπο στην εμφάνιση, την υφή και τη γεύση των γαλακτοκομικών προϊόντων. Αποτελεί πηγή ενέργειας, λιπαρών οξέων και λιποδιαλυτών βιταμινών. Το 48% της ενέργειας του πλήρους γάλακτος οφείλεται στο λίπος. (Καμινारीδης & Μοάτσου, 2009) Στο μεγαλύτερο τμήμα του (97-98%) είναι ένα μείγμα τριγλυκεριδίων (TG) (Εικόνα 11). Το άλλο 1-2% του λίπους γάλακτος αποτελείται από φωσφολιπίδια, στεροειδή, καροτενοειδή και λιποδιαλυτές βιταμίνες A, D, E και K.



Εικόνα 11: Χημική δομή τριγλυκεριδίων γάλακτος

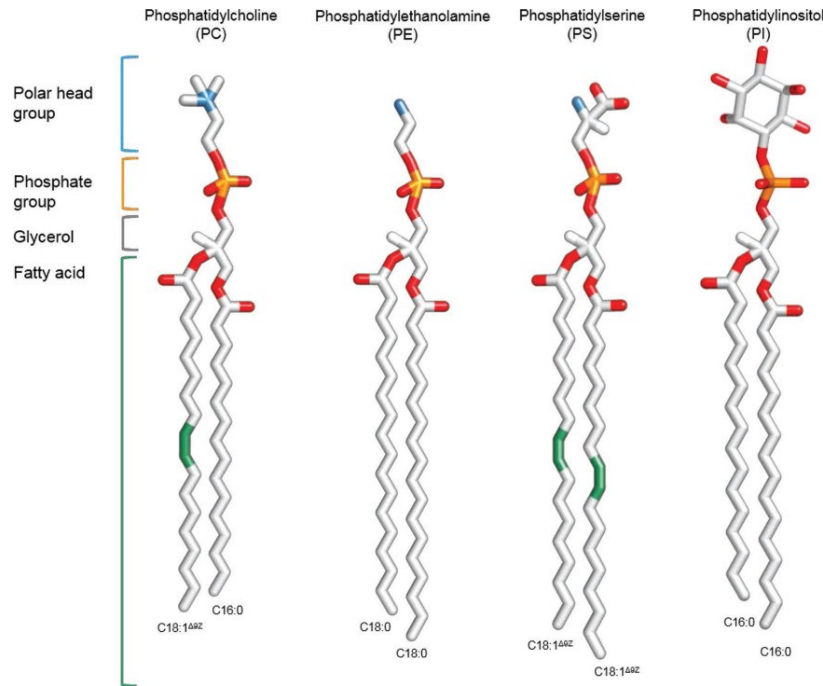
Το λίπος γάλακτος υπάρχει στο γάλα σε μικρά σφαιρίδια ως γαλάκτωμα. Αυτά τα σφαιρίδια έχουν μέγεθος 1-20 μm . Κάθε σφαιρίδιο λίπους περιβάλλεται από ένα προσροφημένο στρώμα άλλων συστατικών του γάλακτος, κυρίως πρωτεϊνών και φωσφολιπιδίων. Αυτό σταθεροποιεί το γαλάκτωμα λίπους και εμποδίζει το διαχωρισμό του λίπους. Επειδή το λίπος είναι χαμηλότερης πυκνότητας από το υπόλοιπο γάλα, τα σφαιρίδια λίπους τείνουν να ανεβαίνουν στην επιφάνεια, όταν το γάλα αφήνεται να σταθεί ανενόχλητο, δίνοντας ένα στρώμα κρέμας στην επιφάνεια. Αυτή η ιδιότητα χρησιμοποιείται στην παραγωγή κρέμας. Μηχανικοί διαχωριστές που χρησιμοποιούν την φυγόκεντρο δύναμη ώστε να διαχωρίζουν το λίπος πολύ πιο αποτελεσματικά.

Το ομογενοποιημένο γάλα παράγεται με άντληση του γάλακτος μέσω ενός μικροσκοπικού στομίου σε πολύ υψηλές πιέσεις. Αυτό διασπά τα σφαιρίδια λίπους σε πολύ μικρότερο μέγεθος, γεγονός που εμποδίζει τον διαχωρισμό τους. Το λίπος γάλακτος είναι σημαντικό στην τυροκόμηση επειδή σχετίζεται άμεσα με την απόδοση του τυριού, χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της τιμής του γάλακτος που καταβάλλεται στον κτηνοτρόφο, συμβάλλει στη γεύση του τυριού και στα χαρακτηριστικά του σώματος των τυριών. Τα λιπίδια του γάλακτος ταγγίζουν όταν οι λιπάσες τα υδρολύουν απελευθερώνοντας λιπαρά οξέα βραχείας αλυσίδας.

Παράγοντες που συμβάλλουν στην τάγγιση στο γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα περιλαμβάνουν την ακατάλληλη ομογενοποίηση νωπού γάλακτος ή ανάμειξη ομογενοποιημένου γάλακτος με νωπό γάλα, υπερβολική ανάδευση ζεστού νωπού γάλακτος (αφρισμός), θερμική ενεργοποίηση (αναθέρμανση προηγούμενως ψυχόμενου νωπού γάλακτος), κατάψυξη γάλακτος και υπερβολική ανάπτυξη ψυχρότροφων. Το κύριο συστατικό των λιπιδίων του γάλακτος είναι η τριακυλογλυκερόλη με πολύ μικρότερες ποσότητες στερολών και φωσφολιπιδίων, τα οποία συνδέονται με τη μεμβράνη. Οι στερόλες είναι κυρίως χοληστερόλη με περίπου το 10% αυτής να είναι σε μορφή εστέρα. Ίχνη υδρογονανθράκων, καροτενοειδών, ρετινυλεστέρων και σκουαλενίου βρίσκονται σε πρόσφατα τραβηγμένα και εκχυλισμένα ή επεξεργασμένα γάλατα.

Τα φωσφολιπίδια και τα σφιγγολιπίδια είναι δευτερεύοντα συστατικά των λιπιδίων του γάλακτος (Εικόνα 12). Κατά τη διάρκεια επεξεργασίας υψηλής θερμοκρασίας, όπως η υπερ υψηλή παστερίωση, τα φωσφολιπίδια καταστρέφονται λόγω της αυτοοξειδωσης του πολυακόρεστου λιπαρού οξέος στα φωσφολιπίδια ως αποτέλεσμα της έκθεσης σε θερμότητα κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Ως εκ τούτου, σε σκόνη πλήρες γάλα, το γάλα βουτύρου περιέχει πολύ λίγα ή καθόλου φωσφολιπίδια. Τα φωσφολιπίδια και τα σφιγγολιπίδια δεσμεύουν κατιόντα, βοηθούν στη σταθεροποίηση του γαλακτώματος και πιθανώς προσανατολίζουν τα ένζυμα στην επιφάνεια των σφαιριδίων, αλλά τα αποτελέσματά τους στα επεξεργασμένα γάλατα είναι άγνωστα. Το γάλα περιέχει 10-20 mg/dL χοληστερόλης στο πλήρες γάλα που περιέχει 3,3% λίπος. Η ποσότητα αυτή συσχετίζεται θετικά με την περιεκτικότητα σε λιπαρά των γαλακτοκομικών προϊόντων.

Παράγοντες που επηρεάζουν τη σύνθεση λιπαρών οξέων περιλαμβάνουν: ζωικά, γενετικά και στάδιο γαλουχίας, ζωοτροφές, ποσότητα σιτηρών και σύνθεση διαιτητικού λίπους, διαιτητική πρωτεΐνη και εποχιακές και περιφερειακές επιδράσεις. Η επίδραση όλων αυτών των παραγόντων, εκτός από τις εποχιακές και περιφερειακές επιπτώσεις, εξαλείφεται με τη συγκέντρωση γάλακτος.



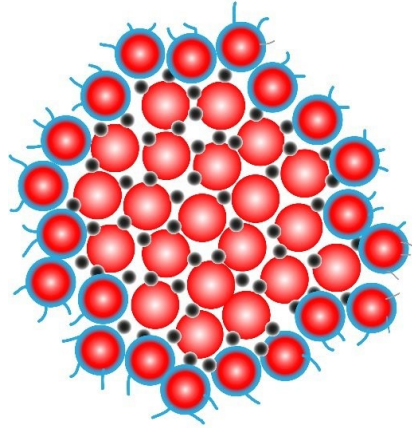
Εικόνα 12: Τρισδιάστατη χημική δομή φωσφολιπιδίων που συναντώνται στο γάλα (Ortega-Anaya & Jiménez-Flores, 2019)

3. Πρωτεΐνες γάλακτος

Οι πρωτεΐνες στο γάλα είναι εν μέρει σε διάλυμα και εν μέρει σε κολλοειδές εναιώρημα. Οι πρωτεΐνες γάλακτος είναι δύο διαφορετικών τύπων, πρωτεΐνη ορού γάλακτος (πρωτεΐνες ορού) και καζεΐνες και παρουσιάζουν μια σειρά από αυτούσιες ή λανθάνουσες βιολογικές δράσεις είτε με τη μορφή που αυτές συντίθενται στο μαστό είτε μετά από ενζυμική πρωτεόλυση που καταλήγει στην παραγωγή βιοενεργών πεπτιδίων. (Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2009)

Η καζεΐνη αποτελεί πάνω από το 80% της συνολικής πρωτεΐνης στο γάλα, αν και η σχετική αναλογία πρωτεΐνης ορού γάλακτος προς καζεΐνη ποικίλλει ανάλογα με το στάδιο της γαλουχίας. Οι καζεΐνες υποδιαιρούνται σε πέντε κύριες κατηγορίες: α -s1, α -s2, βήτα,

γάμμα και κ-καζεΐνες. Οι καζεΐνες είναι σφαιρικές πρωτεΐνες με υπολείμματα φωσφοσερίνης, οι οποίες τους παρέχουν μοναδικές ιδιότητες. Τα υπολείμματα φωσφοσερίνης συγκεντρώνονται σε συστάδες και είναι υπεύθυνα για την ύπαρξη υδρόφοβων περιοχών ισχυρών αρνητικών φορτίων. Τα μόρια περιέχουν επίσης μπλοκ υδρόφοβων υπολειμμάτων.



Εικόνα 13: Απεικόνιση της αμφίφιλης φύσης της καζεΐνης, (εξωτερικά υδρόφιλη και εσωτερικά υδρόφοβη) (Hege et al., 2020)

Η αμφίφιλη φύση των καζεϊνών (Εικόνα 13) και η φωσφορυλίωση τους διευκολύνουν την αλληλεπίδραση μεταξύ τους και με το φωσφορικό ασβέστιο για να σχηματίσουν εξαιρετικά ενυδατωμένα σφαιρικά σύμπλοκα γνωστά ως μικκύλια. Το μικκύλιο καζεΐνης αποτελείται από ένα σύνολο σχεδόν σφαιρικών υπομικκυλίων, τα οποία με τη σειρά τους αποτελούνται από πιο περιορισμένα συσσωματώματα μορίων καζεΐνης. Το φωσφορικό ασβέστιο και τα α -s και β -καζεΐνη συνδέονται με τη συμμετοχή των υπολειμμάτων φωσφοσερίνης στη δομή του φωσφορικού ασβεστίου. Η κ-καζεΐνη εντοπίζεται πάνω ή πολύ κοντά στην επιφάνεια του μικκυλίου καζεΐνης. Το υδρόφοβο τμήμα του μορίου καζεΐνης συνδέεται με τον πυρήνα του μικκυλίου, ενώ το υδρόφοβο μακροπεπτίδιο σχηματίζει ένα στρώμα εξαιρετικά ενυδατωμένων «τριχών», το οποίο προβάλλει στην υδατική φάση. Οι τρίχες κ-καζεΐνης είναι υπεύθυνες για τη στερική σταθεροποίηση των μικκυλίων καζεΐνης.

Η πρωτεΐνη ορού γάλακτος περιλαμβάνει β-λακτοσφαιρίνη και α-λακταλβουμίνες, πρωτεόζη-πεπτόνες (που προέρχονται εν μέρει από υδρόλυση β-καζεΐνών) και μικρές ποσότητες πρωτεϊνών που προέρχονται από το αίμα, λευκωματίνη ορού και ανοσοσφαιρίνες. Οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος (WPN) είναι τυπικές συμπαγείς σφαιρικές πρωτεΐνες, με σχετικά ομοιόμορφη κατανομή αλληλουχίας μη πολικών, πολικών και φορτισμένων υπολειμμάτων. Αυτές οι πρωτεΐνες υποβάλλονται σε ενδομοριακή αναδίπλωση ως αποτέλεσμα του σχηματισμού δισουλφιδικών δεσμών μεταξύ υπολειμμάτων κυστεΐνυλίου, τα οποία θάβουν τα περισσότερα από τα υδρόφοβα υπολείμματα στο εσωτερικό του μορίου. Οι πρωτεΐνες του ορού με εξαίρεση την ομάδα των πρωτεοζών-πεπτονών είναι σφαιρικές πρωτεΐνες με σημαντική αναλογία δομή α-έλικας και β-πτυχωτής δομής και παρουσιάζουν μεγάλη υδροφοβία

Επίδραση της θερμότητας στις πρωτεΐνες γάλακτος.

Τα μικκύλια καζεΐνης είναι αξιοσημείωτα σταθερά σε θερμοκρασία έως 140 °C. Αντίθετα, οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος είναι σχετικά θερμικά ασταθείς, και υφίσταται εκτεταμένη μετουσίωση που συμβαίνει στους 80 °C. Η β-λακτοσφαιρίνη είναι πιο θερμοασταθής από την α-λακταλβουμίνη ως συνέπεια της μίας ελεύθερης σουλφουδρυλικής ομάδας της, η οποία επιτρέπει την έναρξη αντιδράσεων ανταλλαγής αυτοκαταλυτικών δισουλφιδίων. Πρωτεΐνες γάλακτος κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Οι σημαντικότερες αντιδράσεις των πρωτεϊνών γάλακτος είναι εκείνες που περιλαμβάνουν αποσταθεροποίηση του πρωτεϊνικού μικκυλίου.

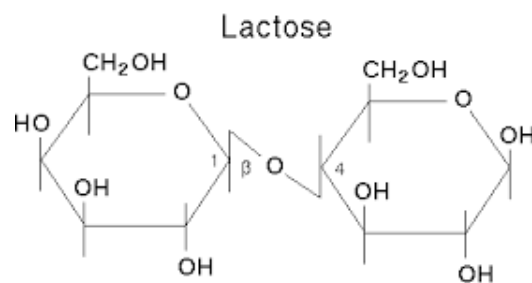
Σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτές είναι τεχνολογικά επιθυμητές αντιδράσεις, όπως ο σχηματισμός μιας γέλης είτε όταν μειώνεται το pH του γάλακτος (π.χ. παρασκευή γάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση), είτε όταν η κ-καζεΐνη υφίσταται επιλεκτική πρωτεόλυση (π.χ. παρασκευή τυριού Cheddar). Υπό τις κατάλληλες συνθήκες, η οξίνιση μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την κλασματοποίηση των πρωτεϊνών γάλακτος (π.χ. παρασκευή όξινης καζεΐνης).

Σε άλλες περιπτώσεις, ωστόσο, οι αντιδράσεις που περιλαμβάνουν αποσταθεροποίηση των μικκυλίων είναι τεχνολογικά ανεπιθύμητες. Παραδείγματα περιλαμβάνουν τις διάφορες αντιδράσεις που περιλαμβάνουν συσσωμάτωση καζεΐνης, οι οποίες συμβαίνουν κατά τη

διάρκεια της πάχυνσης των επεξεργασμένων γαλακτωμάτων και συμπυκνωμένων γαλάτων. Στην περίπτωση της καζεΐνης, η αμφίφιλη φύση των μορίων, με τα αμινοξέα να εμπίπτουν σε υδρόφιλες και υδρόφοβες περιοχές, προσδίδει εξαιρετικά καλές επιφανειοδραστικές ιδιότητες και, συνεπώς, τις λειτουργικές ιδιότητες του μαστιγώματος/αφρισμού και της γαλακτωματοποίησης. Οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος αντιθέτως, δεν είναι αμφίφιλες στη φύση και είναι γενικά χαμηλότερης επιφανειακής δραστηριότητας από την καζεΐνη. (Kailasapathy, 2009; Καμινारीδης & Μοάτσου, 2015)

4. Λακτόζη

Η λακτόζη είναι ένας δισακχαρίτης που αποτελεί τον κύριο υδατάνθρακα στο γάλα και η συγκέντρωσή της ποικίλλει ανάλογα με την απόδοση γάλακτος μεταξύ 4,2 και 5%, η περιεκτικότητα σε λακτόζη είναι συνήθως χαμηλότερη στο γάλα όψιμης γαλουχίας και στο γάλα από ζώα που έχουν μαστίτιδα. Η λακτόζη είναι δισακχαρίτης που περιλαμβάνει μόρια α-D-γλυκόζης και β-D, έχει μοριακό βάρος 342, αποτελείται από ένα μόριο α-D-γλυκόζης και ένα μόριο β-D-γαλακτόζης και συνδέονται με μία γέφυρα οξυγόνου ανάμεσα στο 1-C γαλακτόζης και στο 4-C της γλυκόζης, με σχηματισμό γλυκοζιτικού δεσμού (Εικόνα 14). Χωρίς καμία μεταβολή διέρχεται από το στομάχι αλλά στο έντερο πραγματοποιείται υδρόλυση με την βοήθεια του ενζύμου λακτάση (β-D-γαλακτοσιδάση) σε γλυκόζη και γαλακτόζη



Εικόνα 14: Χημική δομή λακτόζης (Hege et al., 2020)

Υπάρχουν τρεις στερεές μορφές λακτόζης, η μονοϋδρική α-λακτόζη και η άνυδρη α- και β-λακτόζη. Η β μορφή είναι σημαντικά υψηλότερης διαλυτότητας, αλλά, μέσω υπάρχει σε διάλυμα. Σε απομονωμένη μορφή, η λακτόζη υπάρχει σε οποιαδήποτε από τις δύο κρυσταλλικές μορφές, α-ένυδρη και άνυδρη-β ή ως άμορφα "γυάλινα" μείγματα α- και β-λακτόζης.

Η λακτόζη είναι ένα αναγωγικό σάκχαρο και υφίσταται αντιδράσεις Maillard με αμινοξέα στο γάλα με αποτέλεσμα το καφετί ή καμένο χρώμα του γάλακτος. Η λακτόζη είναι ένα από τα λιγότερο διαλυτά κοινά σάκχαρα, έχοντας διαλυτότητα στο νερό μόνο 17,8% στους 25 °C. Αυτή η χαμηλή διαλυτότητα έχει συνέπειες κατά την παραγωγή συμπυκνωμένου γάλακτος και κατεψυγμένων γαλακτοκομικών προϊόντων και μερικές φορές είναι απαραίτητη η πρόκληση κρυστάλλωσης για την παραγωγή μεγάλου αριθμού μικρών κρυστάλλων, προκειμένου να αποφευχθεί το ελάττωμα "άμμου"(κρυστάλλωση της λακτόζης και δημιουργία υφής αμμώδους προϊόντος). Η α-ένυδρη κρυσταλλική μορφή, η οποία σχηματίζεται συνήθως, έχει μεγάλο αριθμό σχημάτων, γεγονός που προκαλεί την "άμμο". Η λακτόζη έχει ασύμμετρο άνθρακα στη δομή της (Εικόνα14) και ως εκ τούτου έχει οπτικές ιδιότητες. Τα ανομερή λακτόζης περιστρέφουν το επίπεδο πολωμένου φωτός και η συγκέντρωσή τους μπορεί να προσδιοριστεί με πολωσιμετρικές μετρήσεις.

Η λακτόζη βρίσκει χρήση ως συστατικό τροφίμων λόγω των ιδιοτήτων σταθεροποίησης των πρωτεϊνών και της χαμηλής σχετικής γλυκύτητας και μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως μερικό υποκατάστατο της σακχαρόζης σε γλάσο και γαρνιτούρες για τη βελτίωση της αίσθησης στο στόμα χωρίς υπερβολική γλυκύτητα. Στη βιομηχανία αρτοποιίας, η λακτόζη προσδίδει χρώμα κρούστας (καφετί) και γεύση λόγω καραμελοποίησης. Η φαρμακευτική βιομηχανία έχει χρησιμοποιήσει τη λακτόζη ως βοηθητικό μέσο επεξεργασίας σε δισκία εδώ και πολλά χρόνια. Το υδρολυμένο σιρόπι λακτόζης συμβάλλει στη γλυκύτητα και χρησιμοποιείται στη ζαχαροπλαστική και τα παγωτά. Η λακτόζη επίσης συμβάλλει σημαντικά στις κολλητικές ιδιότητες του γάλακτος και την ανύψωση του σημείου βρασμού.

Η λακτόζη είναι μια καλή πηγή ενέργειας και μπορεί να προωθήσει την απορρόφηση του ασβεστίου. Η πέψη της όμως αποτελεί πρόβλημα για πολλούς ανθρώπους, καθώς στερούνται το ένζυμο β-D-γαλακτοσιδάσης. Συνεπώς, η διαιτητική λακτόζη δεν

υδρολύεται και φτάνει στο παχύ έντερο όπου μεταβολίζεται από βακτήρια του παχέος εντέρου σχηματίζοντας αέρια (μεθειονίνη και υδρογόνο). Η συσσώρευση αερίου οδηγεί σε δυσφορία που προκαλείται από φούσκωμα και διάρροια. Αυτή η δυσασπορρόφηση λακτόζης ανακουφίζεται από το γιαούρτι που περιέχει ζωντανές καλλιέργειες, επειδή η καλλιέργεια παρέχει το ένζυμο υδρόλυσης λακτόζης β-D-γαλακτοσιδάση και αποκαθίσταται το φυσιολογικό μοτίβο πέψης. Η ανεπάρκεια λακτάσης (ένζυμο που υδρολύει τη λακτόζη) είναι πιο συχνή σε άτομα από την Αφρική ή την Ασία, αλλά μπορεί να επηρεάσει μέλη οποιασδήποτε άλλης φυλετικής ομάδας. Ο βαθμός δυσανεξίας στη λακτόζη ποικίλλει μεταξύ των ανθρώπων και τα συμπτώματα ποικίλουν. Εμπορικές διεργασίες για την υδρόλυση της λακτόζης στο γάλα και σε άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα έχουν αναπτυχθεί ως λύση στο παραπάνω πρόβλημα. (Kailasapathy, 2009; ΛΑΓΓΗ, 2017)

5. Μέταλλα

Τα μέταλλα που συναντώνται στο γάλα αποτελούνται κυρίως από διττανθρακικά, χλωρίδια, κιτρικά άλατα και διττανθρακικά άλατα ασβεστίου, μαγνησίου, καλίου και νατρίου. Τα περισσότερα από τα μέταλλα κατανέμονται μεταξύ μιας διαλυτής φάσης και μιας κολλοειδούς φάσης, όσο 60% ασβέστιο και 50% φώσφορος μπορεί να είναι σε κολλοειδή φάση. Η κατανομή του ασβεστίου, του κιτρικού άλατος, του μαγνησίου και του φωσφορικού άλατος μεταξύ διαλυτών και κολλοειδών φάσεων και η αλληλεπίδρασή τους με τις πρωτεΐνες γάλακτος έχουν σημαντικές συνέπειες για τη σταθερότητα του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων.

Τα μέταλλα είναι παρόντα σε μια πολύπλοκη ισορροπία που αποτελείται από κολλοειδή κατάσταση και διαλυτή κατάσταση. Η αναλογία κολλοειδούς προς διαλυτή κατάσταση μπορεί να επηρεάσει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1. Σταθερότητα θερμότητας και πήξη αλκοόλης νωπού γάλακτος.
2. Ποιότητα και σταθερότητα αποθήκευσης των συμπυκνωμένων, αποξηραμένων ή εξατμισμένων προϊόντων
3. Συσσωμάτωση σφαιριδίων λίπους κατά την ομογενοποίηση λίπους γάλακτος.

4. Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε ασβέστιο επηρεάζει τη σφριγηλότητα του τυροπήγματος κατά την τυροκόμηση και το ιξώδες του γάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση.

Η συγκέντρωση κιτρικού άλατος του γάλακτος ποικίλλει ανάλογα με την εποχή και τη διατροφή της αγελάδας. Η συγκέντρωση κιτρικού οξέος, με τη σειρά της, μπορεί να επηρεάσει την περιεκτικότητα σε διαλυτό ασβέστιο και τη σταθερότητα του γάλακτος. Αυτό έχει συνέπειες για την επεξεργασία του γάλακτος και μπορεί να απαιτήσει την προσθήκη ανιόντων σε σύμπλοκο με ιοντικό ασβέστιο, για τη μείωση του ασβεστίου που είναι διαθέσιμο για δέσμευση στην καζεΐνη και τη σταθεροποίηση του γάλακτος κατά της συσσωμάτωσης.

Μέταλλα όπως το νάτριο, το κάλιο και το χλώριο είναι ως επί το πλείστον σε πραγματικό διάλυμα και σε ιοντικές μορφές στο γάλα, επομένως μπορούν εύκολα να διαχυθούν σε μεμβράνες κατά τη διάρκεια της υπερδιήθησης και της ηλεκτροδιαπίδυσης. Το ασβέστιο και το μαγνήσιο, το φωσφορικό και το κιτρικό άλας είναι εν μέρει σε διάλυμα και εν μέρει σε κolloειδές εναιώρημα, ανάλογα με το pH του γάλακτος. Περίπου, το 20-30% του διάχυτου ασβεστίου και μαγνησίου είναι παρόντα ως ελεύθερα ιόντα και το υπόλοιπο ως άλατα κιτρικού και φωσφορικού. Καθώς το pH του γάλακτος μειώνεται κατά την παρασκευή γιαουρτιού και γάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση, η κolloειδής μορφή μετατρέπεται προοδευτικά στην ιοντική μορφή. Εκτός από τη σημασία των μετάλλων στη σταθερότητα της καζεΐνης, τα μονοσθενή ιόντα, μαζί με τη λακτόζη και άλλα συστατικά χαμηλού μοριακού βάρους, διατηρούν την οσμωτική πίεση σε ισοοσμωτική τιμή με εκείνη του αίματος. Το γάλα είναι μια σημαντική πηγή διαιτητικού ασβεστίου και η συσχέτιση με καζεΐνες μπορεί να βελτιώσει την απορρόφηση στο γαστρεντερικό σωλήνα. (Kailasapathy, 2009)

6. Βιταμίνες, δευτερεύοντα συστατικά και μικροθρεπτικά συστατικά

Το γάλα περιέχει τόσο λιποδιαλυτές A, D, E και K όσο και υδατοδιαλυτές B και C βιταμίνες. Το χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά και το αποβουτυρωμένο γάλα θα έχουν λιγότερες λιποδιαλυτές βιταμίνες καθώς συγκεντρώνονται στα κλάσματα κρέμας κατά τη διάρκεια του διαχωρισμού. Το πλήρες γάλα είναι μια καλή πηγή βιταμίνης A, αλλά η

διαδικασία διαχωρισμού οδηγεί σε μειωμένη βιταμίνη Α σε χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά και αποβουτυρωμένο γάλα.

Ο κανονισμός του FDA απαιτεί τον εμπλουτισμό του γάλακτος χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά και του αποβουτυρωμένου γάλακτος για να αποκατασταθεί και να καταστεί η περιεκτικότητα σε βιταμίνες του χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά και του αποβουτυρωμένου γάλακτος ισοδύναμη με εκείνη του πλήρους γάλακτος. Η φυσική δραστηριότητα της βιταμίνης Α στο γάλα οφείλεται στη ρετινόλη και τη χρωστική ουσία β-καροτένιο. Η βιταμίνη D είναι σημαντική για την υγεία των οστών και η βιταμίνη Ε είναι ένα αντιοξειδωτικό. Η βιταμίνη Κ υπάρχει στο γάλα, αλλά ο διατροφικός της ρόλος είναι μικρός. Το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα μπορούν να παρέχουν σημαντική ποσότητα ρετινοειδών και καροτενοειδών στη διατροφή. Ένα τέταρτο πλήρους γάλακτος περιέχει περίπου το 36-40% της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης για έναν ενήλικα άνδρα. Το γάλα είναι μια σημαντική πηγή διαιτητικών βιταμινών Β. Είναι σταθερά σε διάφορες συνθήκες θέρμανσης και επεξεργασίας στις οποίες συνήθως υποβάλλεται το γάλα. Η ριβοφλαβίνη είναι ευάλωτη στο φως, δημιουργώντας ελαττώματα γεύσης ηλιακού φωτός στο γάλα. Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C) είναι πολύ χαμηλή και όχι σημαντική. Το μεγαλύτερο μέρος της περιεκτικότητας του γάλακτος σε βιταμίνη C καταστρέφεται κατά τη διάρκεια της παστερίωσης.

Ένζυμα γάλακτος

Τα ένζυμα στο γάλα εμφανίζονται σε διάφορες καταστάσεις:

1. Ως μη συνδεδεμένες μορφές σε διάλυμα,
2. Συνδεδεμένες ή αναπόσπαστο μέρος των μεμβρανικών κλασμάτων, όπως η μεμβράνη σφαιριδίων λίπους ή τα κυστίδια μεμβράνης αποβουτυρωμένου γάλακτος, τα οποία προέρχονται και τα δύο από τη μεμβράνη πλάσματος του εκκριτικού κυττάρου,
3. Συνδέονται με μικκύλια καζεΐνης και
4. Ως μέρος των μικροσωματιδίων.

Το γάλα περιέχει μεγάλο αριθμό ενζύμων (περίπου 60). Η κατανομή και η κατανομή αυτών των ενζύμων επηρεάζεται από τις συνθήκες επεξεργασίας και αποθήκευσης του γάλακτος.

Η προέλευση αυτών των ενζύμων στο γάλα προέρχεται από μαστό αγελάδας (συνθετικά ένζυμα) ή από βακτηριακά ένζυμα (βακτηριακή πηγή).

Αρκετά από τα ένζυμα στο γάλα ελέγχονται για τη διασφάλιση της ποιότητας του νωπού γάλακτος και των μεταποιημένων γαλακτοκομικών προϊόντων. Μερικά από τα δευτερεύοντα ένζυμα, όπως η αλδολάση, η γαλακτική αφυδρογονάση, η αρυλοθειική, η καταλάση και η N-ακετυλο-β-D-γλυκοζαμινιδάση σχετίζονται με σωματικά κύτταρα και έτσι η παρουσία τους σχετίζεται με νόσο του μαστικού αδένα, ιδιαίτερα μαστίτιδα. Ένζυμα που σχετίζονται με κλάσματα μεμβρανών θα εμφανιστούν τόσο στην κρέμα γάλακτος όσο και στο αποβουτυρωμένο γάλα.

Ένζυμα γνωστής ή δυνητικής τεχνολογικής σημασίας περιλαμβάνουν πλασμίνη, λιποπρωτεϊνική λιπάση, αλκαλική φωσφατάση, λακτοϋπεροξειδάση, σουλφαϋδρουλοξειδάση, νακετυλο-β-D-γλυκοζαμινιδάση, καταλάση, οξειδάση ξανθίνης, δισμουτάση υπεροξειδίου, γ-γλουταρυλοτρανσφεράση και συνθάση λακτόζης. Ορισμένα ένζυμα που είναι σημαντικά για την επεξεργασία γαλακτοκομικών προϊόντων περιγράφονται παρακάτω. (Kailasapathy, 2009)

Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά γάλακτος

Οι φυσικές ιδιότητες του γάλακτος είναι αποτέλεσμα της συγκέντρωσης των συστατικών του αλλά και της κατάστασης διασποράς τους.

Πίνακας 1: Φυσικές ιδιότητες του γάλακτος (Καμναρίδης & Μοάτσου, 2009)

Ιδιότητα	Τιμή
Ωσμωτική πίεση	700 kPa
Σημείο βρασμού	100,15 °C
Σημείο πήξης	-0,522 °C
Πυκνότητα	1030 kg m ⁻³
Ειδικό Βάρος	1,0321
Ιοντική ισχύς	0,08
Δείκτης διάθλασης	1,3450
Ειδική αγωγιμότητα	0,0050 ohm ⁻¹ cm ⁻¹
Επιφανειακή τάση	52 N m ⁻¹
Θερμική αγωγιμότητα	0,559 W m ⁻¹ K ⁻¹
Ειδική θερμότητα	3,931 kJ kg ⁻¹ K ⁻¹
pH	6,6-6,7

Το γάλα είναι μια σύνθετη κolloειδής διασπορά που περιέχει σφαιρίδια λίπους, μικκύλια καζεΐνης και πρωτεΐνες ορού γάλακτος σε ένα υδατικό διάλυμα λακτόζης, μετάλλων και μερικών άλλων δευτερευουσών ενώσεων. Οι φυσικές και χημικές ιδιότητές του εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες σύνθεσης και επεξεργασίας. Η κατανόηση αυτών των ιδιοτήτων είναι σημαντική για τη γαλακτοκομική βιομηχανία, καθώς επηρεάζουν τις περισσότερες λειτουργίες της μονάδας, π.χ. ροή ρευστού, ανάμειξη, ομογενοποίηση, κατάψυξη και αποστείρωση. Μετρήσεις ορισμένων φυσικοχημικών ιδιοτήτων χρησιμοποιούνται επίσης για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των συστατικών του γάλακτος ή για την αξιολόγηση της ποιότητας των γαλακτοκομικών προϊόντων (π.χ. ιζώδες για τον προσδιορισμό της συσσωμάτωσης σωματιδίων πρωτεϊνών και λίπους). (Singh et al., 1997)

Οι φυσικοχημικές ιδιότητες του γάλακτος περιλαμβάνουν το pH, την αγωγιμότητα, το ειδικό βάρος, την τέφρα και το νερό, τα ποσοστά ολικού διαλυμένου στερεού (total dissolved solid TDS), το ιζώδες και τα οπτικά χαρακτηριστικά όπως ο δείκτης διάθλασης και η οπτική δραστηριότητα. Όσον αφορά τη χημική σύνθεση του γάλακτος, αποτελείται κυρίως από πρωτεΐνες, μέταλλα και βιταμίνες, όπως αναλύθηκε παραπάνω.

Η μελέτη των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του γάλακτος είναι πολύ σημαντική για τη γαλακτοκομική βιομηχανία αφού έχει αποδειχτεί ότι αυτές επηρεάζουν όλες τις βιομηχανικές διεργασίες, συμπεριλαμβανομένης της ανάμειξης και ομογενοποίησης, της ροής υγρών, της αποστείρωσης, της κατάψυξης και του προσδιορισμού της ποιότητας των προϊόντων της βιομηχανίας γάλακτος.

Διάφοροι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τις φυσικοχημικές ιδιότητες του γάλακτος, είναι η προέλευση του γάλακτος, η φυλή και ο γονότυπος, η υγεία, η ηλικία και το μέγεθος του θηλάζοντος ζώου, το περιβάλλον, η διατροφή και το στάδιο της γαλουχίας. Διάφορες μελέτες ανέφεραν ότι η ζωική προέλευση είναι ο κύριος παράγοντας πίσω από τις διαφορετικές φυσικοχημικές ιδιότητες του γάλακτος (Bhat et al., 2015; Khan et al., 2019). Η φυλή των ζώων και ο γονότυπος εμπλέκονται στενά στον προσδιορισμό της απόδοσης γαλουχίας και των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του γάλακτος. Οι περιοχές μεγάλου υψομέτρου χαρακτηρίζονται από χαμηλή βαρομετρική πίεση, υποξία, κρύο καιρό και αυξημένη υπεριώδη ακτινοβολία. Τα κλιματικά χαρακτηριστικά του μεγάλου υψομέτρου επηρεάζουν τη φυσιολογία και τη γενετική των ζωντανών ανθρώπων και ζώων. Τα αποτελέσματα της ζωής σε μεγάλο υψόμετρο περιλαμβάνουν πολυκυτταραιμία, αύξηση των ενδοκυτταρικών οξειδωτικών ενζύμων, υπεραερισμό, υπέρταση και επαγωγή γενετικών αλλαγών. Η θρεπτική αξία του ανθρώπινου και ζωικού γάλακτος περιλαμβάνει τη συγκέντρωση πρωτεϊνών, λιπιδίων, υδατανθράκων, βιταμινών, μετάλλων και ενέργειας. Η θρεπτική αξία του γάλακτος επηρεάζεται από την υγεία των ζώων, τη διατροφή, τη φυλή και τον γονότυπο, τις κλιματικές συνθήκες και το υψόμετρο.

Η σύνθεση του γάλακτος έχει διαφορετικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, όπως το μη τροποποιημένο αγελαδινό γάλα που είναι ανεπαρκές για τη διατροφή του βρέφους και οι πρωτεΐνες του προκαλούν αλλεργία. Η αλλεργία στο γάλα είναι γνωστό ότι είναι η αιτία λόγω των πρωτεϊνών και της λακτόζης. Ωστόσο, τα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν

υποστεί ζύμωση έχουν αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες σε ανθρώπους που δεν πάσχουν από αλλεργία στο γάλα. Το πλήρες γάλα δεν έχει απειλητικές επιδράσεις στην καρδιαγγειακή υγεία και αποτελεί σημαντική πηγή λιποδιαλυτών βιταμινών όπως η βιταμίνη D και η βιταμίνη K. (Mohammed et al., 2022)

Πειραματικό μέρος

Υλικά και μέθοδοι

Για τη διεξαγωγή του πειραματικού μέρους, χρησιμοποιήθηκαν επτά διαφορετικά δείγματα αγελαδινού γάλακτος από επτά εταιρίες παραγωγής, τα οποία κυκλοφορούν στο εμπόριο με τις εξής επωνυμίες: Όλυμπος, ΓΑΛΠΟ, ΑΒ, ΜΕΒΓΑΛ, Κοζάνης, ΔΕΛΤΑ, ΤΡΙΚΚΗ τα οποία χάρη συντομίας θα αναφέρονται στο εξής ως δείγματα 1-7 αντίστοιχα, Κάθε μέτρηση επαναλήφθηκε 2 φορές και λήφθηκε και ο μέσος όρος των μετρήσεων. Τα δείγματα αυτά αγοράστηκαν από supermarket της Φλώρινας. Η επιλογή τους έγινε με την προϋπόθεση τα προϊόντα να είναι αγελαδινής προέλευσης. Έπειτα πραγματοποιήθηκαν:

1. Προσδιορισμός περιεκτικότητας ογκομετρούμενης οξύτητας

Υλικά:

- Κωνική φιάλη
- Σιφόνι μετρήσεως
- Πουάρ τριών βαλβίδων

Αντιδραστήρια:

- Δείκτης φαινολοφθαλεΐνης.
- Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου

Μεθοδολογία:

Σε κωνική φιάλη των 100 mL προστίθενται 10 mL γάλακτος και μερικές σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Έπειτα, πραγματοποιείται ογκομέτρηση με τη χρήση βασικού διαλύματος υπεροξειδίου του νατρίου γνωστής συγκέντρωσης και καταγράφεται ο απαιτούμενος όγκος ως το ισοδύναμο σημείο το οποίο προσδιορίζεται οπτικά από μετατροπή του διαλύματος από διάφανο σε φούξια εξαιτίας της παρουσίας του δείκτη.

Υπολογισμοί :

Η οξύτητα σε βαθμό Dornic υπολογίζεται από τον τύπο :

$$^{\circ}\text{D} = \alpha * 100/\beta$$

Όπου:

(α) = ml NaOH

(β) = ml δείγματος

Όρια: 14,0 – 16,0 °D

2. Προσδιορισμός pH (ενεργού οξύτητας)

Υλικά:

- Ποτήρι ζέσεως
- Απεσταγμένο νερό (υδροβολέας)
- Απορροφητικό χαρτί
- Πεχάμετρο

Αντιδραστήρια:

- Ρυθμιστικό διάλυμα γνωστού pH για τον έλεγχο και τη ρύθμιση του πεχάμετρου (pH 4 & pH 7)

Μεθοδολογία :

Το pH προσδιορίζεται με τη χρήση πεχαμέτρου που με το κατάλληλο ηλεκτρόδιο πραγματοποιείτε η μέτρηση του pH. Απαραίτητα για τον έλεγχο και την ρύθμιση του πεχάμετρου είναι τα ρυθμιστικά διαλύματα με pH=4 και pH=7. Το ηλεκτρόδιο της συσκευασίας εμβαπτίζεται στο δείγμα του γάλακτος που έχει ήδη ανακινηθεί και έπειτα προσδιορίζεται και καταγράφεται η τιμή του pH.

3. Προσδιορισμός ειδικού βάρους

*Η μέτρηση του ειδικού βάρους γίνεται στους 15 °C. Αν το δείγμα δεν έχει αυτή τη θερμοκρασία τότε γίνεται διόρθωση λόγω της επιρροής που έχει το δείγμα από θερμοκρασία (για κάθε βαθμό πάνω από τους 15 °C προσθήκη 0,0002 και για κάθε βαθμό κάτω από τους 15°C αφαίρεση αντίστοιχα 0,0002 από το ειδικό βάρος).

Υλικά:

- Ογκομετρικός κύλινδρος
- Γαλακτόμετρο

Μεθοδολογία:

1. Το δείγμα γάλακτος τοποθετείται στον ογκομετρικό κύλινδρο των 100ml με την αποφυγή αφρισμού του
2. Το γαλακτόμετρο βυθίζεται προσεκτικά στον ογκομετρικό κύλινδρο
3. Η ανάγνωση του γαλακτόμετρου πραγματοποιείται μετά από 2- 3λεπτά και η προσδιοριζόμενη τιμή καταγράφεται

Υπολογισμοί:

Η κλίμακα του γαλακτόμετρου φέρει μόνο τα δύο τελευταία ψηφία του ειδικού βάρους οπότε αν για παράδειγμα η ανάγνωση είναι 23 αντιστοιχεί σε ειδικό βάρος 1,023.

4. Προσδιορισμός του σημείου πήξης του γάλακτος

Όργανο:

- Κρυσκόπιο

Μεθοδολογία:

- Σε ειδική κυψελίδα του κρυσκοπίου τοποθετούνται 2,0 - 2,5ml δείγματος
- Τοποθέτηση της κυψελίδας στην κατάλληλη υποδοχή και start

Υπολογισμός:

Το κρυσκόπιο δίνει την τιμή του σημείου πήξεως, για τον προσδιορισμό της υδρόλυμνης λακτόζης σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$\% \text{ υδρόλυση} = (\Sigma.\Pi - 26 - 509,64) / 2,44$$

Όπου, Σ.Π = σημείο πήξης

5. Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε ξηρή ουσία (Στερεό Υπόλειμμα Σ.Υ.)

Υλικά:

- Κάψες, ζυγός, λαβίδα
- Κλίβανος ξήρανσης
- Ξηραντήρας
- Τριχοειδής σωλήνας
- Άμμος θάλασσας

Μεθοδολογία :

- Οι κάψες προξηραίνονται σε κλίβανο ξήρανσης 30' στους 102 °C
 - Οι κάψες τοποθετούνται σε ξηραντήρα μέχρι την ψύξη τους
 - Σε κάθε κάψα τοποθετείται ένας τριχοειδής σωλήνας και ζυγίζονται 14-16 gr άμμου θαλάσσης
 - Προξηρανση στους 102 °C για μία ώρα
 - Τοποθέτηση στον ξηραντήρα μέχρι θερμοκρασίας περιβάλλοντος (RT=25 °C)
 - Ζύγιση στον ζυγό [ΒΑΡΟΣ Α].
 - Σε κάθε κάψα περίπου 3gr δείγματος [ΒΑΡΟΣ Β]
 - Ομογενοποίηση του δείγματος και της άμμου με την βοήθεια του τριχοειδούς σωλήνα.
 - Τοποθέτηση ξανά των καψών στον κλίβανο ξήρανσης για 4.30 ώρες στους 102°C.
- I. Τοποθέτηση των καψών στον ξηραντήρα και ζύγιση μετά την ψύξη τους [ΒΑΡΟΣ Γ]

Υπολογισμός:

$$\text{Ξηρή ουσία\%} = (\text{Στερεό υπόλειμμα} \div \text{βάρος δείγματος}) * 100$$

$$\text{Βάρος στερεού υπολείμματος} = (\text{ΒΑΡΟΣ Γ} - \text{ΒΑΡΟΣ Α})$$

6. Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε τέφρα

Υλικά:

- Κάψες πορσελάνης – χωνευτήρια πορσελάνης
- Αναλυτική ζυγαριά με ακρίβεια 0,1 mg
- Ξηραντήρας
- Κλίβανος αποτέφρωσης και κλίβανος ξήρανσης

Αντιδραστήρια:

- Οξικό οξύ

Μεθοδολογία

- Ξήρανση χωνευτηρίων στους 102 °C για 30'
- Τοποθέτηση χωνευτηρίων σε ξηραντήρα μέχρι να φτάσει τη RT
- Ζύγιση [ΒΑΡΟΣ Α]
- Ζύγιση 5 g δείγματος με ακρίβεια 1 mg [ΒΑΡΟΣ Β]
- Προσθήκη 10 σταγόνων οξικού οξέος
- Ξήρανση στον κλίβανο ξήρανσης στους 102 °C
- Τοποθέτηση σε κλίβανο αποτέφρωσης στους 550 °C έως ότου η τέφρα να αποκτήσει ένα γκριζόλευκο χρώμα
- Τοποθέτηση χωνευτηρίων στον ξηραντήρα και στην συνέχεια ζύγιση [ΒΑΡΟΣ Γ]

Υπολογισμός:

$$\text{Βάρος τέφρας} = [\text{ΒΑΡΟΣ Γ}] - [\text{ΒΑΡΟΣ Α}]$$

$$\% \text{τέφρα} = \text{βάρος τέφρας} / \text{βάρος δείγματος} * 100$$

7. Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε λίπος (μέθοδος Gerber)

Υλικά :

- Βουτυρόμετρο
- Φυγόκεντρος
- Σιφόνι μετρήσεως, πώμα

Αντιδραστήρια:

- Πυκνό θειικό οξύ H_2SO_4
- Ισοαμυλική αλκοόλη

Μεθοδολογία:

- 10 ml πυκνού θειικού οξέος H_2SO_4
- Συμπλήρωση 11 ml γάλακτος με το σιφόνιο να εφάπτεται στα τοιχώματα του βουτυρόμετρου
- Προσθήκη 1 ml ισοαμυλικής αλκοόλης και κλείσιμο βουτυρόμετρου με ειδικό πώμα ασφαλείας
- Ανακίνηση του βουτηρόμετρου μέχρι την πλήρη διάλυση των πρωτεϊνών του γάλακτος
- Τοποθέτηση στην φυγόκεντρο 1100-1200 στροφές/ min για 8'
- Ανάγνωση βουτυρόμετρου εν θερμώ

8. Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες (μέθοδος της φορμαλδεΰδης)

Υλικά:

- Κωνικές φιάλες
- Σιφόνι πληρώσεως και μετρήσεως

Αντιδραστήρια:

- Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου NaOH 0,1N.
- Διάλυμα φορμαλδεΰδης 40%, εξουδετερωμένη με NaOH 0,1N
- Κορεσμένο διάλυμα οξαλικού καλίου

- Δείκτης φαινολοφθαλεΐνη
- Διάλυμα φουξίνης 0,005%

Δημιουργία δείγματος αναφοράς:

Δημιουργία ενός πρότυπου δείγματος αναφοράς για την σύγκριση τις αποχρώσεις του μείγματος.

- Σε κωνική φιάλη των 100 ml προστίθενται 25 ml γάλακτος
- Προσθήκη 7 σταγόνες διαλύματος φουξίνης
- 1 ml διαλύματος οξαλικού καλίου

Μεθοδολογία:

- Σε κωνική φιάλη των 100 ml τοποθετούνται 25 ml γάλακτος και προστίθενται 5 σταγόνες διαλύματος οξαλικού καλίου και 5 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης
- Ογκομέτρηση με NaOH 0,1N έως ότου αποκτήσει το ίδιο χρώμα με το πρότυπο
- Στο ουδέτερο διάλυμα γάλακτος προσθήκη 5 ml φορμαλδεΐνης με αποτέλεσμα την εξαφάνιση του ροζ χρώματος λόγω απελευθέρωσης των καρβοξυλικών ομάδων των αμινοξέων
- Ακολουθεί ογκομέτρηση με NaOH 0,1N μέχρι την επανεμφάνιση του ροζ χρώματος ίδιου με του πρότυπου.

Υπολογισμός:

- Τα ml που καταναλώθηκαν στη δεύτερη ογκομέτρηση διπλασιάζονται
- Για την περιεκτικότητα του δείγματος σε πρωτεΐνη % τα ml που καταναλώθηκαν πολλαπλασιάζονται με τον συντελεστή 0,347
- Για την περιεκτικότητα σε καζεΐνη % τα ml που καταναλώθηκαν πολλαπλασιάζονται με τον συντελεστή 0,278.

9. Προσδιορισμός των βαθμών Brix°

Υλικά:

- Ποτήρι ζέσης των 50 ml, πλαστική πιπέτα
- Διαθλασίμετρο
- Απεσταγμένο νερό

Μεθοδολογία:

Στο όργανο, γίνεται επιλογή κατάλληλης ρύθμισης για την εν λόγω μέτρηση και με τη χρήση πλαστικής πιπέτας τοποθετείται το δείγμα γάλακτος στην κατάλληλη υποδοχή και σφραγίζεται με το ειδικό πώμα. Πατώντας το κουμπί start ξεκινάει η διαδικασία. Στο τέλος κάθε μέτρησης καθαρίζεται η ειδική υποδοχή με απεσταγμένο νερό και απορροφητικό χαρτί.

10. Έλεγχος παρουσίας υπεροξειδάσης

Υλικά:

- Δοκιμαστικοί σωλήνες
- Σιφόνια
- Vortex

Αντιδραστήρια:

- I. Διάλυμα αμύλου 1%.
- II. Διάλυμα ιωδιούχου καλίου 10% KI
- III. Διάλυμα υπεροξειδίου του υδρογόνου H₂O₂

Μεθοδολογία:

1. 1ml γάλακτος τοποθετείται σε δοκιμαστικό σωλήνα και προστίθεται 1ml αμύλου και 2 σταγόνες H₂O₂
2. Το διάλυμα ανακινείται και ομογενοποιείται με Vortex
3. Γίνεται προσθήκη 1 σταγόνας H₂O₂

4. Παρατήρηση του χρώματος, αν υπάρχει υπεροξειδάση εμφανίζεται μπλε χρώμα οπότε και συμπεραίνεται πως δεν έγινε σωστή παστερίωση

Αποτελέσματα

1. Προσδιορισμός στερεού υπολείμματος Σ.Υ. και στερεού υπολείμματος άνευ λίπους Σ.Υ.Α.Λ.

Το στερεό υπόλειμμα του γάλακτος είναι η κατά βάρος περιεκτικότητα των ουσιών, οι οποίες απομένουν έπειτα από την ξήρανση αυτού στους $102(^{\circ})2$ °C. (Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2009) Από τις πειραματικές μετρήσεις των δειγμάτων προκύπτει πως η μέση τιμή Σ.Υ. κυμαίνεται από 12,3-12,7% (Πίνακας 2) και με εφαρμογή του τύπου Fleischman (υπολογιστική μέθοδος) οι τιμές του καταγράφονται και κυμαίνονται από 11,9-13,1% (Πίνακας 5). Από τις μετρήσεις με τη χρήση Lactostar προκύπτει πως ο μέσος όρος των τιμών του στερεού υπολείμματος άνευ λίπους Σ.Υ.Α.Λ. είναι 8,7-9,1% (Πίνακας 3). Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται οι τιμές του Σ.Υ. με χρήση οργάνου μέτρησης του δείκτη διάθλασης, οι οποίες μετρήθηκαν 13,4-14,6%. Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με τη βιβλιογραφία και με τις συστάσεις για την ενδεικτική περιεκτικότητα συστατικών του γάλακτος σύμφωνα με τα τις οποίες το στερεό υπόλειμμα του αγελαδινού γάλακτος έχει τιμή ίση με 12% ενώ τα στερεά συστατικά άνευ λίπους είναι 8,6%. (Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2009; Κώδικας Τροφίμων και Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης: Είδη γάλακτος, 2016)

Πίνακας 2: Αποτελέσματα μετρήσεων στερεού υπολείμματος

Δείγμα	Μέτρηση Σ.Υ.% (κάψα)	Μέτρηση Σ.Υ.% (κάψα)-Επανάληψη	Μέτρηση Σ.Υ. % (κάψα)- Μ.Ο. μετρήσεων
1	12,85	12,56	12,7
2	12,50	12,13	12,3
3	12,60	12,20	12,4
4	12,42	13,01	12,7
5	12,43	12,14	12,3
6	12,45	12,32	12,4
7	12,70	12,64	12,7

Πίνακας 3: Αποτελέσματα μετρήσεων στερεού υπολείμματος ανευ λίπους Σ.Υ.Α.Λ.

Δείγμα	Σ.Υ.Α.Λ. %(Lactostar)	Σ.Υ.Α.Λ.% (Lactostar)- Επανάληψη	Σ.Υ.Α.Λ. % (Lactostar)- Μ.Ο. μετρήσεων
1	8,89	8,97	8,9
2	8,65	8,54	8,6
3	8,75	8,63	8,7
4	8,68	8,67	8,7
5	8,81	9,06	8,9
6	8,71	8,69	8,7
7	9,12	9,17	9,1

Πίνακας 4: Αποτελέσματα μετρήσεων στερεού υπολείμματος Σ.Υ. (Δ.Δ.)

Δείγμα	Σ.Υ. % (Δ.Δ.)	Σ.Υ. % (Δ.Δ.)	Σ.Υ. % (Δ.Δ.)- Μ.Ο. μετρήσεων
1	14,31	14,44	14,4
2	13,93	13,49	13,7
3	14,18	13,74	13,9
4	14,00	13,68	13,8
5	13,24	13,61	13,4
6	13,05	13,74	13,4
7	14,80	14,43	14,6

Πίνακας 5: Προσδιορισμός στερεού υπολείμματος με εφαρμογή του τύπου του Fleischman

Δείγμα	Σ.Υ. % (Fleischman)	Σ.Υ. % (Fleischman) - Επανάληψη	Σ.Υ. % (Fleischman)- Μ.Ο. μετρήσεων
1	12,46	12,21	12,3
2	11,83	12,08	11,9
3	12,08	12,58	12,3
4	12,21	12,20	12,2
5	12,81	13,41	13,1
6	12,21	12,40	12,3
7	12,21	12,71	12,4

2. Προσδιορισμός υπεροξειδάσης

Σύμφωνα με το άρθρο 80, του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, παστεριωμένο χαρακτηρίζεται το γάλα το οποίο υποβλήθηκε σε παστερίωση με μία από τις αναγνωρισμένες μεθόδους και που προσφέρεται μετά από αυτό στην κατανάλωση μέσα σε κατάλληλα (στεγανά) σφραγισμένα δοχεία. Το νωπό γάλα που υποβάλλεται σε παστερίωση πρέπει να πληροί τους όρους παραγωγής του νωπού γάλακτος, όπως καθορίζονται στο άρθρο 79 του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών. Επισημαίνεται η ανάγκη συντήρησης σε ψυγεία έως την παστερίωση. Παστερίωση σε υψηλή θερμοκρασία, επεξεργασία με εξαιρετικά υψηλή θερμοκρασία ή αποστείρωση, είναι επαρκής για να προκαλέσει αρνητική αντίδραση στη δοκιμή υπεροξειδάσης.

Όλα τα υπό εξέταση δείγματα βρέθηκαν θετικά στην υπεροξειδάση. Επειδή, με την παστερίωση αποβλέπουμε να επιφέρουμε στο γάλα τις όσο το δυνατόν μικρότερες φυσικοχημικές μεταβολές, ένας έλεγχος βασικός και υποχρεωτικός σε μερικές χώρες είναι του ενζύμου της υπεροξειδάσης που πρέπει να είναι θετικός, αφού είναι θερμοανθεκτικό ένζυμο και δεν αδρανοποιείται με την παστερίωση. (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης: Είδη γάλακτος, 2016)

3. Προσδιορισμός λίπους

Βασικό συστατικό του αγελαδινού γάλακτος αποτελεί το λίπος που εκκρίνεται από τους μαστικούς αδένες με τη μορφή σφαιριδίων τα οποία διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το μέγεθος. Οι τιμές λίπους μετρήθηκαν σε τιμές από 3,5-4,2% με τη χρήση του οργάνου Lactostar και πειραματικά με τη μέθοδο Gerber οι τιμές τους βρέθηκαν και προσδιορίστηκαν 3,5-3,7% (Πίνακας 6). Ο μέσος όρος των συνολικών μετρήσεων είναι 3,5-3,9% και η αυξημένη τιμή στο δείγμα 5 θα μπορούσε να αποδοθεί ίσως σε λάθος κατά τη μέτρηση. Σύμφωνα με το άρθρο 80 του Εθνικού Κώδικα Τροφίμων και Ποτών το ελάχιστο ποσοστό του λίπους του αγελαδινού γάλακτος είναι 3,5%. (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης: Είδη γάλακτος, 2016)

Πίνακας 6: Αποτελέσματα μετρήσεων προσδιορισμού λίπους με (πάνω) τη χρήση οργάνου *lactostar*, (μεσαίος πίνακας) πειραματικά με τη μέθοδο *Gerber* και (κάτω) μέσος όρος των αποτελεσμάτων των μετρήσεων

Δείγμα	Λίπος %	Λίπος %- Επανάληψη	Λίπος %- Μ.Ο. μετρήσεων
1	3,56	3,66	3,6
2	3,56	3,57	3,5
3	3,65	3,61	3,6
4	3,49	3,50	3,5
5	4,12	4,27	4,2
6	3,49	3,66	3,6
7	3,69	3,71	3,7
Δείγμα	Λίπος Gerber %	Λίπος Gerber %- Επανάληψη	Λίπος Gerber %- Μ.Ο. μετρήσεων
1	3,5	3,5	3,5
2	3,6	3,5	3,5
3	3,5	3,7	3,6
4	3,5	3,6	3,5
5	4	3,5	3,7
6	3,5	3,5	3,5
7	3,5	3,7	3,6
Μ.Ο. Συνολικών μετρήσεων λίπους			
1		3,5	
2		3,5	
3		3,6	
4		3,5	
5		3,9	
6		3,5	
7		3,6	

4. Προσδιορισμός πρωτεϊνών

Οι πρωτεΐνες του γάλακτος διακρίνονται στις πρωτεΐνες ορού και τις καζεΐνες. Οι πρωτεΐνες των δειγμάτων προσδιορίστηκαν με δυο τρόπους, με τη χρήση του οργάνου Lactostar καθώς και με ογκομέτρηση. Οι τιμές που καταγράφηκαν ήταν και στις δυο περιπτώσεις 3,4-3,7% (Πίνακας 7). Ο Κώδικας Τροφίμων και Ποτών στο άρθρο 80 ορίζει πως το γάλα κατανάλωσης πρέπει να περιέχει ποσοστό τουλάχιστο 2,9% πρωτεϊνικών ουσιών, διαπιστούμενο σε γάλα με 3,5% λιπαρής ουσίας ή ισοδύναμη συγκέντρωση προκειμένου για γάλα διαφορετικής περιεκτικότητας σε λιπαρή ουσία. (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης: Είδη γάλακτος, 2016)

Πίνακας 7: Αποτελέσματα προσδιορισμού πρωτεϊνών (πάνω) με τη χρήση του οργάνου Lactostar, (στη μέση) πειραματικά με ογκομέτρηση και (κάτω) μέσος όρος αποτελεσμάτων μετρήσεων.

Δείγμα	Πρωτεΐνες	Πρωτεΐνες- Επανάληψη	Πρωτεΐνες- Μ.Ο. μετρήσεων
1	3,55	3,58	3,6
2	3,44	3,40	3,4
3	3,49	3,45	3,5
4	3,46	3,46	3,5
5	3,51	3,63	3,6
6	3,47	3,47	3,5
7	3,65	3,67	3,7
	Πρωτεΐνη (Ογκομέτρηση)	Πρωτεΐνη (Ογκομέτρηση) - Επανάληψη	Πρωτεΐνη ογκομέτρηση- Μ.Ο. μετρήσεων
1	3,50	3,33	3,4
2	3,47	3,40	3,4
3	3,19	3,60	3,4
4	3,74	3,47	3,6
5	3,74	3,67	3,7
6	3,46	3,49	3,5
7	3,47	3,45	3,5
Μ.Ο. Συνολικών μετρήσεων πρωτεϊνών			
1		3,5	
2		3,4	
3		3,4	
4		3,5	
5		3,6	
6		3,5	
7		3,6	

5. Προσδιορισμός κρυοσκοπικής σταθεράς

Σκοπός της συγκεκριμένης μέτρησης είναι ο προσδιορισμός του σημείου πήξης (θερμοκρασία μετάβασης από την υγρή στην στερεή κατάσταση) του γάλακτος, μια μέτρηση η οποία είναι η πιο αποτελεσματική και ασφαλής για τον προσδιορισμού νοθείας (η προσθήκη νερού μόλις 2% μπορεί να αυξήσει το σημείο πήξης κατά 0,01 βαθμό.) (Καμιναρίδης & Μοάτσου, 2009) Ουσιαστικά επιδιώκεται η βραδεία ψύξη του γάλακτος και καταγράφεται το σημείο πήξης σε βαθμούς κελσίου που εκφράζεται ως κρυοσκοπική σταθερά. Όλες οι τιμές που καταγράφηκαν τόσο με τη χρήση κρυοσκοπίου όσο και με το Lactostar ισούνται με $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Πίνακας 8) και είναι απολύτως αποδεκτές αφού ένδειξη νοθείας αποτελούν οι τιμές μεγαλύτερες από $-0,525\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Δρακοπούλου, 2016)

Πίνακας 8: Αποτελέσματα προσδιορισμού κρυοσκοπικής σταθεράς Κ.Σ. (πάνω) με χρήση κρυοσκοπίου, (στη μέση) με χρήση του οργάνου Lactostar και (κάτω) μέσος όρος αποτελεσμάτων μετρήσεων

Δείγμα	Κ.Σ. ($^{\circ}\text{C}$)	Κ.Σ. ($^{\circ}\text{C}$) - Επανάληψη	Κ.Σ.- Μ.Ο. μετρήσεων
1	-0,522	-0,520	-0,5
2	-0,507	-0,494	-0,5
3	-0,511	-0,491	-0,5
4	-0,513	-0,502	-0,51
5	-0,508	-0,515	-0,51
6	-0,515	-0,504	-0,51
7	-0,520	-0,521	-0,5
	Κ.Σ. ($^{\circ}\text{C}$) Lactostar	Κ.Σ. ($^{\circ}\text{C}$) Lactostar- Επανάληψη	Κ.Σ. ($^{\circ}\text{C}$) Lactostar- Μ.Ο. μετρήσεων
1	-0,522	-0,520	-0,5
2	-0,507	-0,494	-0,5
3	-0,511	-0,491	-0,5
4	-0,513	-0,512	-0,5
5	-0,508	-0,515	-0,5
6	-0,515	-0,504	-0,5
7	-0,520	-0,521	-0,5
	Μ.Ο. Συνολικών μετρήσεων πρωτεϊνών		
1		-0,5	
2		-0,5	
3		-0,5	
4		-0,5	
5		-0,5	
6		-0,5	
7		-0,5	

6. Προσδιορισμός νερού

Η προσθήκη νερού στο γάλα προκαλεί μείωση της οξύτητας, της λιποπεριεκτικότητας, του στερεού υπολείμματος άνευ λίπους, του ειδικού βάρους του γάλακτος, και αύξηση της τιμής του σημείου πήξης. Οι τιμές νερού που προσδιορίστηκαν και βρέθηκαν από 0-3,7 % (Πίνακας 9). Οι μετρήσεις αυτές σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα των μετρήσεων pH, ειδικού βάρους, σημείου πήξης, στερεού υπολείμματος και στερεού υπολείμματος άνευ λίπους συνηγορούν στο ότι κανένα από τα υπό εξέταση δείγματα δεν έχει υποστεί νοθεία με νερό εκτός των επιτρεπτών ορίων. (Καμινारीδης & Μοάτσου, 2009)

Πίνακας 9: Μετρήσεις ποσοστού νερού % στα δείγματα

Δείγμα	Νερό %	Νερό %- Επανάληψη	Νερό %- Μ.Ο. μετρήσεων
1	0,0	0,0	0
2	2,5	5,0	3,7
3	1,7	5,6	3,6
4	1,3	3,5	2,4
5	2,3	1,0	1,6
6	1,0	3,1	2,1
7	0,0	0,0	0

7. Προσδιορισμός τέφρας

Γενικά, με τον όρο τέφρα εννοείται ένα λευκό ως γκρίζο υπόλειμμα χωρίς άκαυστα σωματίδια άνθρακα, που λαμβάνεται εάν η ξηρά ουσία του γάλακτος θερμανθεί σε κλίβανο αποτέφρωσης στους 525(+/-)25 °C. Αυτή περιέχει τα ανόργανα στοιχεία του γάλακτος, και εκφράζεται ως ποσοστό % ως προς τη μάζα του γάλακτος. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων τέφρας στα δείγματα έδωσαν τιμές 0,6-0,7%, οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω στον Πίνακα 10, γεγονός που συμφωνεί με τις αποδεκτές από τη βιβλιογραφία τιμές που είναι κατά μέσο όρο 0,75%. (Καμινारीδης & Μοάτσου, 2009)

Πίνακας 10: Μετρήσεις ποσοστού τέφρας % στα δείγματα

Δείγμα	Τέφρα %	Τέφρα %- Επανάληψη	Τέφρα %- Μ.Ο. μετρήσεων
1	0,63	0,65	0,6
2	0,62	0,62	0,6
3	0,62	0,63	0,6
4	0,60	0,62	0,6
5	0,65	0,65	0,7
6	0,62	0,63	0,6
7	0,65	0,66	0,7

8. Προσδιορισμός pH

Η οξύτητα μπορεί να εκφραστεί με δυο τρόπους, ως ολική ογκομετρούμενη οξύτητα και ως τιμή του pH. Οι τιμές pH που μετρήθηκαν στα δείγματα ισούνται με 6,8 (Πίνακας 11). Η τιμή είναι αποδεκτή από το Άρθρο 80 του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών σύμφωνα με τον οποίο η τιμή pH πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα στα όρια 6 - 6,8.(Κώδικας Τροφίμων και Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης: Είδη γάλακτος, 2016)

Πίνακας 11: Μετρήσεις pH δειγμάτων

Δείγμα	pH	pH- Επανάληψη	pH.- Μ.Ο. μετρήσεων
1	6,80	6,84	6,8
2	6,72	6,80	6,8
3	6,87	6,89	6,9
4	6,74	6,85	6,8
5	6,80	6,85	6,8
6	6,79	6,75	6,8
7	6,72	6,82	6,8

9. Προσδιορισμός δείκτη διάθλασης

Ο δείκτης διάθλασης αποτελεί χαρακτηριστική σταθερά για τα υγρά και στο γάλα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης προσδιορισμού της νοθείας με προσθήκη νερού. Η μέτρηση επηρεάζεται μόνο από τα διαλυμένα συστατικά και μπορεί να εμφανιστεί πολύ σταθερός. Στα δείγματα γάλακτος ο δείκτης διάθλασης προσδιορίστηκε για όλες τις τιμές ίσος με 1,3

(Πίνακας 12) και σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η τιμή είναι αποδεκτή και αναμενόμενη αφού ο δείκτης διαθλάσεως του ορού του γάλακτος κυμαίνεται από 1,3440 έως 1,3485. (Κοφίτσας, 2012)

Πίνακας 12: Αποτελέσματα μετρήσεων δείκτη διάθλασης Δ.Δ. στα δείγματα

Δείγμα	Δ.Δ.	Δ.Δ. - Επανάληψη	Δ.Δ.- Μ.Ο. μετρήσεων
1	1,3517	1,3519	1,3
2	1,3510	1,3503	1,3
3	1,3514	1,3507	1,3
4	1,3512	1,3506	1,3
5	1,3499	1,3505	1,3
6	1,3496	1,3507	1,3
7	1,3524	1,3518	1,3

10. Προσδιορισμός αγωγιμότητας

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του γάλακτος είναι εξαρτώμενη από την συγκέντρωση διαλυτών συστατικών στον ορό του γάλακτος και καθώς περιέχει διάφορα ήδη ιόντων, είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος. Στα δείγματα που μετρήθηκαν, καταγράφηκαν τιμές 4,9-5,1 (Πίνακας 13) οι οποίες είναι αποδεκτές σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Η ειδική αγωγιμότητα του κανονικού γάλακτος είναι σχετικά μικρή, κυμαίνεται συνήθως από 4-6 S/cm και τιμές μεγαλύτερες αυτών παρατηρούνται σε ζώα που έχουν προσβληθεί από μαστίτιδα.(Κοφίτσας, 2012)

Πίνακας 13: Αποτελέσματα μετρήσεων αγωγιμότητας στα δείγματα

Δείγμα	Αγωγιμότητα	Αγωγιμότητα-Επανάληψη	Αγωγιμότητα - Μ.Ο. μετρήσεων
1	4,95	4,77	4,9
2	4,92	4,73	4,8
3	4,99	4,90	4,9
4	4,92	4,81	4,9
5	5,02	5,12	5,1
6	4,96	4,96	4,9
7	4,88	4,93	4,9

11. Προσδιορισμός βαθμών Brix

Το διαθλασίμετρο Brix μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση του ποσοστού στερεών υγρής διατροφής. Οι τιμές που μετρήθηκαν για όλα τα δείγματα γάλακτος είναι μεταξύ 11,6-12,8% (Πίνακας 14) και είναι αποδεκτές αφού το φυσικό ποσοστό στερεών του κανονικού πλήρους γάλακτος είναι γενικά 12-13%. (Αργυροπούλου, 2021; Δρακοπούλου, 2016)

Πίνακας 14: Μετρήσεις βαθμών Brix στα δείγματα

Δείγμα	Brix (°)	Brix(°) - Επανάληψη	Brix(°) - Μ.Ο. μετρήσεων
1	12,2	12,6	12,4
2	12,0	11,6	11,8
3	12,5	11,8	12,15
4	12,3	13,4	12,85
5	12,5	11,7	12,1
6	11,3	11,9	11,6
7	12,9	12,5	12,7

12. Προσδιορισμός ειδικού βάρους

Ο προσδιορισμός ειδικού βάρους E.B. στο γάλα μπορεί εύκολα να δώσει μια εικόνα για τα στερεά χαρακτηριστικά και την περιεκτικότητά του σε αυτά, οπότε συνδυάζοντας τη μέτρηση αυτή με τη λιποπεριεκτικότητα μπορεί έμμεσα να εκλεχθεί η νοθεία του γάλακτος με νερό. Οι τιμές των μετρήσεων E.B. καταγράφονται στους 15°C και βρέθηκαν σε κάθε περίπτωση ίσες με 1 (Πίνακας 15) και είναι αποδεκτές με βάση τη βιβλιογραφία, ενώ εάν οι τιμές μετρηθούν χαμηλότερες του 1,03 τότε το γάλα ή έχει νοθευτεί (πιθανότερη περίπτωση) ή για κάποιο άλλο λόγο έχει μη φυσιολογική σύσταση. (Δρακοπούλου, 2016)

Πίνακας 15: Μετρήσεις ειδικού βάρους δειγμάτων

Δείγμα	Ειδικό Βάρος (E.B.)	Ειδικό Βάρος (E.B.) - Επανάληψη	Ειδικό βάρος (E.B.) - Μ.Ο. μετρήσεων
1	1,0320	1,0308	1,0
2	1,0298	1,0298	1,0
3	1,0308	1,0309	1,0
4	1,0318	1,0318	1,0
5	1,0309	1,0308	1,0
6	1,0309	1,0308	1,0
7	1,0308	1,0309	1,0

Συμπεράσματα

Το γάλα και τα προϊόντα του αποτελούν βασικό στοιχείο της διατροφής του ανθρώπου σε όλες τις ηλικίες του από την προϊστορική εποχή. Η ανάλυση της χημικής δομής και παραλλακτικότητα καθώς και η μέτρηση και ο προσδιορισμός των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του πειραματικά, αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Για τον σκοπό αυτό, εμπορικά δείγματα που συλλέχθηκαν από επτά διαφορετικές εταιρίες, μελετήθηκαν και αναλύθηκαν τα αποτελέσματα που συλλέχθηκαν. Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά που προσδιορίστηκαν ήταν αρχικά το στερεό υπόλειμμα (μέσος αποδεκτός όρος 12,4%) και το στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (κατώτατο νομοθετικό αποδεκτό όριο 8,46%). Η μέτρηση αυτή πραγματοποιήθηκε με διαφορετικούς τρόπους όπως με μέτρηση δείγματος σε κάψα, μέτρηση με χρήση οργάνου Lactostar, με βάση τον τύπο Fleischmen και μέσω προσδιορισμού του δείκτη διάθλασης, και σε κάθε περίπτωση οι τιμές βρέθηκαν εντός των επιτρεπτών ορίων.

Τα δείγματα βρέθηκαν επίσης θετικά στην υπεροξειδάση γεγονός το οποίο είναι επιθυμητό και δείχνει ότι δεν χρησιμοποιήθηκαν ακραίες θερμοκρασίες κατά την επεξεργασία του γαλακτος οι οποίες θα μπορούσαν να απενεργοποιήσουν το ένζυμο.

Έπειτα, πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός του λίπους με τη χρήση του οργάνου Lactostar αλλά και πειραματικά με τη μέθοδο Gerber, και από τα αποτελέσματα των δυο μετρήσεων έδειξαν ότι τα ποσοστά λίπους πληρούν τις προδιαγραφές (3,5-3,9%).

Στη συνέχεια, μετρήθηκε το % ποσοστό των πρωτεϊνών με ογκομέτρηση καθώς και με τη χρήση Lactostar και οι τιμές όλων των δειγμάτων βρέθηκαν εντός των επιτρεπτών ορίων (3,4-3,7%). Μετά, έγινε προσδιορισμός του σημείου πήξης με χρήση κρυσκοπίου και Lactostar (-0,5 °C), προσδιορισμός ποσοστού νερού (1,6-3,7), τέφρας (0,6-0,7%), pH (6,7-6,8), δείκτη διάθλασης (1,3), αγωγιμότητας (4,8-5,1), βαθμών Brix (11,6-12,8%) και τέλος ειδικού βάρους (1).

Τα συνολικά αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι τα δείγματα αφενός πληρούν όλα τα όρια των προδιαγραφών όπως αυτά υπαγορεύονται από τη βιβλιογραφία τους

κανονισμούς και τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, και αφετέρου, ο συνδυασμός των αποτελεσμάτων των μετρήσεων (νερό, ειδικό βάρος, στερεό υπόλειμμα, pH, σημείου πήξης, στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους) ενισχύουνε το γεγονός ότι κανένα από τα υπό εξέταση δείγματα δεν έχει υποστεί νοθεία με νερό.

Βιβλιογραφία

Α) Ελληνική

Αργυροπούλου, Ε. (2021). Νομοθεσία Γάλακτος Και Γαλακτοκομικών Προϊόντων. Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Δρακοπούλου, Ι. (2016). Σύγχρονες Και Ταχείες Μέθοδοι Για Τον Ποιοτικό Έλεγχο Και Ποσοτικό Προσδιορισμό Του Γάλακτος [ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ ΣΧΟΛΗΣ]. http://nestor.teipei.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/17771/ΔΡΑΚΟΠΟΥΛΟΥΙΩ_ΑΝΝΑ.pdf?sequence=1

Καμιναρίδης, Σ., & Μοάτσου, Γ. (2009). Γαλακτοκομία. Εκδόσεις Έμβρυο.

Καμιναρίδης, Σ., & Μοάτσου, Γ. (2015). Χαρακτηριστικά του Γάλακτος. Εκδόσεις Έμβρυο

Κοφίτσας, Δ. (2012). Παλμικό Ηλεκτρικό Πεδίο Ως Μία Νέα Μέθοδος Επεξεργασίας Του Γάλακτος. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ.

Κώδικας Τροφίμων, Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης, Άρθρο 71, παράγραφος 1. (1987).

Κώδικας Τροφίμων και Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης: Είδη γάλακτος. (2016). Άρθρο 80. 1–30. <https://www.aade.gr/sites/default/files/2020-03/80-iss6.pdf>

ΛΑΓΓΗ, Π. (2017). Προσδιορισμός αυθεντικότητας γάλακτος με φθορισμομετρία και χημειομετρική ανάλυση.

Ψαλλίδα Παναγιώτα, Α. Γ. (2011). Τρόφιμα : είδη - ποιότητα - εμπόριο.

B) Ξενόγλωσση

ABADIE, A., ANGRIST, J., & IMBENS, G. (1999). GENERAL STANDARD FOR THE USE OF DAIRY TERMS. FOA, 1–3.

Albenzio, M., Santillo, A., Ciliberti, M. G., Figliola, L., Caroprese, M., Marino, R., & Polito, A. N. (2016). Milk from different species: Relationship between protein fractions and inflammatory response in infants affected by generalized epilepsy. *Journal of Dairy Science*, 99(7), 5032–5038. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10704>

Bhat, Z. F., Kumar, S., & Bhat, H. F. (2015). Bioactive peptides of animal origin: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 52(9), 5377–5392. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1731-5>

Dairy Processing and Quality Assurance. (2015). Dairy Processing and Quality Assurance. <https://doi.org/10.1002/9781118810279>

Diamond, J. (2002). Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature*, 418(6898), 700–707. <https://doi.org/10.1038/nature01019>

Foroutan, A., Guo, A. C., Vazquez-Fresno, R., Lipfert, M., Zhang, L., Zheng, J., Badran, H., Budinski, Z., Mandal, R., Ametaj, B. N., & Wishart, D. S. (2019). Chemical Composition of Commercial Cow’s Milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(17), 4897–4914. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b00204>

Hege, J., Palberg, T., & Vilgis, T. A. (2020). Interactions of different hydrocolloids with milk proteins. *JPhys Materials*, 3(4). <https://doi.org/10.1088/2515-7639/aba2b7>

Kailasapathy, K. (2009). Chemical Composition, Physical and Functional Properties of Milk and Milk Ingredients. *Dairy Processing and Quality Assurance*, 75–103. <https://doi.org/10.1002/9780813804033.ch4>

Khan, I. T., Bule, M., Ullah, R., Nadeem, M., Asif, S., & Niaz, K. (2019). The antioxidant components of milk and their role in processing, ripening, and storage: Functional food. *Veterinary World*, 12(1), 12–33. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.12-33>

Mohammed, M. E. A., Brima, E. I., Alasidy, A., Qurishi, N., Algarni, M., & Alshehri, B. M. A. (2022). Physicochemical properties and some mineral concentration of milk samples from different animals and altitudes. *Open Chemistry*, 20(1), 494–504. <https://doi.org/10.1515/chem-2022-0171>

Murphy, K., Curley, D., O’callaghan, T. F., O’shea, C. A., Dempsey, E. M., O’toole, P. W., Ross, R. P., Ryan, C. A., & Stanton, C. (2017). The composition of human milk and infant faecal microbiota over the first three months of life: A pilot study. *Scientific Reports*, 7(July 2016), 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep40597>

Ortega-Anaya, J., & Jiménez-Flores, R. (2019). Symposium review: The relevance of bovine milk phospholipids in human nutrition—Evidence of the effect on infant gut and brain development. *Journal of Dairy Science*, 102(3), 2738–2748. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15342>

Singh, H., McCarthy, O. J., & Lucey, J. A. (1997). Physico-Chemical Properties of Milk. In *Advanced Dairy Chemistry Volume 3 (Vol. 3)*. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-4409-5_11

Γ) Ιστοσελίδες online (Ελληνική & Ξενόγλωσση)

Αγελαδοτροφία: Νέες τάσεις στα αλμεκτήρια, το μέλλον ο αυτοματισμός στη διατροφή. (2022). <https://www.agrotypos.gr/ektrofes/ageladotrofia/ageladotrofia-nees-taseis-sta-almektiria-to-mellon-o-aftomatismos-sti>

Βουτσινά, Ε. (2011). *Γάλα μητρικο...αγελάδας.* <https://www.gastronomos.gr/apopseis/gala-mitriko-amp-8230-ageladas/55357/>

Γάλα Βλαχας. (n.d.). 2012. <https://www.startup.gr/epikairotita/epicheirimatikotita/gala-vlachas-loyketo-meta-apo-45-chronia-sto-ergostasio-poy-to-parige/>

Μασούρας, Θ. (2017). *Ελληνική γαλακτοκομία: ‘μοχλός’ εξόδου μας από την κρίση.* <https://www.dairynews.gr/2017/04/13/ελληνική-γαλακτοκομία-μοχλός-εξό/>

Πετρό Γαλακτοκομικά. (n.d.). <https://retromaniax.gr/threads/Πετρό-γαλακτοκομικά.14320/page-3>

A brief history of milk. (n.d.). <https://www.countryfile.com/how-to/food-recipes/a-brief-history-of-milk/>

Ancient Egypt. (n.d.). <https://www.thoughtco.com/dairy-farming-ancient-history-171199>

FDA. (2023). PART 131 -- MILK AND CREAM. Title 21, Volume 2. <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?fr=131.110#:~:text=Sec.,one or more healthy cows.>

FDA Milk. (n.d.). [foodlogistics.com/transportation/cold-chain/news/12290450/dairy-farmers-ask-fda-to-enforce-milk-definition](https://www.foodlogistics.com/transportation/cold-chain/news/12290450/dairy-farmers-ask-fda-to-enforce-milk-definition)

Lambert. (2016). *Το γάλα είχε τη δική του ιστορία: Πώς από τον γαλατά της γειτονιάς έφτασε σε κάθε γωνιά της Ελλάδας.* https://www.huffingtonpost.gr/2016/12/06/gala-extra-mile_n_12353594.html