

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

(Πρώην ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας)

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας



**ΜΕΛΕΤΗ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ & ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΑΓΕΛΛΑΙΝΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΧΩΡΙΣ
ΛΑΚΤΟΖΗ ΜΕ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ
ΑΝΑΛΥΣΗΣ**

ΒΕΛΙΚΟΥΔΗΣ ΜΟΣΧΟΣ

Φλώρινα, 2023

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

(Πρώην ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας)

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Τμήμα Γεωπονίας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

**ΜΕΛΕΤΗ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ & ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΑΓΕΛΑΔΙΝΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΛΑΚΤΟΖΗ ΜΕ
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ**

**STUDY ON CHEMICAL COMPOSITION & PHYSICOCHEMICAL
CHARACTERISTICS OF LACTOSE FREE MILK WITH COMPARISON OF
DIFFERENT METHODS OF ANALYSIS**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΒΕΛΙΚΟΥΔΗΣ ΜΟΣΧΟΣ

A.M. : FG30926

ΕΠΙΒΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΚΑΣΑΠΙΔΟΥ ΕΛΕΝΗ

ΦΛΩΡΙΝΑ, 2023

Δήλωση περί μη λογοκλοπής

Δηλώνω ότι είμαι ο συγγραφέας της παρούσας εργασίας με τίτλο «**Μελέτη χημικής σύνθεσης & φυσικοχημικών χαρακτηριστικών αγελαδινού γάλακτος χωρίς λακτόζη με σύγκριση διαφορετικών μεθόδων ανάλυσης**» που συντάχθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής μου εργασίας και παραδόθηκε το μήνα Σεπτέμβριο 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.

Όνοματεπώνυμο:

ΑΜ:

Υπογραφή:

ΒΕΛΙΚΟΥΔΗΣ ΜΟΣΧΟΣ

FG30926

.....

Ημερομηνία:

.....

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά την επίκουρη καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, του τμήματος Γεωπονίας κα Κασαπίδου Ελένη, για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε για την περάτωση της παρούσας εργασίας, καθώς και για τις συμβουλευτικές της οδηγίες κατά τη συγγραφή της.

Ευχαριστώ επίσης τον κ. Παπαδόπουλο Βασίλειο, Εργαστηριακό Τεχνικό Προσωπικό, για την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε στους χώρους των εργαστηρίων κατά την εκπόνηση των πειραματικών αναλύσεων της πτυχιακής εργασίας.

Ευχαριστώ ακόμη όλους τους καθηγητές του Τμήματος Γεωπονίας (Πρώην Τμήμα Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής), για τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια.

Τέλος, οφείλω να εκφράσω το μεγαλύτερο ευχαριστώ στην οικογένειά μου τόσο για την στήριξη, όσο και για την εμπιστοσύνη που μου παρείχε αυτά τα τέσσερα χρόνια.

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή μελέτη σχετίζεται με την εξέταση της χημικής σύνθεσης και των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του αγελαδινού γάλακτος χωρίς λακτόζη. Στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφεται η έννοια του γάλακτος και γίνεται εκτενής αναφορά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή της λακτόζης και του ρόλου που συμμετέχει στον ανθρώπινο οργανισμό. Επίσης γίνεται λόγος για την έλλειψη ενός σημαντικού ενζύμου για τον άνθρωπο, τη λακτάση καθώς και της συνέπειας που ακολουθεί με την έλλειψή της, τη δυσανεξία στη λακτόζη.

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί παρουσιάζεται η λύση που έχει βρεθεί για το πρόβλημα της δυσανεξίας, η οποία είναι η παρασκευή γάλακτος χωρίς λακτόζη καθώς και οι διαδικασίες που ακολουθούνται για την ολοκλήρωσή του.

Το τέταρτο κεφάλαιο αποτελεί το ερευνητικό μέρος της εργασίας. Περιγράφεται η μεθοδολογία και τα πρωτόκολλα ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν και γίνεται αναλυτική αποτύπωση των αποτελεσμάτων για κάθε ένα από τα χημικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν.

Λέξεις ευρετηρίασης: Χημική σύνθεση, φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, δυσανεξία στη λακτόζη.

Abstract

The present thesis is related to the examination of the chemical composition and physicochemical characteristics of lactose-free cow's milk. In the first chapter the concept of milk is described and its qualitative characteristics are extensively discussed.

The second chapter describes lactose and its role in the human body. It also discusses the lack of an important enzyme for humans, lactase, and the consequence of its lack, lactose intolerance.

The following chapter presents the solution that has been found for the intolerance problem, which is the production of lactose-free milk and the procedures followed to complete it.

Chapter four is the research part of the thesis. It describes the methodology and analytical protocols used and details the results for each of the chemical characteristics studied.

Key words: chemical composition, physicochemical characteristics, lactose intolerance.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	0
Κεφάλαιο Πρώτο: Γενικά στοιχεία για το γάλα.....	1
1.1 Ορισμός.....	1
1.2 Είδη γάλακτος	2
1.3 Σύσταση γάλακτος.....	2
1.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά γάλακτος.....	6
1.4.1 Λίπος.....	6
1.4.2 Πρωτεΐνες.....	7
1.4.3 Στερεό Υπόλειμμα άνευ λίπους (ΣΥΑΛ).....	7
1.4.4 Αριθμός σωματικών κυττάρων.....	8
1.4.5 Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα (ΟΜΧ)	8
1.4.6 Οξύτητα και pH	8
1.4.7 Σημείο πήξεως.....	9
1.4.8 Ειδικό βάρος και πυκνότητα.....	9
1.4.9 Πρόσθετα.....	10
1.4.10 Βιταμίνες και ιχνοστοιχεία	10
1.4.11 Νοθεία του γάλακτος	11
1.5 Θρεπτική αξία γάλακτος.....	11
Κεφάλαιο Δεύτερο: Λακτόζη	12
2.1 Ορισμός.....	12
2.2 Δυσανεξία στη λακτόζη	13
2.3 Προβλήματα ατόμων με δυσανεξία στην λακτόζη.....	14
2.4 Διάγνωση δυσανεξίας στη λακτόζη.....	16
Κεφάλαιο 3: Γάλα χωρίς λακτόζη.....	16
3.1 Παρασκευή γάλακτος χωρίς λακτόζη	16
3.1.1 Διαδικασία παρτίδας.....	17
3.1.2 Ασηπτική Διαδικασία.....	18
Κεφάλαιο Τέταρτο: Πειραματικό μέρος.....	19
4.1 Στάδια πειραματικής διαδικασίας.....	19
4.1.1 Δειγματοληψία.....	19
4.1.2 Αναλύσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών	20
4.2 Υλικά και Μέθοδοι.....	21

4.2.1 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε ξηρή Ουσία.....	21
4.2.2 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε τέφρα.....	22
4.2.3 Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες (μέθοδος φορμαλδεΰδης).....	24
4.2.4 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε λίπος (Μέθοδος Gerber).....	25
4.2.5 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες (αφαιρετική μέθοδος).....	26
4.2.6 Προσδιορισμός Ογκομετρούμενης Οξύτητας	26
4.2.7 Προσδιορισμός του pH (Ενεργός οξύτητα).....	27
4.2.8 Προσδιορισμός του ειδικού βάρους.....	28
4.2.9 Προσδιορισμός ηλεκτρικής αγωγιμότητας.....	30
4.2.10 Προσδιορισμός των βαθμών Brix °	31
4.2.11 Προσδιορισμός του Δείκτη Διάθλασης.....	32
4.2.12 Προσδιορισμός του Σημείου Πήξεως	33
4.2.13 Προσδιορισμός ποιοτικών χαρακτηριστικών με ενόργανη ανάλυση.....	34
4.2.14 Έλεγχος παρουσίας υπεροξειδάσης	35
Κεφάλαιο Πέμπτο: Αποτελέσματα	36
5.1 Περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία.....	36
5.2 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε τέφρα	37
5.3 Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες.....	38
5.4 Περιεκτικότητα σε λίπος.....	38
5.5 Περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες	39
5.6 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε ογκομετρούμενη οξύτητα	41
5.7 Προσδιορισμός Ενεργού οξύτητας (pH).....	42
5.8 Προσδιορισμός ειδικού βάρους.....	42
5.9 Έλεγχος παρουσίας υπεροξειδάσης.....	43
5.10 Προσδιορισμός αγωγιμότητας.....	44
5.11 Προσδιορισμός °Brix	45
5.12 Προσδιορισμός του δείκτη διάθλασης.....	45
5.13 Προσδιορισμός σημείου πήξεως	46
Συμπεράσματα	47
Βιβλιογραφία	49

Εισαγωγή

Το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της ανθρώπινης διατροφής. Εκκρίνεται από τους μαστικούς αδένες των θηλαστικών, αλλά μόνο το γάλα μερικών ειδών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως προϊόν ή πρώτη ύλη για την παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων. Τα πιο γνωστά και περισσότερο εκμεταλλευόμενα είναι το αγελαδινό, το πρόβειο και το γίδινο. Είναι ιδιαίτερα πλούσια σε πρωτεΐνες, περιέχουν 80 είδη, εκ των οποίων τα 60 είναι ένζυμα, άλατα και ανόργανα άλατα. Είναι πλούσιο σε ασβέστιο, το οποίο συμβάλλει στην υγεία και την ανάπτυξη του οργανισμού.

Λόγω της σημαντικής θέσης που κατέχει όμως στη διατροφή του ανθρώπου είναι απαραίτητο να υποστεί τις κατάλληλες αναλύσεις που θα δείξουν αν πληροί τις απαραίτητες προϋποθέσεις για να διατεθεί στην αγορά. Στον ποιοτικό έλεγχο του γάλακτος δίνεται έμφαση τόσο ως προς τη χημική σύνθεση του όσο και ως προς τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του. Η υγρασία, η τέφρα, οι πρωτεΐνες και τα λιπαρά είναι κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να αναλύονται καθώς έχουν σημαντικό ρόλο για την επιλογή του γάλακτος από τον καταναλωτή.

Με την βοήθεια της τεχνολογίας έχουν αναπτυχθεί μηχανήματα τα οποία μπορούν να δώσουν αποτελέσματα για τις παραπάνω αναλύσεις, με μεγάλη ακρίβεια και σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το μηχάνημα Lactostar που χρησιμοποιήθηκε στο πειραματικό μέρος της παρούσας εργασίας.

Φυσικά, το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα δεν έχουν μόνο θετικές επιδράσεις. Οι αρνητικές επιπτώσεις τους μπορεί να προκαλέσουν τη λεγόμενη δυσανεξία στη λακτόζη. Το πρόβλημα αυτό απασχολεί έντονα μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού.

Για το λόγο αυτό είναι αναγκαία η παραγωγή γάλακτος το οποίο θα είναι απαλλαγμένο από λακτόζη και κατάλληλο για πόση από όλες τις μερίδες ανθρώπων. Πλέον στις μέρες μας η παραγωγή τέτοιου είδους γάλακτος έχει προχωρήσει σημαντικά και έχουν βρεθεί περισσότεροι από ένας τρόποι για να επιτευχθεί.

Σκοπός της ερευνητικής μελέτης είναι η ανάλυση της χημικής σύνθεσης και των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών του αγελαδινού γάλακτος χωρίς λακτόζη με σύγκριση διαφορετικών μεθόδων ανάλυσης.

Στο πειραματικό μέρος παρουσιάζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των δειγμάτων με δύο τρόπους. Αρχικά με πρότυπες μεθόδους και σε δεύτερο στάδιο με τη βοήθεια ενός σύγχρονου μηχανήματος, το Lactostar, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο της σχολής. Το συγκεκριμένο μηχάνημα έχει τη δυνατότητα να μας παρέχει ταυτόχρονα την τιμή του δείγματος για λίπος, πρωτεΐνη, υδατάνθρακες και στερεό υπόλειμμα σε χρόνο περίπου ενός λεπτού.

Στο τέλος έχοντας όλα τα αποτελέσματα μπόρεσε να γίνει η σύγκριση μεταξύ τους και να διαπιστωθεί αν υπάρχει απόκλιση των πρότυπων μεθόδων με την ενόργανη ανάλυση.

Κεφάλαιο Πρώτο: Γενικά στοιχεία για το γάλα

1.1 Ορισμός

Το γάλα είναι η έκκριση των μαστικών αδένων των θηλαστικών, που χρησιμοποιείται για τη διατροφή του νεογέννητου και ως μία ηλικία αποτελεί τη μοναδική του τροφή. Από αυτό προκύπτει ότι το γάλα είναι μια πλήρης τροφή που περιέχει όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά που χρειάζεται ο οργανισμός για να αναπτυχθεί καθώς είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες και άλατα. Ωστόσο, για τον άνθρωπο, το γάλα παραμένει μέρος της καθημερινής του διατροφής, είτε αυτούσιο είτε σε μορφή γαλακτοκομικών προϊόντων (τυρί, βούτυρο, γιαούρτι) σε όλη την περίοδο της ζωής του (Μάντης, 2000).

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών «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», ενώ «νωπό γάλα νοείται το γάλα που εκκρίνεται από τους μαστικούς αδένες μιας ή περισσότερων αγελάδων, προβατίνων, αιγών ή βουβαλιών, το οποίο δεν έχει θερμανθεί πέραν των 40°C, ούτε έχει υποβληθεί σε επεξεργασία με ισοδύναμο αποτέλεσμα» (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, άρθρο 80, σημείο 1).

1.2 Είδη γάλακτος

Προτού το γάλα διατεθεί στους καταναλωτές πρέπει να περάσει από μία διαδικασία υψηλής θέρμανσης κατά την οποία θα καταστραφούν όλα τα παθογόνα βακτήρια. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται παστερίωση και επιτυγχάνεται με τέσσερις τρόπους :

- Χαμηλή θερμοκρασία, μακρύς χρόνος (LTLT), όπου το γάλα θερμαίνεται στους 63°C για 30 λεπτά.
- Υψηλή θερμοκρασία, σύντομος χρόνος (HTST), όπου το γάλα θερμαίνεται στους 72°C για τουλάχιστον 15 δευτερόλεπτα.
- Εξαιρετικά υψηλή θερμοκρασία (UHT), όπου το γάλα εκτίθεται σε θερμοκρασία 135°C για τουλάχιστον 1 δευτερόλεπτο.
- Αποστείρωση, όπου το γάλα εκτίθεται σε θερμοκρασία άνω των 100°C για 20 έως 40 λεπτά (Μπεζιρτζόγλου,2004).

Ως προς την περιεκτικότητα σε λιπαρά, το γάλα χωρίζεται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Πλήρες γάλα, όπου το ποσοστό λίπους υπολογίζεται στο 3,5%
- Ημιαποβουτυρωμένο γάλα, με ποσοστό λιπαρών από 1,5 μέχρι 1,8%
- Αποβουτυρωμένο γάλα, το οποίο χαρακτηρίζεται και άπαχο καθώς το ποσοστό των λιπαρών δεν ξεπερνάει το 0,3% (Lobbert,2008).

1.3 Σύσταση γάλακτος

Το γάλα είναι ένα κολλοειδές εναιώρημα που περιέχει γαλακτωματοποιημένα σφαιρίδια λίπους, πρωτεΐνες, λακτόζη, άλατα, βιταμίνες και ένζυμα. Τα γάλατα θηλαστικών που έχουν μελετηθεί μέχρι σήμερα έχουν παρόμοια γενικά χαρακτηριστικά και περιέχουν μεγάλη ποικιλία παρόμοιων συστατικών. Ωστόσο, οι αναλογίες τους διαφέρουν σημαντικά. Ο πιο ευρέως μελετημένος τύπος γάλακτος είναι το αγελαδινό γάλα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το γάλα παράγεται σε μεγάλες ποσότητες κυρίως στις οικονομικά και τεχνολογικά ανεπτυγμένες χώρες (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

Το γάλα, είναι μια τροφή υψηλής θρεπτικής αξίας. Δεν θεωρείται τυχαίο το γεγονός ότι είναι πρώτη τροφή που λαμβάνει το νεογέννητο, καθώς έχει πολλά θρεπτικά συστατικά κάποια από τα οποία είναι αδύνατο να βρεθούν αλλού στη φύση. Πρωτεΐνες, ασβέστιο, φώσφορος, υδατάνθρακες είναι κάποιες από τις σημαντικότερες θρεπτικές ύλες που περιέχονται στο γάλα (Κεχαγιάς, 1997).

Ανάλογα με την προέλευση του (αγελαδινό, πρόβειο, κατσικίσιο), το γάλα διαφέρει μόνο ποσοτικά ως προς τη σύσταση του. Το αγελαδινό και το κατσικίσιο υστερούν σε πρωτεΐνη και λίπος από το πρόβειο.

Πίνακας 1: Σύγκριση ποσοτικών χαρακτηριστικών σε γάλατα διαφορετικής προέλευσης.

Είδος γάλακτος	Νερό(g)	Λίπος(g)	Πρωτεΐνη(g)	Λακτόζη(g)	Τέφρα(g)
Αγελαδινό	87,3	3,8	3,3	4,9	0,7
Πρόβειο	81,4	7,6	5,6	4,5	0,9
Κατσικίσιο	86,1	5,0	3,9	4,2	0,8

Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν ποσοτικά ή ποιοτικά τα συστατικά του γάλακτος είναι (Κεχαγιάς, 1997):

- Το είδος και η φυλή του ζώου
- Το κληρονομικό δυναμικό του ζώου
- Ο αριθμός αρμέγματος ανά εικοσιτετράωρο και ο τρόπος αρμέγματος
- Η σωματική, η υγιεινή κατάσταση και η ηλικία του ζώου
- Η διάρκεια της ξηρής περιόδου
- Η συχνότητα των τοκετών
- Ο οργασμός
- Η κόπωση και η συμπεριφορά του ανθρώπου στα ζώα
- Οι συνθήκες διατροφής
- Το στάδιο της γαλακτικής περιόδου
- Η θερμοκρασία περιβάλλοντος

Αν και το αγελαδινό πλήρες γάλα είναι υγρή τροφή, περιέχει, κατά μέσο όρο, περίπου, 12% στερεά συστατικά, από τα οποία το 8,6% είναι στερεά συστατικά άνευ λίπους. Περιέχει σε μεγάλη, σχετικά, αναλογία, πρωτεΐνες, λίπος και λακτόζη που μαζί με άλατα αποτελούν τα κύρια συστατικά του και προσδιορίζουν τη διατροφική και εμπορική του αξία. Εκτός από τα κύρια συστατικά του περιέχει και εκατοντάδες άλλα συστατικά σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις, π.χ. βιταμίνες, ιχνοστοιχεία και ένζυμα, που καθορίζουν τις βιολογικές και τεχνολογικές του ιδιότητες (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

Παρακάτω παρουσιάζονται, ενδεικτικά, η σύσταση του αγελαδινού γάλακτος σε κύρια και σε ορισμένα δευτερεύοντα συστατικά που είναι σημαντικά για τη διατροφή του ανθρώπου. Το συστατικό που βρίσκεται σε μεγαλύτερη αφθονία στο γάλα είναι το νερό, μέσα στο οποίο βρίσκονται σε διασπορά όλα τα άλλα συστατικά του, τα οποία αποτελούν το σύνολο των στερεών του συστατικών. Η λακτόζη είναι ο χαρακτηριστικός υδατάνθρακας του γάλακτος, όπου είναι αναγωγικός δισακχαρίτης που αποτελείται από γλυκόζη και γαλακτόζη. Το λίπος του γάλακτος αποτελείται από τριγλυκερίδια, τα λιπαρά οξέα των οποίων διαφέρουν πολύ ως προς το μέγεθος (2-20 άτομα C) και τον αριθμό των διπλών δεσμών (0-4 δ.δ.). σε μικρότερες συγκεντρώσεις απαντώνται και άλλα λιπίδια, όπως φωσφολιπίδια, χοληστερόλη, ελεύθερα λιπαρά οξέα και διγλυκερίδια. Το 80% των πρωτεϊνών του γάλακτος αποτελεί την καζεΐνη, η οποία είναι μίγμα, περίπου, 10 διαφορετικών συστατικών και είναι αδιάλυτη σε pH 4,6. Το υπόλοιπο 20% των πρωτεϊνών, που είναι διαλυτό σε pH 4,6, αποτελείται από τις πρωτεΐνες του ορού και από πολυάριθμες άλλες πρωτεΐνες, όπως είναι τα ένζυμα, τα οποία αν και βρίσκονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις έχουν σημαντική δραστηριότητα στο γάλα. Και, τέλος, τα άλατα του γάλακτος είναι, κυρίως, απλά ή σύμπλοκα, ιονισμένα κατά ένα μέρος. Στην πλειονότητά τους είναι φωσφορικά, κιτρικά, χλωριούχα, θειικά, ανθρακικά και δισανθρακικά άλατα των K, Na, Ca, Mg. Τα άλατα του γάλακτος δεν περιγράφονται, απολύτως με τους όρους «μεταλλικά» ή «ανόργανα» συστατικά, αφού πολλά από αυτά είναι οργανικά, όπως π.χ. τα κιτρικά (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

Πίνακας 2. Κύρια και δευτερεύοντα συστατικά του αγελαδινού γάλακτος, σημαντικά για την διατροφή του ανθρώπου (ενδεικτική περιεκτικότητα).

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ
Κύρια συστατικά (%)	
Νερό	87,60
Στερεά συστατικά άνευ λίπους	8,65
Λακτόζη	4,75
Λίπος	3,75
Πρωτεΐνες	3,25
Μεταλλικά στοιχεία	0,65
Οργανικά οξέα	0,18
Διάφορα άλλα συστατικά	0,14
Μεταλλικά στοιχεία (mg/l)	
Ασβέστιο	1250
Φώσφορος	1000
Κάλιο	1500
Νάτριο	440
Χλώριο	1050
Μαγνήσιο	130
Ψευδάργυρος	3,9
Σίδηρος	0,2
Βιταμίνες (mg/l)	
Βιταμίνη Α	0,4
Βιταμίνη D	0,0006
Βιταμίνη Ε	0,98
Θειαμίνη, Β1	0,44
Ριβοφλαβίνη, Β2	1,75
Νιασίνη	0,94
Παντοθενικό οξύ	3,46
Βιταμίνη Β6	0,64
Βιοτίνη	0,031
Φυλλικό οξύ	0,050
Βιταμίνη Β12	0,0043
Βιταμίνη C	21,1

1.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά γάλακτος

Η ποσότητα και η ποιότητα του γάλακτος διαφέρει όχι μόνο μεταξύ των διάφορων γαλακτοφόρων ζώων, αλλά και μεταξύ των ζώων του ίδιου είδους. Συγκεκριμένα, το γάλα διαφέρει ανάλογα με την φυλή, την υγεία, την ηλικία, την φυσική και διατροφική κατάσταση του ζώου καθώς και, από το διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ του προηγούμενου και του επόμενου αρμέγματος (Fox, 2002).

Η ποιότητα του γάλακτος αξιολογείται με βάση:

- την περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες,
- την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες κυρίως, καζεΐνες,
- την περιεκτικότητα σε λακτόζη,
- το στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους,
- την περιεκτικότητα σε σωματικά κύτταρα,
- την ολική μικροβιακή χλωρίδα (OMX),
- την οξύτητα και το pH,
- το σημείο πήξεως,
- το ειδικό βάρος και την πυκνότητα,
- την περιεκτικότητα σε πρόσθετα,
- την περιεκτικότητα σε βιταμίνες και ιχνοστοιχεία,
- τη νοθεία που τυχόν έχει υποστεί.

1.4.1 Λίπος

Ένα από τα βασικά συστατικά του γάλακτος είναι το λίπος το οποίο, εκκρίνεται από τους μαστικούς αδένες του ζώου υπό τη μορφή σφαιριδίων, διαφορετικών ως προς το μέγεθος. Τα λιποσφαίρια μεσαίου μεγέθους είναι αυτά με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα λίπους (Κεχαγιάς & Τσάκαλη, 2017).

Το ποσοστό λίπους διαφέρει επίσης, ανάλογα με το είδος ζώου. Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, άρθρο 80, παράγραφος 3:

- το ποσοστό λίπους του αγελαδινού γάλακτος είναι 3,5% το ελάχιστο,
- το ποσοστό λίπους του γίδινου γάλακτος είναι 4,0% το ελάχιστο και
- το ποσοστό λίπους του πρόβειου γάλακτος είναι 6,0% το ελάχιστο.

1.4.2 Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες του γάλακτος διακρίνονται στις πρωτεΐνες ορού, με κυριότερες τις γαλακτοαλβουμίνη και γαλακτογλοβουλίνη, και στις καζεΐνες. Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, άρθρο 80, παράγραφος 3: «Ως περιεκτικότητα σε πρωτεϊνικές ουσίες νοείται η σχέση σε μάζα των μερών πρωτεϊνικής ουσίας του γάλακτος επί 100 μερών του σχετικού γάλακτος η οποία ευρίσκεται πολλαπλασιάζοντας επί 6,38 την ολική περιεκτικότητα του γάλακτος σε άζωτο, εκφρασμένη σε ποσοστό κατά μάζα. »

Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO – Food and Agriculture Organization), η περιεκτικότητα μεταξύ των διαφόρων ειδών γάλακτος σε πρωτεΐνες διαφέρει. Το ποσοστό των πρωτεϊνών στο αγελαδινό γάλα είναι κατά προσέγγιση 3,5%, όπως και στο γίδινο. Η περιεκτικότητα στο πρόβειο όμως, είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με των προηγούμενων ειδών. Στην περίπτωση που πραγματοποιηθεί προσθήκη πρωτεϊνών στο γάλα τότε, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες του εμπλουτισμένου γάλακτος πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση με 3,8%.

1.4.3 Στερεό Υπόλειμμα άνευ λίπους (ΣΥΑΛ)

Το στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (ΣΥΑΛ) αποτελείται από λακτόζη, καζεΐνες, πρωτεΐνες ορού και τέφρα, και προκύπτει έπειτα από ξήρανση του γάλακτος στους $100 \pm 2^\circ\text{C}$. Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, άρθρο 80, παράγραφος 3:

- το κατώτατο όριο ΣΥΑΛ για το αγελαδινό είναι 8,5% για λίπος 3,5%,
- το κατώτατο όριο ΣΥΑΛ για το γίδινο είναι 9,00% για λίπος 4,0%,
- το κατώτατο όριο ΣΥΑΛ για το πρόβειο είναι 10,20% για λίπος 6,0%.

Όταν το γάλα έχει διαφορετικό ποσοστό λίπους από τα παραπάνω τότε, μεταβάλλεται ισοδύναμα και το ποσοστό του ΣΥΑΛ.

1.4.4 Αριθμός σωματικών κυττάρων

Τα σωματικά κύτταρα στο γάλα παίζουν σημαντικό ρόλο στην ποιότητα και τη σύσταση του. Εκκρίνονται από τον ίδιο τον οργανισμό όταν, οι μαστικοί αδένες του ζώου έχουν υποστεί μόλυνση από παθογόνους μικροοργανισμούς, με σκοπό να καταπολεμηθούν. Το γάλα με υψηλό αριθμό σωματικών κυττάρων παρουσιάζει μειωμένη περιεκτικότητα λακτόζης και πηκτικής ικανότητας. Ο αυξημένος αριθμός σωματικών κυττάρων οφείλεται στην εμφάνιση μαστίτιδας και ένα μέρος από αυτά μεταφέρονται στο γάλα, επηρεάζοντας τη σύσταση του. Ο αριθμός των σωματικών κυττάρων μετράται ανά ml γάλακτος. Σύμφωνα με τον Κανονισμό αριθ. 853/2004/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου, Τμήμα ΙΧ, Κεφάλαιο Ι, παράρτημα ΙΙΙ, σημείο 3α), στοιχείο ι), η περιεκτικότητα σε σωματικά κύτταρα ανά ml για το νωπό γάλα αγελάδας πρέπει να είναι μικρότερη ή ίση των 400.000 και η συχνότητα δειγματοληψίας καθορίζεται ως μία φορά τον μήνα. Για το πρόβειο και γίδινο γάλα δεν έχουν δοθεί συγκεκριμένα μέγιστα όρια. Σύμφωνα με το άρθρο 11, σημείο 10 του ίδιου Κανονισμού, το κάθε κράτος μέλος της ΕΕ μπορεί να θεσπίζει τροποποιήσεις του παραρτήματος ΙΙΙ δηλαδή, να επιτρέπει την παρασκευή ορισμένων γαλακτοκομικών προϊόντων από νωπό γάλα που δεν πληροί τα κριτήρια σχετικά με τον μέγιστο αριθμό σωματικών κυττάρων.

1.4.5 Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα (OMX)

«Η Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα (OMX), χαρακτηρίζεται ως ο πληθυσμός των αερόβιων μεσόφιλων μικροβίων, τα οποία με τη χρήση ορισμένου υποστρώματος και σε ορισμένη θερμοκρασία και χρόνο επώασης (η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξής τους είναι μεταξύ 30° και 37°C), μπορούν να αναπτυχθούν και να δώσουν από μία ορατή αποικία» (Τυμπής, Πετράκης, Κοντελής, 2016).

1.4.6 Οξύτητα και pH

Το pH αποτελεί το μέτρο έντασης της οξύτητας, η οποία εξαρτάται από τη συγκέντρωση των ιόντων H⁺ και εκφράζεται σε ποσοστό γαλακτικού οξέος. Το pH του γάλακτος είναι ελαφρώς όξινο επειδή, η περιεκτικότητα σε καζεΐνες επιδρά στην τελική τιμή οξύτητας του. Έτσι, είναι φυσικό το πρόβειο, που υπερισχύει σε καζεΐνες, να έχει υψηλότερη οξύτητα σε σύγκριση με τα άλλα δύο είδη και συγκεκριμένα, 0,22

έως 0,25%. Η οξύτητα του αγελαδινού γάλακτος είναι 0,15-0,18% και του γίδινου 0,14-0,23%. Ωστόσο, αμέσως μετά την άμελξη, η οξύτητα οποιουδήποτε είδους γάλακτος, είναι υψηλότερη από την κανονική εξαιτίας των υψηλών ποσοστών CO₂ που υπάρχουν εκείνη τη στιγμή. Αυτό το φαινόμενο είναι προσωρινό αφού, στη συνέχεια τα επίπεδα CO₂ ελαττώνονται (Κεχαγιάς, Τσάκαλη, 2017).

Το γάλα που αραιώνεται με νερό έως ότου επανακτήσει τη σύσταση νοπού γάλακτος, πρέπει να έχει οξύτητα από 6 έως 8 βαθμούς κατά Soxhlet – Henckel, και pH από 6 έως 6,8. Επιπροσθέτως, η οξύτητα ενός ζαχαρούχου γάλακτος μετράται αφού έχει απομακρυνθεί το καλαμοζάχαρο από αυτό (Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, άρθρο 80, παράγραφος 12).

1.4.7 Σημείο πήξεως

Το σημείο πήξεως είναι η μοναδική φυσικοχημική ιδιότητα του γάλακτος που επηρεάζεται ελάχιστα έως καθόλου σε οποιαδήποτε μεταβολή εκτός από την περίπτωση της συμπύκνωσης και της αραιώσης. Η αραιώση με νερό προκαλεί αύξηση του σημείου πήξεως ενώ, η συμπύκνωση έχει το αντίθετο αποτέλεσμα. Επίσης, η αύξηση της οξύτητας επηρεάζει το σημείο πήξεως, του οποίου η τιμή ελαττώνεται. Το σημείο πήξεως του αγελαδινού γάλακτος κυμαίνεται από -0,530° έως -0,570°C, του γίδινου από -0,540° έως -0,573°C ενώ, του πρόβειου γύρω στο -0,570°C (Κεχαγιάς, Τσάκαλη, 2017).

1.4.8 Ειδικό βάρος και πυκνότητα

Το ειδικό βάρος αποτελεί μια σταθερά εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία και προσδιορίζει την πυκνότητα του γάλακτος στους 15°. Ένα άπαχο γάλα ή ένα γάλα που έχει ψυχθεί, έχει υψηλή τιμή ειδικού βάρους.

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, άρθρο 80, παράγραφος 3:

- το ειδικό βάρος του αγελαδινού είναι ίσο με 1,028 g/L στους 15°C,
- το ειδικό βάρος του γίδινου είναι ίσο με 1,032 g/L στους 15°C,
- το ειδικό βάρος του πρόβειου είναι ίσο με 1,035 g/L στους 15°C.

Ο προσδιορισμός του ειδικού βάρους σε συνδυασμό με τον προσδιορισμό της λιποπεριεκτικότητας μπορεί να εντοπίσει τυχόν νοθεία στο γάλα. Η πυκνότητα ορίζεται ως ο λόγος της μάζας μιας συγκεκριμένης ποσότητας μιας ουσίας ως προς

τον όγκο της. Εξαρτάται από τη θερμοκρασία και όπως προαναφέρθηκε, η τιμή της προσδιορίζεται με μέτρηση του ειδικού βάρους. Η πυκνότητα του αγελαδινού γάλακτος κυμαίνεται από 1,023 έως 1,040 kg/m³ , του γίδινου από 1,029 έως 1,039 kg/m³ και του πρόβειου από 1,035 έως 1,038 kg/m³ (Κεχαγιάς, Τσάκαλη, 2017)

1.4.9 Πρόσθετα

Ός πρόσθετα χαρακτηρίζονται οι ουσίες που προστίθενται στα τρόφιμα με στόχο τη διατήρηση και τη βελτίωση των οργανοληπτικών και των ποιοτικών χαρακτηριστικών. Τα συντηρητικά, τα αντιοξειδωτικά, οι γαλακτωματοποιητές και τα ενισχυτικά γεύσεως είναι λίγες από τις κατηγορίες προσθέτων που υφίστανται. Στην περίπτωση των γαλακτοκομικών, οι καζεΐνες και τα καζεϊνικά άλατα δεν θεωρούνται πρόσθετα. Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, άρθρο 33, παράρτημα ΙΙ, επιτρέπεται στο μερικώς αφυδατωμένο και στο αφυδατωμένο γάλα, η προσθήκη των παρακάτω ουσιών, σύμφωνα με την αρχή «quantum satis» δηλαδή, χωρίς ανώτατο όριο:

- E300 Ασκορβικό οξύ
- E301 Ασκορβικό νάτριο
- E304 Εστέρες λιπαρών οξέων με ασκορβικό οξύ
- E322 Λεκιθίνες
- E331 Κιτρικά άλατα νατρίου
- E332 Κιτρικά άλατα καλίου
- E407 Καραγενάνη
- E500 ii) Όξινο ανθρακικό νάτριο
- E501 ii) Όξινο ανθρακικό κάλιο
- E509 Χλωριούχο ασβέστιο

1.4.10 Βιταμίνες και ιχνοστοιχεία

Το γάλα είναι πλούσιο σε βιταμίνες, γεγονός που το καθιστά ικανό να καλύψει σε μεγάλο βαθμό ένα μέρος από τις ημερήσιες ανάγκες του ανθρώπου σε αυτές. Ιδιαίτερα το γίδινο γάλα περιέχει μεγάλες ποσότητες των περισσότερων

βιταμινών σε σχέση με το αγελαδινό, εκτός από την B8, B9 και B12 (Θεοδώρου, 2015).

1.4.11 Νοθεία του γάλακτος

Η νοθεία του γάλακτος μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διάφορες φάσεις της παραγωγής του από τον κτηνοτρόφο έως τον τελικό καταναλωτή και συναντάται με διάφορες μορφές, οι οποίες αποσκοπούν στο κέρδος και ενδέχεται να αποτελούν κίνδυνο για την υγεία του καταναλωτή. Οι πιο συνηθισμένες μορφές νοθείας είναι η προσθήκη νερού και η αφαίρεση λίπους, ή ο συνδυασμός των δύο αυτών ενεργειών. Ακόμη, παρατηρείται ανάμιξη διαφορετικών ειδών γάλακτος, καθώς και προθήκη συντηρητικών ουσιών. Η μορφή της νοθείας που έχει πραγματοποιηθεί μπορεί να εντοπιστεί εργαστηριακά μέσω του προσδιορισμού ορισμένων παραμέτρων του γάλακτος (Ζαρμπούτης, 1994).

1.5 Θρεπτική αξία γάλακτος

Η κατανάλωση γάλακτος έχει σημαντικό ρόλο στην υγεία των ανθρώπων ανεξαρτήτου ηλικίας. Τα κυριότερα θρεπτικά συστατικά του γάλακτος (ασβέστιο, κάλιο, πρωτεΐνες, βιταμίνη D) συμβάλουν στην κατασκευή και διατήρηση ενός δυνατού σκελετού ενώ παράλληλα μειώνεται ο κίνδυνος οστεοπόρωσης. Ειδικότερα κατά την παιδική και εφηβική ηλικία η κατανάλωση γάλακτος είναι σπουδαιότερη διότι σε εκείνη τη χρονική περίοδο δημιουργείται η οστική μάζα του σώματος. Το ασβέστιο παίζει το σημαντικότερο ρόλο στη δημιουργία γερών και υγιών οστών και για αυτό είναι απολύτως απαραίτητο ιδιαίτερα στον παιδικό οργανισμό που αναπτύσσεται διαρκώς και συμβάλλει στην ανάπτυξη γερών δοντιών. Για να αφομοιωθεί το ασβέστιο από τον ανθρώπινο οργανισμό πρέπει πρώτα να απορροφηθεί από το έντερο, να περάσει στην κυκλοφορία του αίματος και μετά να φτάσει στα οστά, τα δόντια (Zέλλου,2016).

Στο γάλα υπάρχουν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα, και η βιολογική του αξία είναι πολύ μεγάλη, αφού έρχεται δεύτερη μετά τα αυγά. Η περιεκτικότητα του γάλακτος της αγελάδας σε χοληστερόλη είναι όμοια με του μητρικού γάλακτος και ανέρχεται μόλις στο 1mg, στα 100 ml (Bijl et al, 2013).

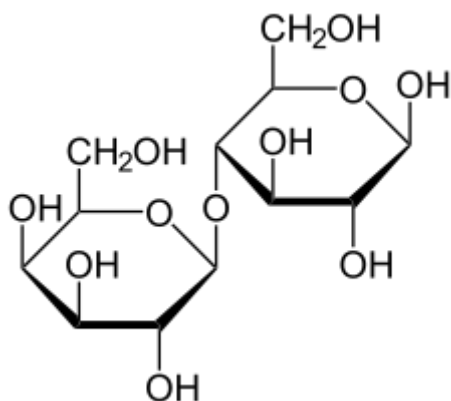
Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε σίδηρο είναι μικρή, και οι ανάγκες των ατόμων καλύπτονται από άλλες τροφές, ενώ στα βρέφη οι ανάγκες αυτές καλύπτονται από το απόθεμα του σιδήρου που υπάρχει στο συκώτι τους. Οι ημερήσιες ανάγκες

ενός ατόμου σε αμινοξέα εκτός εκείνων της μεθειονίνης, καλύπτονται με 500ml γάλακτος (2 ποτήρια). Το γάλα είναι το μοναδικό τρόφιμο στη φύση που περιέχει την υψηλής σημασίας πρωτεΐνη γνωστή ως καζεΐνη. Τα πεπτίδια που έρχονται από την καζεΐνη ενισχύουν τη φυσική άμυνα του οργανισμού, ρυθμίζουν τη σωστή πίεση του αίματος, βοηθούν στην αντιμετώπιση του στρες και έχουν καταπραϋντικές ιδιότητες (Nongonierma, FitzGerald, 2015).

Κεφάλαιο Δεύτερο: Λακτόζη

2.1 Ορισμός

Η λακτόζη είναι υδατάνθρακας και συγκεκριμένα, δισακχαρίτης που υπάρχει αποκλειστικά στο γάλα προσδίδοντας του μια ελαφριά γλυκιά γεύση. Αποτελείται από ένα μόριο γλυκόζης και ένα μόριο γαλακτόζης στα οποία μπορεί να διασπαστεί με το ένζυμο λακτάση. Ανάλογα το ζώο από το οποίο προέρχεται το γάλα, η περιεκτικότητα της λακτόζης διαφέρει με μέση τιμή 4,6% για το πρόβειο και κατσικίσιο γάλα και 4,7% για το βόειο γάλα (Ανυφαντάκης, 2004).



Εικόνα 1: Μόριο λακτόζης <https://athenslab.g>

Αποτελεί την κύρια πηγή άνθρακα για τους περισσότερους μικροοργανισμούς που αναπτύσσονται στο γάλα και επηρεάζει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των γαλακτοκομικών προϊόντων που προήλθαν από θερμικά επεξεργασμένο γάλα (Μάντης, 2000).

Η γαλακτόζη παίζει σπουδαίο ρόλο (σε συνδυασμό με την βιταμίνη D) στην απορρόφηση του ασβεστίου από το έντερο. Επιπρόσθετα αποτελεί σημαντικό δομικό

στοιχείο του εγκεφάλου, βοηθά στο μεταβολισμό του μαγνησίου και τέλος η παραγωγή γαλακτικού οξέος, κατά την διάσπαση της λακτόζης από οξυγαλακτικά βακτήρια, συντελεί στην καλή λειτουργία του εντέρου, δημιουργώντας δυσμενές περιβάλλον για την ανάπτυξη παθογόνων βακτηρίων. Εκτός των άλλων σημειώνεται ότι το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα αποτελούν την πλουσιότερη πηγή ασβεστίου και φωσφόρου για τον άνθρωπο (Bijl et al, 2013).

2.2 Δυσανεξία στη λακτόζη

Ο ανθρώπινος οργανισμός δεν έχει τη δυνατότητα να αξιοποιήσει την λακτόζη κατευθείαν. Έτσι, το έντερο διοχετεύει το ένζυμο της λακτάσης, το οποίο στη συνέχεια διαχωρίζει το μόριο της λακτόζης στα σάκχαρα της, γαλακτόζη και γλυκόζη, τα οποία έχουν την ικανότητα να απορροφηθούν από τον ίδιο τον οργανισμό. Η έλλειψη του ανωτέρω ενζύμου προκαλεί τη λεγόμενη δυσανεξία στη λακτόζη, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να απορροφηθούν από την εντερική οδό η γλυκόζη και η γαλακτόζη (Μάντης, 2000).

Μετά τη βρεφική ηλικία η δράση της λακτάσης μειώνεται κατά 10%. Το 70% των ανηλίκων του παγκόσμιου πληθυσμού έχει έλλειψη λακτάσης, γεγονός που δείχνει ότι υπάρχει μείωση του ενζύμου μετά την παιδική ηλικία. Αν και έχει συζητηθεί ότι η παραμονή φυσιολογικών επιπέδων λακτάσης έχει να κάνει με τη συνεχιζόμενη κατανάλωση γάλακτος μετά τη βρεφική ηλικία, δεν υπάρχουν αποδείξεις που να το υποστηρίζουν (Δημοσθενόπουλος, 2007).

Το πρόβλημα της δυσανεξίας στη λακτόζη είναι γνωστό στην επιστημονική κοινότητα ως υπολακτασία. Η δυσανεξία στη λακτόζη είναι μια πολύ σημαντική ασθένεια, που απαντάται κυρίως στις μεσογειακές χώρες, η οποία επηρεάζει την απορρόφηση του ασβεστίου από το μητρικό και το αγελαδινό γάλα, επηρεάζοντας αρνητικά την υγεία του ατόμου. Η δυσανεξία στη λακτόζη είναι ουσιαστικά μια σοβαρή αδυναμία - η αδυναμία του οργανισμού ενός ατόμου να διασπάσει τη λακτόζη, τον κύριο υδατάνθρακα που βρίσκεται στο γάλα. (Παπανικολάου, 2002).

Οι ενήλικες μπορεί να αντιληφθούν την ευαισθησία στη λακτόζη (δυσανεξία στη λακτόζη) όταν παρουσιάζουν επεισόδια εμέτου, διάρροιας, ναυτίας, φουσκώματος και μετεωρισμού μετά την κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων (γάλα, γιαούρτι κ.λπ.). Το πρόβλημα αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι τα συστατικά της λακτόζης δεν χωνεύονται επαρκώς στο λεπτό έντερο. (Βάσσος, 2004).

Αυτό το είδος δυσανεξίας είναι ιδιαίτερα συχνό στη σύγχρονη εποχή. Προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι το 70% του παγκόσμιου πληθυσμού πάσχει από κάποια μορφή δυσανεξίας στη λακτόζη, η οποία σχετίζεται άμεσα με την κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων. Με άλλα λόγια, όσο περισσότερα γαλακτοκομικά προϊόντα καταναλώνουν οι άνθρωποι, τόσο πιο πιθανό είναι να έχουν δυσανεξία στη λακτόζη. Μελέτες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση μόλις 200-250 γραμμαρίων γάλακτος μπορεί να προκαλέσει δυσανεξία στη λακτόζη, με μια σειρά από συμπτώματα (Γαίτης, 2010).

Το πρόβλημα της δυσανεξίας στη λακτόζη παρατηρείται με συχνότητα που φτάνει το 90% στην Άπω Ανατολή και ιδιαίτερα το 80% στους Αφροαμερικανούς. Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, από την άλλη πλευρά, ο επιπολασμός του προβλήματος ποικίλλει και δεν είναι δυνατόν να εξαχθούν πλήρη συμπεράσματα ως προς το αν το ποσοστό αυτό είναι χαμηλό ή υψηλό. Ωστόσο, ως πολύ γενικός κανόνας, η συχνότητα εμφάνισης της δυσανεξίας στη λακτόζη πρέπει να είναι μικρότερη από 8% στις βόρειες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και μεγαλύτερη από 15% στη νότια Ευρώπη. Στην Ελλάδα, η επίπτωση του προβλήματος αυτού είναι ανάλογη με την αύξηση της ηλικίας και κυμαίνεται μεταξύ 8% και 75%. Η υψηλότερη παραγωγή λακτάσης εμφανίζεται κατά την παιδική ηλικία, από τον ένα μήνα έως τα δύο έτη, μετά την οποία το επίπεδο της λακτάσης μειώνεται ραγδαία (Κυρανάς, 2016).

Στα βρέφη και τα μικρά παιδιά, εμφανίζονται ειδικά συμπτώματα μετά την κατάποση τροφίμων πλούσιων σε γλουτένη, όπως, τα μπισκότα και η κρέμα γάλακτος. Τα πρώτα σημάδια για την αναζήτηση ιατρικής φροντίδας είναι πεπτικά προβλήματα όπως διάρροια, συχνές και ιδιαίτερα δύσσομες κενώσεις, κοιλιακή διάταση και φούσκωμα, μειωμένη σωματική ανάπτυξη και χαμηλό σωματικό βάρος. Στα μεγαλύτερα παιδιά, από την άλλη πλευρά, εκτός από τα παραπάνω συμπτώματα εμφανίζονται ναυτία, έμετος, ανορεξία, αναιμία, δερματίτιδα και πληγές στο στόμα. (Πολυχρονιάδου – Αληχανίδου, 1994).

2.3 Προβλήματα ατόμων με δυσανεξία στην λακτόζη

Η διάγνωση της δυσανεξίας στη λακτόζη δεν είναι εύκολη διαδικασία, καθώς δεν παρουσιάζουν όλοι οι άνθρωποι τα ίδια συμπτώματα. Συγκεκριμένα, μπορεί να εντοπιστεί ένα ευρύ φάσμα συμπτωμάτων. Η έναρξη της δυσανεξίας στη λακτόζη

μπορεί να εμφανιστεί αμέσως μετά την κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων ή εντός 30 λεπτών μετά την κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων ή εντός 2-6 ωρών μετά την κατανάλωση προϊόντων πλούσιων σε λακτόζη. (Κυρανάς, 2016).

Εάν τα αντίστοιχα συμπτώματα εμφανιστούν αμέσως μετά την κατάποση λακτόζης, η διάγνωση είναι μια αρκετά απλή διαδικασία. Εντός των πρώτων 30 λεπτών μετά την κατάποση λακτόζης, εμφανίζονται ναυτία και έντονο φούσκωμα στο στομάχι- σε πολύ σπάνιες περιπτώσεις, οξύς πόνος στην κοιλιά, κοιλιακή διάταση, γουργουρητό των εντέρων, απελευθέρωση αερίων στο γαστρεντερικό σύστημα και διάρροια εμφανίζονται δύο έως έξι ώρες αργότερα. (Κυρανάς, 2010).

Στους εφήβους, ο εμετός είναι πιθανό να προστεθεί στα παραπάνω συμπτώματα. Σε αυτό το σημείο, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι οι αισθήσεις που βιώνουν τα άτομα που πάσχουν από δυσανεξία στη λακτόζη, ο βαθμός τους, η αντοχή και τα συμπτώματα που εμφανίζονται διαφέρουν από άτομο σε άτομο και σαφώς εξαρτώνται από το είδος της θεραπείας που χορηγείται στον πάσχοντα και από το πόσο γρήγορα αντιλαμβάνεται αυτή την ευαισθησία. (Κυρανάς, 2016).

Σε γενικές γραμμές, η θεραπεία της δυσανεξίας στη λακτόζη απαιτεί μια σειρά από αλλαγές στις καθημερινές διατροφικές συνήθειες των ατόμων που πάσχουν. Ειδικότερα, η θεραπεία της πρωτοπαθούς δυσανεξίας στη λακτόζη περιλαμβάνει τον περιορισμό της ποσότητας λακτόζης στη διατροφή, την αντικατάστασή της με άλλα αντίστοιχα θρεπτικά συστατικά, τη χορήγηση της απαιτούμενης ποσότητας ασβεστίου και τη λήψη υποκατάστατων του ενζύμου λακτάση που υπάρχει στα άτομα αυτά. (Κυρανάς, 2016).

Τόσο τα βρέφη όσο και τα παιδιά πάσχουν από αυτόν τον τύπο υπερευαισθησίας. Η διακοπή της πρόσληψης λακτόζης είναι μια πολύ σημαντική θεραπεία. Αυτό συμβαίνει επειδή η λακτόζη αποτελεί το 40% έως 50% της ημερήσιας πρόσληψης ενός βρέφους. Τα άτομα που παρουσιάζουν ανεπάρκεια στο ένζυμο λακτάση μπορούν να ξεκινήσουν μια δίαιτα που περιλαμβάνει προϊόντα χωρίς λακτόζη. Αυτό γίνεται για να μειωθεί η ένταση των συμπτωμάτων σε φυσιολογικά επίπεδα και εν συνεχεία να προχωρήσουν σε εισαγωγή εκ νέου της λακτόζης εντός της διατροφής τους έως να πραγματοποιηθεί ο εντοπισμός της κατάλληλης ποσότητας η οποία δεν θα τους προκαλεί τα προβλήματα αυτά (Κυρανάς, 2016).

2.4 Διάγνωση δυσανεξίας στη λακτόζη

Από το στάδιο της διάγνωσης της ασθένειας και μετά, πραγματοποιείται η εκκίνηση της βασικής αντιμετώπισης της με σκοπό ο ασθενής να ανακουφιστεί από τα συμπτώματα που του προκαλούν ενοχλητικά αισθήματα αλλά και να ανακαλύψει την πηγή προέλευσης αυτών των δυσμενών συνεπειών στην υγεία του και στην καθημερινότητά του.

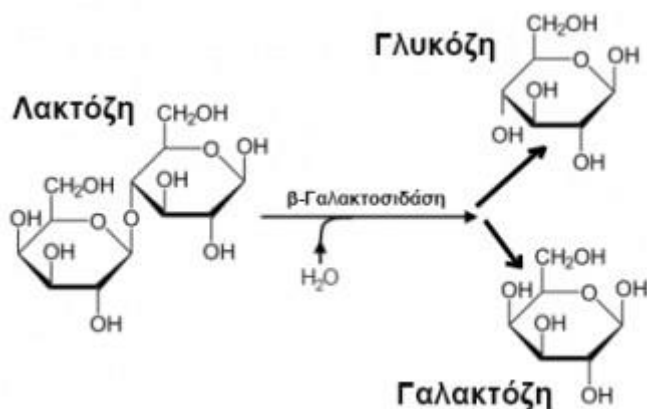
Έτσι, λοιπόν, οι πιο γνωστές εξετάσεις μέσω των οποίων διαγιγνώσκεται η δυσανεξία στην λακτόζη μέσα από την μέτρηση της απορρόφησης της λακτόζης εντός του οργανισμού είναι οι εξής (De Vrese et al., 2015):

- Το τεστ αναπνοής του υδρογόνου.
- Το τεστ δυσανεξίας στην λακτόζη.
- Το τεστ οξύτητας των κοπράνων.

Κεφάλαιο 3: Γάλα χωρίς λακτόζη

3.1 Παρασκευή γάλακτος χωρίς λακτόζη

Δεν υπάρχει παγκόσμια συναίνεση σχετικά με τις κανονιστικές απαιτήσεις για την επισήμανση χωρίς λακτόζη. Στο παρελθόν, οι περισσότεροι γαλακτοπαραγωγοί θεωρούσαν επαρκή τη μείωση της λακτόζης σε 0,5% ή 0,1%, αλλά τώρα ορισμένες χώρες μπορούν να χαρακτηρίσουν το γάλα ως γάλα χωρίς λακτόζη εάν η λακτόζη είναι μειωμένη σε λιγότερο από 0,01%. Η περιεκτικότητα σε λακτόζη μισού λίτρου γάλακτος χωρίς λακτόζη είναι επομένως μικρότερη από 50 mg, πολύ μικρότερη από τη διατροφικά απαιτούμενη. Η παραγωγή τόσο χαμηλών επιπέδων λακτόζης απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή όχι μόνο στην επεξεργασία του νωπού γάλακτος, τη δοσολογία και την αποτελεσματικότητα των ενζύμων που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία αυτή, αλλά και σε ευαίσθητες αναλυτικές μεθόδους για τη μέτρηση τόσο χαμηλών επιπέδων λακτόζης.



Εικόνα 2: Το ένζυμο της β-γαλακτοσιδάσης υδρολύει την λακτόζη, σε γαλακτόζη και γλυκόζη. <https://www.dairy-services.com>

Σήμερα, δύο διαδικασίες (παρτίδας και ασηπτική) χρησιμοποιούνται για την παραγωγή γάλακτος χωρίς λακτόζη, και οι δύο χρησιμοποιούν το διαλυτό ένζυμο λακτάση. Οι διεργασίες που βασίζονται σε ακινητοποιημένα ένζυμα έχουν προταθεί από καιρό στην επιστημονική βιβλιογραφία και έχουν επίσης δοκιμαστεί σε πιλοτική κλίμακα. Ωστόσο, η ακινητοποιημένη λακτάση δεν έχει χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανική πρακτική για την παραγωγή γάλακτος χωρίς λακτόζη λόγω προβλημάτων με τη μικροβιακή σταθερότητα του τελικού προϊόντος. Ως αποτέλεσμα, η επαναχρησιμοποίηση των ακινητοποιημένων ενζύμων σε βιομηχανικό περιβάλλον είναι περιορισμένη, καθιστώντας τη διαδικασία λιγότερο αποτελεσματική και πιο επιρρεπή σε ποιοτικά ελαττώματα από την υδρόλυση με χρήση διαλυτών ενζύμων.

3.1.1 Διαδικασία παρτίδας

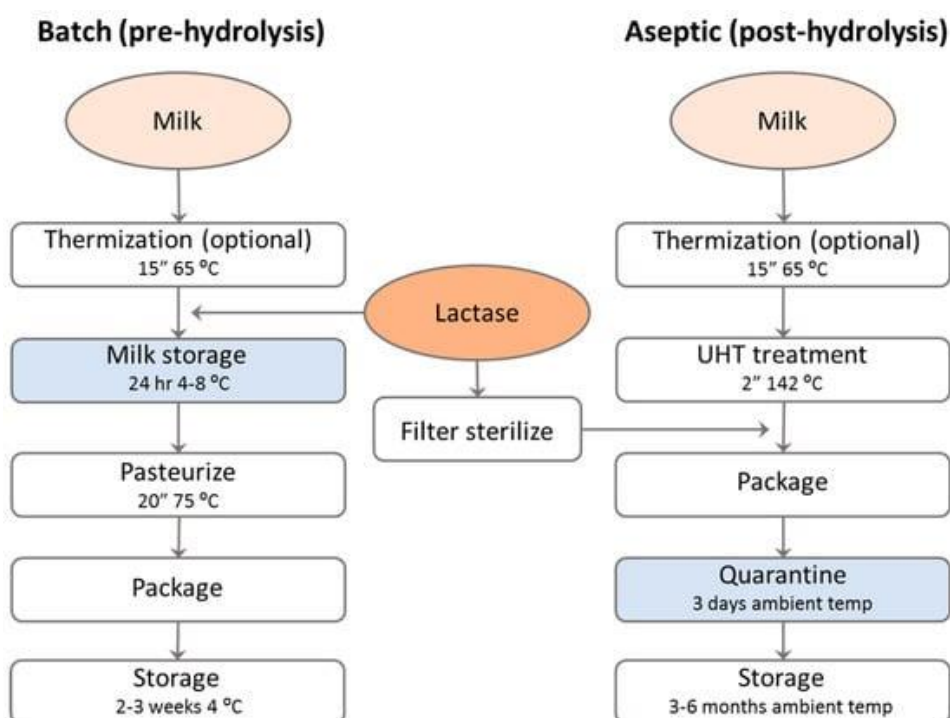
Στη διαδικασία παρτίδας, ένα δείγμα ουδέτερης λακτάσης προστίθεται σε μία δεξαμενή νωπού ή θερμαινόμενου γάλακτος και επωάζεται για περίπου 24 ώρες, συνήθως με αργή ανάδευση, ώστε να αποφευχθεί ο σχηματισμός κρέμας. Καθώς το γάλα σε αυτό το στάδιο δεν είναι ακόμη αποστειρωμένο, η διαδικασία αυτή πρέπει να διεξάγεται σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας (συνήθως 4-8°C) για να αποφευχθεί η ανάπτυξη μικροβίων. Μετά την επώαση αυτή, το γάλα παστεριώνεται, ομογενοποιείται και συσκευάζεται. Ορισμένοι παραγωγοί γάλακτος UHT χρησιμοποιούν τη διαδικασία παρτίδας, αν και τα τελευταία χρόνια η ασηπτική διαδικασία έχει γίνει πολύ πιο διαδεδομένη σε αυτό το τμήμα της αγοράς. Το ένζυμο

αδρανοποιείται κατά την παστερίωση και την αποστείρωση του νοπού γάλακτος, οπότε το νοπό γάλα που παράγεται με τη διαδικασία παρτίδας δεν αφήνει καμία ενζυμική δραστηριότητα στο τελικό προϊόν (Dekker et al., 2019).

3.1.2 Ασηπτική Διαδικασία

Κατά την ασηπτική διαδικασία, το γάλα αποστειρώνεται πρώτα με τη διαδικασία UHT και στη συνέχεια εγχέεται στο γάλα αποστειρωμένο παρασκεύασμα λακτάσης λίγο πριν από τη συσκευασία. Η μετατροπή της λακτόζης στο γάλα λαμβάνει χώρα στη συσκευασία του γάλακτος, καθώς το γάλα UHT συχνά βρίσκεται σε καραντίνα σε θερμοκρασία δωματίου για περίπου τρεις ημέρες, επιτρέποντας επαρκή χρόνο για την πλήρη υδρόλυση του γάλακτος πριν από την αποστολή του στα σημεία λιανικής πώλησης (Dekker et al., 2019).

Δεδομένου ότι το παστεριωμένο γάλα δεν έχει περίοδο καραντίνας, η ασηπτική διαδικασία δεν χρησιμοποιείται για αυτόν τον τύπο γάλακτος χωρίς λακτόζη. Στην πραγματικότητα, υπάρχουν δύο διαφορετικές διαδικασίες για τη λήψη στείρας λακτάσης. Στην πρώτη διαδικασία, το ένζυμο λακτάση προαποστειρώνεται από τον κατασκευαστή του ενζύμου και για την αποστειρωμένη έγχυση απαιτείται ειδική αποστειρωμένη συσκευή έγχυσης. Στη δεύτερη διαδικασία, τα μη αποστειρωμένα ένζυμα αποστειρώνονται με φιλτράρισμα λίγο πριν προστεθούν στο αποστειρωμένο γάλα στο τυροκομείο (Dekker et al., 2019).



Εικόνα 3: Σχηματική αναπαράσταση της διεργασίας παρτίδας (αριστερά) και της ασηπτικής διεργασίας (δεξιά) που χρησιμοποιείται για την παραγωγή γάλακτος χωρίς λακτόζη. Οι συνθήκες διεργασίας μπορεί να διαφέρουν από εργοστάσιο σε εργοστάσιο, και συνήθως περιλαμβάνονται πρόσθετα στάδια διεργασίας (όπως η ομογενοποίηση και η τυποποίηση) πριν από τη θερμική επεξεργασία. Η διεργασία παρτίδας μπορεί να περιλαμβάνει επεξεργασία UHT. Το στάδιο της διεργασίας όπου λαμβάνει χώρα η υδρόλυση της λακτόζης υποδεικνύεται με μπλε χρώμα.
<https://www.mdpi.com>

Κεφάλαιο Τέταρτο: Πειραματικό μέρος

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί παρατίθενται όλα τα στάδια κι οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά την περάτωση της πειραματικής διαδικασίας.

4.1 Στάδια πειραματικής διαδικασίας

4.1.1 Δειγματοληψία

Για την πραγματοποίηση της πειραματικής διαδικασίας αγοράστηκαν από τα καταστήματα της Φλώρινας, 9 δείγματα γάλακτος χωρίς λακτόζη.

Για κάθε ανάλυση που έγινε, τα δείγματα ακολούθησαν συγκεκριμένη αρίθμηση.

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά δειγμάτων.

Αριθμός δείγματος	Χώρα παραγωγής	Τιμή/L
1	Αυστρία	1,75€
2	Τσεχία	1,69€
3	Ελλάδα	2,60€
4	Ελλάδα	2,60€
5	Ε.Ε.	1,72€
6	Ελλάδα	2,80€
7	Αυστρία	2,95€
8	Ελλάδα	2,14€
9	Αυστρία	1,58€

4.1.2 Αναλύσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών

Οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούσαν τον προσδιορισμό της χημικής σύνθεσης και των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων. Συνεπώς οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν είναι οι εξής:

Χημική σύνθεση- Πρότυπες μέθοδοι

1. Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε Ξηρή Ουσία
2. Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε Τέφρα
3. Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε Πρωτεΐνες
4. Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε Λίπος
5. Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε Υδατάνθρακες

Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά

6. Προσδιορισμός Ογκομετρούμενης Οξύτητας
7. Προσδιορισμός pH
8. Προσδιορισμός Ειδικού Βάρους
9. Προσδιορισμός Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας
10. Προσδιορισμός των βαθμών Brix
11. Προσδιορισμός του Δείκτη Διάθλασης
12. Προσδιορισμός Σημείου Πήξεως

Ενόργανη ανάλυση (Lactostar)

13. Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε Ξηρή Ουσία
14. Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε Πρωτεΐνες
15. Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε Λίπος
16. Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε Υδατάνθρακες

Λοιπές αναλύσεις

17. Έλεγχος παρουσίας Υπεροξειδάσης

4.2 Υλικά και Μέθοδοι

4.2.1 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε ξηρή Ουσία

Υλικά:

- Κάψες
- Κλίβανος ξήρανσης
- Ξηραντήρας
- Τριχοειδείς σωλήνες
- Ζυγός
- Άμμος θαλάσσης
- Λαβίδα

Μεθοδολογία:

- Προξηραίνουμε τις κάψες σε κλίβανο ξήρανσης για 30 λεπτά στους 102°C
- Στη συνέχεια τις τοποθετούμε στον ξηραντήρα μέχρι να κρυώσουν
- Τοποθετούμε σε κάθε κάψα ένα τριχοειδή σωλήνα και ζυγίζουμε 10-11g άμμο θαλάσσης
- Προξηραίνουμε τις κάψες (με άμμο και τριχοειδή σωλήνα) στους 102°C για μία ώρα
- Τις τοποθετούμε στον ξηραντήρα μέχρι να κρυώσουν
- Με τη βοήθεια λαβίδας μεταφέρουμε την κάψα στο ζυγό και τη ζυγίζουμε [ΒΑΡΟΣ Α]
- Ζυγίζουμε περίπου 3g (με ακρίβεια τριών δεκαδικών) από το υπό εξέταση δείγμα [ΒΑΡΟΣ Β]
- Ομογενοποιούμε το δείγμα και την άμμο με τη βοήθεια του τριχοειδή σωλήνα
- Τοποθετούμε ξανά τις κάψες στον κλίβανο ξήρανσης για 3,5 ώρες στους 102 °C
- Μετά το τέλος της ξήρανσης τοποθετούμε τις κάψες στον ξηραντήρα μέχρι να κρυώσουν
- Ζυγίζουμε τις κάψες μόλις κρυώσουν [ΒΑΡΟΣ Γ]

Υπολογισμός:

Βάρος δείγματος = B

Βάρος στερεού υπολείμματος = Γ-A

Στερεό Υπόλειμμα % = (Στερεό Υπόλειμμα/ Βάρος δείγματος)*100



Εικόνα 5: Κλίβανος ξήρανσης, Πηγή: <https://www.achema.gr>

Παράλληλα για τη μέτρηση του στερεού υπολείμματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και μία έμμεση μέθοδος προσδιορισμού υπολογιστικά. Σύμφωνα με τον τύπο Fleischman, το στερεό υπόλειμμα του γάλακτος είναι δυνατό να υπολογιστεί από το λίπος και το ειδικό του βάρος, ως εξής:

$$\% \text{ στερεό υπόλειμμα} = 1,2 \times \Lambda \frac{2,665(EB-1) \times 100}{EB}$$

Όπου, Λ = % λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος και

EB= ειδικό βάρος στους 15°C

4.2.2 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε τέφρα

Υλικά:

- Κάψες πορσελάνης – χωνευτήρια πορσελάνης
- Αναλυτική ζυγαριά με ακρίβεια 0,1 mg
- Ξηραντήρας
- Κλίβανος αποτέφρωσης, θερμοκρασίας 550°C

- Κλίβανος ξήρανσης, θερμοκρασίας 102°C
- Λαβίδα

Αντιδραστήρια:

I. Οξικό οξύ 10%

Μεθοδολογία:

- Τοποθετούμε το χωνευτήρι στον κλίβανο ξήρανσης, στους 102°C για 30 λεπτά
- Στη συνέχεια το τοποθετούμε στον ξηραντήρα και αφού κρυώσει το ζυγίζουμε στον αναλυτικό ζυγό [ΒΑΡΟΣ Α]
- Ζυγίζουμε 5g δείγματος με ακρίβεια 1mg[ΒΑΡΟΣ Β]
- Προσθέτουμε 10 σταγόνες οξικού οξέος και τοποθετούμε για ξήρανση στον κλίβανο ξήρανσης στους 102 °C
- Τοποθετούμε το χωνευτήριο στον κλίβανο αποτέφρωσης στους 550 °C έως ότου η τέφρα αποκτήσει γκριζόλευκο χρώμα
- Τέλος μεταφέρουμε το χωνευτήριο στον ξηραντήρα και αφού κρυώσει ζυγίζουμε[ΒΑΡΟΣ Γ]

Υπολογισμός:

Βάρος Τέφρας = Γ-Α

%Τέφρα = βάρος τέφρας/ βάρος δείγματος *100



Εικόνα 6: Χωνευτήρια πορσελάνης, Πηγή: <https://www.digas.gr>

4.2.3 Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες (μέθοδος φορμαλδεΐδης)

Υλικά:

- Κωνικές φιάλες
- Σιφόνια πλήρωσεως
- Σιφόνια μετρήσεως

Αντιδραστήρια:

- I. Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου NaOH 0,1N
- II. Διάλυμα φορμαλδεΐδης 40%, εξουδετερωμένη με NaOH 0,1N (παρουσία δείκτη φαινολοφθαλεΐνης)
- III. Κορεσμένο διάλυμα οξαλικού καλίου
- IV. Δείκτης φαινολοφθαλεΐνης
- V. Διάλυμα φουξίνης 0,005%

Δημιουργία δείγματος αναφοράς:

Για τη δημιουργία του πρότυπου δείγματος αναφοράς τοποθετούμε σε κωνική φιάλη των 100ml, 25ml γάλακτος, 2ml διαλύματος φουξίνης και 2ml οξαλικού καλίου.

Το ροζ χρώμα του μείγματος αποτελεί πρότυπο αναφοράς για τη σύγκριση των αποχρώσεων των μειγμάτων.

Μεθοδολογία:

- Σε κωνική φιάλη των 100ml τοποθετούνται 25ml γάλακτος, 0,5ml διαλύματος οξαλικού καλίου και 5 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης.
- Ογκομετρούμε με NaOH 0,1 N έως ότου αποκτήσει το ίδιο χρώμα με το πρότυπο.
- Στο ουδέτερο διάλυμα γάλακτος προσθέτουμε 5ml φορμαλδεΐδη με αποτέλεσμα να εξαφανίζεται το ροζ χρώμα λόγω της απελευθέρωσης των καρβοξυλικών ομάδων των αμινοξέων .

- Τέλος ογκομετρούμε με NaOH 0,1N μέχρι το διάλυμα να αποκτήσει ίδιο χρώμα με το πρότυπο.

Υπολογισμός:

Τα ml που καταναλώθηκαν στη δεύτερη ογκομέτρηση πολλαπλασιάζονται με το 2. Πολλαπλασιάζεται το αποτέλεσμα με το συντελεστή 0,347 και έτσι δίνεται η περιεκτικότητα του δείγματος σε πρωτεΐνες. Πολλαπλασιάζοντας με το συντελεστή 0,278 δίνεται η περιεκτικότητα σε καζεΐνη.

4.2.4 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε λίπος (Μέθοδος Gerber)

Υλικά:

- Βουτυρόμετρο
- Πώμα ασφαλείας
- Φυγόκεντρος
- Σιφόνιο μετρήσεως

Αντιδραστήρια:

- I. Πυκνό θειικό οξύ
- II. Ισοαμυλική αλκοόλη

Μεθοδολογία:

Σε βουτυρόμετρο (κλίμακας 0-5%) τοποθετούμε με την παρακάτω σειρά:

- 10 ml πυκνού θειικού οξέος 90-91%
- 11 ml γάλακτος (το γάλα πρέπει να εισάγεται σιγά και το σιφόνιο να εφάπτεται στα τοιχώματα του βουτυρομέτρου, πάνω από το θειικό οξύ)
- 1 ml ισοαμυλικής αλκοόλης

Το βουτυρόμετρο στη συνέχεια κλείνεται με ειδικά πώματα ασφαλείας και αναμιγνύεται το περιεχόμενο του μέχρι να διαλυθούν τελείως οι πρωτεΐνες του γάλακτος. Τοποθετείται το βουτυρόμετρο στη φυγόκεντρο (με την κλίμακα προς τα πάνω) στις 1100-1200 στροφές/min για 8 λεπτά. Τέλος η ανάγνωση του βουτυρομέτρου γίνεται εν θερμό.



Εικόνα 4: Βουτυρόμετρο γάλακτος, Πηγή: <https://ioniadiagnostiki.gr>

4.2.5 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες (αφαιρετική μέθοδος)

Το αποτέλεσμα της περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες δίνεται από τον εξής τύπο:

$$\text{Υδατάνθρακες \%} = \text{Στερεό Υπόλειμμα} - \text{Λίπος} - \text{Πρωτεΐνη} - \text{Τέφρα}$$

4.2.6 Προσδιορισμός Ογκομετρούμενης Οξύτητας

Υλικά:

- Κωνική φιάλη.
- Σιφόνι μετρήσεως
- Πουάρ τριών βαλβίδων

Αντιδραστήρια:

- I. Δείκτη φαινολοφθαλεΐνης.

II. Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου NaOHN/9

Μεθοδολογία:

- Σε κωνική φιάλη των 100 ml τοποθετούμε 10 ml γάλακτος και προσθέτουμε 3-4 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης.
- Ογκομετρούμε με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου NaOHN/9 έως ότου το λευκό χρώμα του γάλακτος να μετατραπεί σε ρόδινο.

Υπολογισμοί :

Η οξύτητα σε βαθμό Dornic υπολογίζεται από τον τύπο :

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

(α) = ml NaOHN/9

(β) = ml δείγματος

Όρια: 14,0 – 16,0 °D

4.2.7 Προσδιορισμός του pH (Ενεργός οξύτητα)

Υλικά:

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

Αντιδραστήρια:

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

Μεθοδολογία :

Το pH προσδιορίζεται με την βοήθεια πεχάμετρου. Απαραίτητα αντιδραστήρια για τον έλεγχο και την ρύθμιση του πεχάμετρου είναι τα ρυθμιστικά διαλύματα με pH 4 και pH 7. Το ηλεκτρόδιο της συσκευής εμβαπτίζεται στο δείγμα του γάλακτος ανακινείτε και έπειτα εμφανίζει την τιμή του pH.



Εικόνα 7: Μετρητής pH, Πηγή: <https://www.digas.gr>

4.2.8 Προσδιορισμός του ειδικού βάρους

Υλικά:

- Ογκομετρικός κύλινδρος
- Γαλακτόμετρο

Μεθοδολογία:

- Τοποθετούμε προσεκτικά το δείγμα γάλακτος στον ογκομετρικό κύλινδρο ώστε να αποφευχθεί αφρισμός.
- Αφού βεβαιωθούμε ότι το γαλακτόμετρο είναι καθαρό και στεγνό το βυθίζουμε με προσοχή στο δείγμα και το αφήνουμε να επιπλέει ελεύθερα. Μετά τη βύθισή του, το γάλα θα πρέπει να φτάνει μέχρι τα χείλη του κυλίνδρου.
- Η ανάγνωση του γαλακτομέτρου γίνεται μετά από 2-3 λεπτά στο πάνω μέρος του μηνίσκου που σχηματίζει το γάλα.

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.
- 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 προσθέτουμε 0,0002 και για κάθε βαθμό κάτω από τους 15°C αφαιρούμε αντίστοιχα 0,0002 από το ειδικό βάρος.



Εικόνα 8: Γαλακτόμετρο, Πηγή: <https://www.caketools.gr>

4.2.9 Προσδιορισμός ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Υλικά:

- Ποτήρι ζέσεως.
- Απεσταγμένο νερό (υδροβολέας).
- Απορροφητικό χαρτί.
- Αγωγιμόμετρο

Μεθοδολογία :

Η αγωγιμότητα προσδιορίζεται με την βοήθεια αγωγιμόμετρου. Το ηλεκτρόδιο της συσκευής εμβαπίζεται στο δείγμα του γάλακτος ανακινείτε και έπειτα εμφανίζει την τιμή του της αγωγιμότητας.



Εικόνα 9: Μετρητής ηλεκτρικής αγωγιμότητας, Πηγή: <https://www.ato.com>

4.2.10 Προσδιορισμός των βαθμών Brix°

Υλικά:

- Ποτήρι ζέσεως 50ml
- Πλαστική πιπέτα
- Διαθλασίμετρο
- Απεσταγμένο νερό
- Απορροφητικό χαρτί

Μεθοδολογία:

Επιλέγουμε την κατάλληλη ρύθμιση για την εν λόγω εξέταση. Με την πλαστική πιπέτα τοποθετούμε το δείγμα γάλακτος στην κατάλληλη υποδοχή και σφραγίζουμε με το ειδικό πώμα. Πατώντας το κουμπί start ξεκινάει η διαδικασία. Στο τέλος κάθε

μέτρησης με το απεσταγμένο νερό και το απορροφητικό χαρτί καθαρίζουμε την ειδική υποδοχή.

4.2.11 Προσδιορισμός του Δείκτη Διάθλασης

Υλικά:

- Ποτήρι ζέσεως 50ml
- Πλαστική πιπέτα
- Διαθλασίμετρο
- Απεσταγμένο νερό
- Απορροφητικό χαρτί

Μεθοδολογία:

Επιλέγουμε την κατάλληλη ρύθμιση για την εν λόγω εξέταση. Με την πλαστική πιπέτα τοποθετούμε το δείγμα γάλακτος στην κατάλληλη υποδοχή και σφραγίζουμε με το ειδικό πώμα. Πατώντας το κουμπί start ξεκινάει η διαδικασία. Στο τέλος κάθε μέτρησης με το απεσταγμένο νερό και το απορροφητικό χαρτί καθαρίζουμε την ειδική υποδοχή.



Εικόνα 10: Ψηφιακός μετρητής δείκτη διάθλασης, Πηγή:
<https://www.labfriend.com.au>

4.2.12 Προσδιορισμός του Σημείου Πήξεως

Υλικά:

- Κρυσκόπιο.

Μεθοδολογία:

1. Σε ειδική κυψελίδα του κρυσκοπίου τοποθετούμε 2,0-2,5ml δείγματος.
2. Τοποθετούμε την κυψελίδα στην κατάλληλη υποδοχή και επιλέγουμε start.

Αποτέλεσμα:

Το κρυσκόπιο μας δίνει αυτόματα την τιμή του σημείου πήξης.



Εικόνα 11: Κρυοσκόπιο, Πηγή: <https://www.technolab.gr>

4.2.13 Προσδιορισμός ποιοτικών χαρακτηριστικών με ενόργανη ανάλυση

Για τη σύγκριση της χημικής σύνθεσης του γάλακτος χρησιμοποιήθηκε ο αναλυτής Lactostar.

Υλικά:

- Ποτήρι ζέσεως 50ml
- Αναλυτής Lactostar

Μεθοδολογία:

Στο ποτήρι ζέσεως τοποθετείτε ποσότητα γάλακτος. Στη συνέχεια εμβαπτίζετε ο ειδικός καθετήρας στο δείγμα και ξεκινάει η διαδικασία ανάλυσης. Σε λιγότερο από ενενήντα δευτερόλεπτα η ανάλυση του δείγματος έχει τελειώσει και εμφανίζονται τα αποτελέσματα της περιεκτικότητας σε Λίπος (Fat), Πρωτεΐνες (Protein), Υδατάνθρακες (Lactose), Στερεό Υπόλειμμα Άνευ Λίπους (SnF) και Σημείου Πήξεως (Fpp). Το στερεό υπόλειμμα θα υπολογιστεί από τον τύπο SnF+Fat για να έχουμε το τελικό αποτέλεσμα και η τέφρα από τον τύπο SnF-Protein-Lactose.



Εικόνες 12: Αναλυτής Lactostar, Πηγή: <https://www.fikas.gr>

4.2.14 Έλεγχος παρουσίας υπεροξειδάσης

Υλικά:

- Δοκιμαστικοί σωλήνες
- Σιφόνια
- Vortex.

Αντιδραστήρια:

- I. Διάλυμα αμύλου 1%.
- II. Διάλυμα ιωδιούχου καλίου 10%.
- III. Διάλυμα υπεροξειδίου του υδρογόνου 0,2%.

Μεθοδολογία:

- Τοποθετούμε 5ml γάλα σε δοκιμαστικό σωλήνα.
- Προσθέτουμε 1ml διαλύματος αμύλου, 2 σταγόνες διαλύματος ιωδιούχου καλίου και αναδεύουμε στο vortex.

- Προσθέτουμε 1 σταγόνα υπεροξειδίου του υδρογόνου.
- Παρατηρούμε το χρώμα, αν υπάρχει υπεροξειδάση εμφανίζεται μπλε χρώμα. Με το μπλε χρώμα συμπεραίνεται πως δεν έγινε σωστή παστερίωση.

Κεφάλαιο Πέμπτο: Αποτελέσματα

5.1 Περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία

Για τα 9 δείγματα γάλακτος που αναλύθηκαν, προέκυψε ότι με την πρότυπη μέθοδο της ξήρανσης το στερεό υπόλειμμα κυμαινόταν από 10,16% η μικρότερη τιμή έως 10,54%. Με τον τύπο του Fleischman (έμμεση μέθοδος) το στερεό υπόλειμμα κυμαινόταν από 10,28% η μικρότερη τιμή έως 10,86%. Ενώ με τη χρήση του αναλυτή Lactostar από 10,06% η μικρότερη τιμή έως 10,7%. Ο μέσος όρος του στερεού υπολείμματος των 9 δειγμάτων είναι 10,41%, 10,7% και 10,3 αντίστοιχα για την κάθε μέθοδο.

Πίνακας 4: Εργαστηριακές τιμές μέτρησης ξηράς ουσίας γάλακτος χωρίς λακτόζη.

Δείγματα	Πρότυπη μέθοδος(%)	Έμμεση μέθοδος(%)	Ενόργανη ανάλυση(%)
1	10,37	10,83	10,39
2	10,54	10,86	10,70
3	10,16	10,28	10,06
4	10,42	10,53	10,15
5	10,38	10,63	10,21
6	10,47	10,76	10,06
7	10,53	10,78	10,66
8	10,32	10,64	10,07
9	10,50	10,83	10,38

Μ.Ο.	10,41	10,7	10,3
Ελάχιστη Τιμή	10,16	10,28	10,06
Μέγιστη Τιμή	10,54	10,86	10,70
Τυπικό Σφάλμα	0,04	0,06	0,08
Τυπική Απόκλιση	0,12	0,18	0,25

5.2 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε τέφρα

Για τα 9 δείγματα γάλακτος που αναλύθηκαν, προέκυψε ότι με τη μέθοδο της ξήρανσης η τέφρα κυμαινόταν από 0,58% η μικρότερη τιμή έως 0,81% και ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων είναι στο 0,73%. Με τη χρήση του αναλυτή Lactostar από 0,53% η μικρότερη τιμή έως 0,91% και ο μέσος όρος 0,83%. Στο γάλα τα επιτρεπτά όρια της τέφρας είναι 0,5% μέχρι 1%. Από τα αποτελέσματα που προκύπτουν όλες οι τιμές είναι εντός ορίων.

Πίνακας 8: Εργαστηριακές τιμές μέτρησης τέφρας γάλακτος χωρίς λακτόζη.

Δείγματα	Πρότυπη μέθοδος(%)	Ενόργανη ανάλυση(%)
1	0,81	0,89
2	0,74	0,53
3	0,73	0,85
4	0,58	0,85
5	0,75	0,86
6	0,76	0,86
7	0,72	0,91
8	0,74	0,88
9	0,76	0,90
Μ.Ο.	0,73	0,83
Ελάχιστη Τιμή	0,58	0,53
Μέγιστη Τιμή	0,81	0,91
Τυπικό Σφάλμα	0,02	0,03
Τυπική Απόκλιση	0,06	0,11

5.3 Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες

Για τα 9 δείγματα γάλακτος που αναλύθηκαν, προέκυψε ότι με τη μέθοδο της φορμαλδεΰδης οι πρωτεΐνες κυμαίνονταν από 2,56% η μικρότερη τιμή έως 3,6%. Ενώ με τη χρήση του αναλυτή Lactostar οι πρωτεΐνες κυμαίνονταν από 3,30% η μικρότερη τιμή έως 3,50%. Ο μέσος όρος των πρωτεϊνών των 9 δειγμάτων είναι 3,38% και 3,39% αντίστοιχα για την κάθε μέθοδο.

Πίνακας 5: Εργαστηριακές τιμές μέτρησης πρωτεϊνών γάλακτος χωρίς λακτόζη.

Δείγματα	Πρότυπη μέθοδος (%)	Ενόργανη ανάλυση(%)
1	3,4	3,40
2	3,26	3,50
3	2,56	3,30
4	3,54	3,30
5	3,54	3,34
6	3,54	3,35
7	3,40	3,46
8	3,60	3,35
9	3,60	3,47
Μ.Ο.	3,38	3,39
Ελάχιστη Τιμή	2,56	3,30
Μέγιστη Τιμή	3,60	3,50
Τυπικό Σφάλμα	0,10	0,32
Τυπική Απόκλιση	0,02	0,07

5.4 Περιεκτικότητα σε λίπος

Για τα 9 δείγματα γάλακτος που αναλύθηκαν, προέκυψε ότι με τη μέθοδο Gerber το λίπος κυμαίνονταν από 1,4% η μικρότερη τιμή έως 1,6%. Ενώ με τη χρήση του αναλυτή Lactostar το λίπος κυμαίνονταν από 1,43% η μικρότερη τιμή έως 1,76%. Ο μέσος όρος του % λίπους των 9 δειγμάτων είναι 1,522% και 1,878% αντίστοιχα για την κάθε μέθοδο.

Πίνακας 6: Εργαστηριακές τιμές μέτρησης λίπους γάλακτος χωρίς λακτόζη.

Δείγματα	Πρότυπη μέθοδος(%)	Ενόργανη ανάλυση(%)
1	1,6	1,61
2	1,6	1,73
3	1,5	1,58
4	1,5	1,65
5	1,5	1,63
6	1,4	1,43
7	1,6	1,76
8	1,5	1,43
9	1,5	1,47
M.O.	1,522	1,5878
Ελάχιστη Τιμή	1,4	1,43
Μέγιστη Τιμή	1,6	1,76
Τυπικό Σφάλμα	0,0222	0,04078
Τυπική Απόκλιση	0,667	0,12235

5.5 Περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες

Για τα 9 δείγματα γάλακτος που αναλύθηκαν, προέκυψε ότι με την αφαιρετική μέθοδο οι υδατάνθρακες κυμαίνονταν από 4,48% η μικρότερη τιμή έως 5,37%. Ενώ με τη χρήση του αναλυτή Lactostar οι υδατάνθρακες κυμαίνονταν από 4,33% η μικρότερη τιμή έως 4,94%. Ο μέσος όρος των υδατανθράκων των 9 δειγμάτων είναι 4,76% και 4,48% αντίστοιχα για την κάθε μέθοδο.

Πίνακας 7: Εργαστηριακές τιμές μέτρησης υδατανθράκων γάλακτος χωρίς λακτόζη.

Δείγματα	Αφαιρετική Μέθοδος(%)	Ενόργανη ανάλυση (%)
1	4,49	4,49
2	4,94	4,94
3	5,37	4,33
4	4,8	4,35
5	4,59	4,38

6	4,77	4,42
7	4,81	4,53
8	4,48	4,41
9	4,64	4,54
M.O.	4,76	4,48
Ελάχιστη Τιμή	4,48	4,33
Μέγιστη Τιμή	5,37	4,94
Τυπικό Σφάλμα	0,09	0,6
Τυπική Απόκλιση	0,27	0,18

Οι παραπάνω αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με πρότυπες μεθόδους και ενόργανη ανάλυση. Σε πρώτο στάδιο σκοπός της πειραματικής διαδικασίας ήταν η σύγκριση των τιμών έτσι ώστε να εξακριβωθεί αν και κατά πόσο συμφωνούν τα αποτελέσματα μεταξύ τους. Σε δεύτερο στάδιο τα αποτελέσματα θα κριθούν με βάση τη συμφωνία τους με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των αναλύσεων των πρότυπων μεθόδων με τις τιμές του αναλυτή Lactostar προκύπτει ότι υπάρχει ελάχιστη διαφορά ανάμεσα τους. Στον προσδιορισμό του στερεού υπολείμματος ο μέσος όρος με τη μέθοδο της ξήρανσης είναι 10,4%, με τον τύπο του Fleischman 10,7% και με τον αναλυτή Lactostar 10,3%. Ο Κώδικας Τροφίμων και Ποτών ορίζει ως κατώτατο όριο στερεού υπολείμματος άνευ λίπους στο αγελαδινό γάλα το 8,5%. Αν αφαιρεθεί το ποσοστό του λίπους, τα αποτελέσματα των δειγμάτων που αναλύθηκαν είναι εντός του επιτρεπτού ορίου.

Στον προσδιορισμό των πρωτεϊνών ο μέσος όρος με την μέθοδο της ογκομέτρησης είναι 3,38% και με τον αναλυτή Lactostar 3,39%. Το ποσοστό των πρωτεϊνών στις συσκευασίες των δειγμάτων κυμαίνεται από 3,3% έως 3,7% και σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών το ποσοστό των πρωτεϊνών στο αγελαδινό γάλα είναι 3,5%. Οι τιμές και των δύο μεθόδων είναι ελάχιστα χαμηλότερες από το 3,5% που ορίζει ο κώδικας, ενώ στην ανάλυση του δείγματος 3 με την πρότυπη μέθοδο, παρατηρείται αρκετά μειωμένο το ποσοστό των πρωτεϊνών με τιμή 2,56%.

Στον προσδιορισμό του λίπους ο μέσος όρος με τη μέθοδο Gerber είναι 1,5% και με τον αναλυτή Lactostar 1,6%. Στην ετικέτα της συσκευασίας η τιμή της λιποπεριεκτικότητας που αναγράφεται είναι 1,5% γεγονός που δείχνει ότι υπάρχει συμφωνία καθώς σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών το ημιαποβουτυρωμένο γάλα θα πρέπει να έχει λίπος σε ποσοστό 1,5-1,8%.

Στον προσδιορισμό των υδατανθράκων ο μέσος όρος με την αφαιρετική μέθοδο είναι 4,76% και με τον αναλυτή Lactostar 4,48%. Στην συγκεκριμένη ανάλυση φαίνεται να υπάρχει μικρή διαφορά στα αποτελέσματα μεταξύ τους. Οι αναγραφόμενες τιμές των υδατανθράκων στις συσκευασίες κυμαίνονται από 4,5% έως 5,1%.

5.6 Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε ογκομετρούμενη οξύτητα

Για τα 9 δείγματα γάλακτος που αναλύθηκαν, προέκυψε ότι με τη μέθοδο της ογκομέτρησης η οξύτητα κυμαινόταν από 13 °D η μικρότερη τιμή έως 16 °D και ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων είναι στους 14,3 °D. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης είναι εντός των επιθυμητών καθώς τα επιτρεπτά όρια οξύτητας στο γάλα είναι από 14°D μέχρι 16°D.

Πίνακας 9: Εργαστηριακές τιμές μέτρησης οξύτητας γάλακτος χωρίς λακτόζη.

Δείγματα	Πρότυπη μέθοδος(°D)
1	16
2	14,5
3	13,5
4	14
5	14
6	13
7	15
8	14
9	15
Μ.Ο.	14,3
Ελάχιστη Τιμή	13

Μέγιστη Τιμή	16
Τυπικό Σφάλμα	0,3
Τυπική Απόκλιση	0,9

5.7 Προσδιορισμός Ενεργού οξύτητας (pH)

Για τα 9 δείγματα γάλακτος που αναλύθηκαν, προέκυψε ότι το pH κυμαινόταν από 6,72 η μικρότερη τιμή έως 6,86 και ο μέσος όρος είναι στο 6,8. Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών τα όρια του pH στο γάλα κυμαίνονται από 6 μέχρι 6,8.

Πίνακας 10: Εργαστηριακές τιμές μέτρησης pH γάλακτος χωρίς λακτόζη.

Δείγματα	Πρότυπη μέθοδος (pH)
1	6,85
2	6,73
3	6,72
4	6,86
5	6,83
6	6,85
7	6,73
8	6,83
9	6,75
M.O.	6,8
Ελάχιστη Τιμή	6,72
Μέγιστη Τιμή	6,86
Τυπικό Σφάλμα	0,02
Τυπική Απόκλιση	0,06

5.8 Προσδιορισμός ειδικού βάρους

Για τα 9 δείγματα γάλακτος που αναλύθηκαν, προέκυψε ότι το ειδικό βάρος κυμαινόταν από 1,0329 η μικρότερη τιμή έως 1,0353 και ο μέσος όρος στο 1,0344. Σε γάλατα μικρής λιποπεριεκτικότητας το ειδικό βάρος κυμαίνεται από 1,032 μέχρι 1,037. Τα δείγματα που αναλύθηκαν είναι όλα εντός των επιθυμητών ορίων.

Πίνακας 11: Εργαστηριακές τιμές μέτρησης ειδικού βάρους γάλακτος χωρίς λακτόζη.

Δείγματα	Πρότυπη μέθοδος (Ειδικό Βάρος)
1	1,0346
2	1,0347
3	1,0329
4	1,0339
5	1,0343
6	1,0353
7	1,0344
8	1,0343
9	1,0351
Μ.Ο.	1,0344
Ελάχιστη Τιμή	1,0329
Μέγιστη Τιμή	1,0353
Τυπικό Σφάλμα	0,0023
Τυπική Απόκλιση	0,0070

5.9 Έλεγχος παρουσίας υπεροξειδάσης

Για τα 9 δείγματα γάλακτος που αναλύθηκαν, δεν ανιχνεύτηκε παρουσία υπεροξειδάσης, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα πως έγινε ορθή παστερίωση.

Πίνακας 12: Εργαστηριακές τιμές μέτρησης υπεροξειδάσης γάλακτος χωρίς λακτόζη.

Δείγματα	Πρότυπη μέθοδος (%)
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0

Μ.Ο.	0
Ελάχιστη Τιμή	0
Μέγιστη Τιμή	0
Τυπικό Σφάλμα	0
Τυπική Απόκλιση	0

5.10 Προσδιορισμός αγωγιμότητας

Για τα 9 δείγματα γάλακτος που αναλύθηκαν, προέκυψε ότι η αγωγιμότητα κυμαινόταν από 4,9 mS/cm η μικρότερη τιμή έως 5,36 mS/cm και ο μέσος όρος στα 5,1 mS/cm.

Πίνακας 13: Εργαστηριακές τιμές μέτρησης αγωγιμότητας γάλακτος χωρίς λακτόζη.

Δείγματα	Πρότυπη μέθοδος (mS/cm)
1	5,11
2	5,36
3	5,24
4	4,90
5	5,17
6	5,04
7	5,14
8	4,99
9	4,96
Μ.Ο.	5,1
Ελάχιστη Τιμή	4,90
Μέγιστη Τιμή	5,36
Τυπικό Σφάλμα	0,48
Τυπική Απόκλιση	0,45

5.11 Προσδιορισμός °Brix

Για τα 9 δείγματα γάλακτος που αναλύθηκαν, προέκυψε ότι ο βαθμός των Brix κυμαινόταν από 11,3 η μικρότερη τιμή έως 11,9 και ο μέσος στα 11,6 Brix.

Πίνακας 14: Εργαστηριακές τιμές μέτρησης βαθμών Brix γάλακτος χωρίς λακτόζη.

Δείγματα	Πρότυπη μέθοδος (°Brix)
1	11,7
2	11,7
3	11,3
4	11,6
5	11,6
6	11,9
7	11,7
8	11,7
9	11,6
M.O.	11,6
Ελάχιστη Τιμή	11,3
Μέγιστη Τιμή	11,9
Τυπικό Σφάλμα	0,05
Τυπική Απόκλιση	0,16

5.12 Προσδιορισμός του δείκτη διάθλασης

Για τα 9 δείγματα γάλακτος που αναλύθηκαν, προέκυψε ότι ο δείκτης διάθλασης κυμαινόταν από 1,3497 η μικρότερη τιμή έως 1,3507 και ο μέσος όρος στο 1,3503.

Πίνακας 15: Εργαστηριακές τιμές μέτρησης δείκτη δειάθλασης γάλακτος χωρίς λακτόζη.

Δείγματα	Δείκτης Διάθλασης
1	1,3504

2	1,3505
3	1,3497
4	1,3503
5	1,3503
6	1,3507
7	1,3504
8	1,3505
9	1,3503
M.O.	1,3503
Ελάχιστη Τιμή	1,3497
Μέγιστη Τιμή	1,3507
Τυπικό Σφάλμα	0,0009
Τυπική Απόκλιση	0,0027

5.13 Προσδιορισμός σημείου πήξεως

Για τα 9 δείγματα γάλακτος που αναλύθηκαν, προέκυψε το σημείο πήξεως κυμαινόταν από $-0,774\text{ }^{\circ}\text{C}$ η μικρότερη τιμή έως $-0,809\text{ }^{\circ}\text{C}$ και ο μέσος όρος στους $-0.793\text{ }^{\circ}\text{C}$. Με βάση το σημείο πήξεως υπολογίζεται το ποσοστό της υδρολυμένης λακτόζης. Το ποσοστό της υδρολυμένης λακτόζης θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 95%. Στα δείγματα που αναλύθηκαν προκύπτει ότι η υδρόλυση της λακτόζης αγγίζει το 99,4% γεγονός που αποδεικνύει ότι έχει γίνει ορθά η διάσπασή της κατά την επεξεργασία στο εργοστάσιο.

Πίνακας 16: Εργαστηριακές τιμές μέτρησης σημείου πήξεως γάλακτος χωρίς λακτόζη.

Δείγματα	Σημείο Πήξεως ($^{\circ}\text{C}$)	Υδρόλυση (%)
1	-0,809	100,0
2	-0,801	100,0
3	-0,774	97,3
4	-0.797	100,0
5	-0,775	97,7
6	-0,798	100,0

7	-0,800	100,0
8	-0,793	100,0
9	-0,790	100,0
M.O.	-0,793	99,4
Ελάχιστη Τιμή	-0,774	97,3
Μέγιστη Τιμή	-0,809	100,0
Τυπικό Σφάλμα	3,9	0,37
Τυπική Απόκλιση	11,7	1,10

Συμπεράσματα

Η παρούσα ερευνητική μελέτη εκπονήθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής διατριβής. Αντικείμενο της αποτέλεσε η ανάλυση της χημικής σύνθεσης (λίπος, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, υγρασία) σε δείγματα αγελαδινού γάλακτος χωρίς λακτόζη με δυο μεθόδους, με πρότυπες μεθόδους και με ενόργανη ανάλυση. Παράλληλα αναλύθηκαν τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, η φρεσκότητα των δειγμάτων κα έγινε έλεγχος παστερίωσης.

Σε συνολική άποψη τα αποτελέσματα όλων των δειγμάτων βρίσκονται εντός των επιτρεπτών ορίων που θέτει ο Κώδικας Τροφίμων και Ποτών. Οι αποκλίσεις μεταξύ των δειγμάτων που εντοπίστηκαν είναι οριακά μικρές.

Για την ενόργανη ανάλυση το μηχάνημα που χρησιμοποιήθηκε είναι ο αναλυτής Lactostar. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων στην ανάλυση της χημικής σύνθεσης δείχνει να συμπίπτουν. Τα αποτελέσματα που δόθηκαν από το Lactostar είναι αδιαμφισβήτητα αλάνθαστα καθώς η χρήση του μηχανήματος έγινε ορθά. Το γεγονός ότι τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δειγμάτων με πρότυπες μεθόδους είναι κοντά με αυτά του Lactostar δείχνει την εγκυρότητά τους.

Τέλος, με την ανάλυση της οξύτητας τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπάρχει αμφισβήτηση για την φρεσκότητα των δειγμάτων και η έλλειψη της υπεροξειδάσης αποδεικνύει ότι η παστερίωση έγινε σωστά. Η ιδιαιτερότητα των συγκεκριμένων δειγμάτων του γάλακτος ήταν ότι όλα ήταν απαλλαγμένα από λακτόζη, γεγονός που αποδείχθηκε σωστό καθώς η ανάλυση έδειξε την υδρόλυσή της σε βαθμό ικανοποιητικό ώστε να μπορεί το γάλα να χαρακτηριστεί ως γάλα χωρίς λακτόζη.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

- Ανυφαντάκης, Ε. Μ. 2004. *Τυροκομία*. Αθήνα: Σταμούλη Α. Ε.
- Βάσσοι, Δ.Β. (2004). *Τρόφιμα και υγεία του καταναλωτή: Τροφογενείς διαταραχές*. Αθήνα, Εκδόσεις: Παπασωτηρίου.
- Γαϊτής, Φ. (2010). *Μικροβιολογικά κριτήρια για τα τρόφιμα*. Αθήνα, Εκδόσεις: Έμβρυο.
- Ζαρμπούτης, Ι.Β. (1994). *Γαλακτοκομία*. Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ
- Θεοδώρου, Σ.Α., (2015). Μεταπτυχιακή μελέτη: Επίδραση διαφορετικών τεχνολογικών παραμέτρων στα χαρακτηριστικά προϊόντων τύπου γιαούρτης από γίδινο γάλα, Αθήνα.
- Καμινάρη Σ. και Μοάτσου Γ. (2009). *Γαλακτοκομία*, σελ. 23-26, 153-154, 212, 273- 305, 308-334, 341-373, Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα-Αιγάλεω.
- Κεχαγιάς, Χ. (1997). *Ποιότητα γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων*. Αθήνα: Εκδόσεις «ΙΩΝ»
- Κεχαγιάς, Χ., Τσάκαλη, Ε. (2017). *Επιστήμη και Τεχνολογία Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Κυρανάς, Ε. (2016). *Τρόφιμα. Σύσταση, προέλευση, αλλοιώσεις, επεξεργασία, ποιότητα και συσκευασία*. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις: Τζιόλα.
- Μάντης, Α. Ι. (2000). *Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του*. Θεσσαλονίκη: Αφοί Κυριακίδη Εκδόσεις Α. Ε.
- Μουρούτης Κ. (2012). *Όλη η αλήθεια για το γάλα*. Αθήνα: Εκδόσεις ETRA
- Μπεζιρτζόγλου, Ε. (2004). *Μικροβιολογία τροφίμων και πεπτικού συστήματος*. Θεσσαλονίκη: Παρισιάνου Α.Ε.
- Παπανικολάου, Γ.Κ. (2002)., *Σύγχρονη διατροφή και διαιτολογία*. Αθήνα, Εκδόσεις: Θυμάρι.

Πολυχρονιάδου - Αληχανίδου, Α. (1994). *Ανάλυση Τροφίμων*. Αθήνα, Εκδόσεις: Γαργατάνης.

Τυμπής, Δ., Πετράκης, Ε., Κοντελές, Σ., (2016). *Μικροβιολογία Τροφίμων. Μεθοδολογία και τεχνικές αναλύσεων. Ολική αριθμηση μεσόφιλων μικροβίων*. Αθήνα: Εκδόσεις Δίσιγμα.

Lobbert, R. (2008). *Τρόφιμα. Είδη. Ποιότητα. Εμπόριο*. Θεσσαλονίκη: Ευρωπαϊκές τεχνολογικές εκδόσεις.

Ξενόγλωσση

Bijl E., H.J.F. van Valenberg, T.Huppertz, and A.C.M. van Hooijdonk, 2013, Protein, casein, and micellar salts in milk: Current content and historical perspectives, J. Dairy

Nongonierma Alice B., Richard J. FitzGerald, 2015, Bioactive properties of milk proteins on humans: A review, Peptides

Ιστοσελίδες

Δημοσθενόπουλος, Χ. *Δυσανεξία λακτόζης*. Iatronet.gr, 2 Aug. 2007, www.iatronet.gr/diatrofi/astheneies-diatrofi/article/2483/dysanexia-laktozis.html.

(προσπελάστηκε στις 11/7/2023)

Ζέλλου, Αίγλη. *Διατροφή: Η σημασία του γάλακτος για παιδιά και εφήβους*. ΜΗΤΕΡΑ, 29 Dec. 2016, www.mitera.gr/arthra-ygeias/paidi/i-simasia-toy-galaktos-gia-paidia-kai-efivoys /.(προσπελάστηκε στις 21/6/2023).

Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 853/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 29ης Απριλίου 2004, για τον καθορισμό ειδικών κανόνων υγιεινής για τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης L 139 της 30.4.2004, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0853> (προσπελάστηκε στις 14/7/2023)

Κώδικας Τροφίμων και Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης. 2016. Μέρος Α, Τρόφιμα και Ποτά, Άρθρο 80: Είδη γάλακτος. Ανεξάρτητη Αρχή Εσόδων, Γενικό

Χημείο Κράτους, Αθήνα. <https://www.aade.gr/sites/default/files/2020-03/80-iss6.pdf>
(προσπελάστηκε στις 2/7/2023)

Dekker, P., Koenders, D., & Bruins, M. (2019). Lactose-Free Dairy Products: Market Developments, Production, Nutrition and Health Benefits. URL: <https://doi.org/10.3390/nu11030551> (προσπελάστηκε στις 26/7/2023).

Fox, P.F. (2002). Milk | Introduction. Encyclopedia of Dairy Sciences. URL: <https://doi.org/10.1016/B0-12-227235-8/00311-4> (προσπελάστηκε στις 17/7/2023)