

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών
&

Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου
(Εργαστήριο Γαλακτοκομίας)

ΔΠΜΣ: «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παραγωγής Γάλακτος
και Γαλακτοκομικών Προϊόντων».



Τίτλος Μεταπτυχιακής Εργασίας: «Μελέτη της μικροβιολογικής σταθερότητας και διατηρησιμότητας διαφόρων τύπων συσκευασμένου παστεριωμένου γάλακτος του εμπορίου».

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Δρ. Αναστάσιος Ακτύπης, Επιβλέπων Καθηγητής, Λέκτορας

Δρ. Στέλιος Καμινάρδης, Καθηγητής

Δρ. Κωνσταντίνος Μουντζούρης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Μεταπτυχιακός Φοιτητής: Ηλιόδωρος Δ. Ρεντίφης

Αθήνα 2016

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών
&
Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου
(Εργαστήριο Γαλακτοκομίας)

ΔΠΜΣ: «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παραγωγής Γάλακτος
και Γαλακτοκομικών Προϊόντων».

Τίτλος Μεταπτυχιακής Εργασίας: «Μελέτη της μικροβιολογικής
σταθερότητας και διατηρησιμότητας διαφόρων τύπων
συσκευασμένου παστεριωμένου γάλακτος του εμπορίου».

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Αναστάσιος Ακτύπης, Λέκτορας

Μεταπτυχιακός Φοιτητής: Ηλιόδωρος Δ. Ρεντίφης

Αθήνα 2016

Τίτλος Μεταπτυχιακής Εργασίας: «Μελέτη της μικροβιολογικής σταθερότητας και διατηρησιμότητας διαφόρων τύπων συσκευασμένου παστεριωμένου γάλακτος του εμπορίου».

Μεταπτυχιακός Φοιτητής: Ηλιόδωρος Δ. Ρεντίφης

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Δρ. Αναστάσιος Ακτύπης, Επιβλέπων Καθηγητής, Λέκτορας

Δρ. Στέλιος Καμιναρίδης, Καθηγητής

Δρ. Κωνσταντίνος Μουντζούρης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Περίληψη

Η ποιότητα του Παστεριωμένου γάλακτος του εμπορίου και ο ρυθμός μεταβολής της κατά τη διάρκεια της συντήρησής του στο ψυγείο αποτελούν σημαντικά δεδομένα για την υγεία του καταναλωτή αλλά και για τη θρεπτική αξία του τροφίμου. Παράλληλα, δίνουν τη δυνατότητα στη βιομηχανία γάλακτος να καθορίζει με ασφάλεια την επισήμανση του χρόνου λήξης του προϊόντος και να την προσαρμόζει ανάλογα με τη σταθερότητα που επιδεικνύει στις συνήθεις συνθήκες διανομής και συντήρησης. Με στόχο τον έλεγχο της σταθερότητας του Παστεριωμένου γάλακτος σε συνθήκες διατήρησης στους 8° C μελετήθηκαν συνολικά 41 δείγματα συσκευασμένου Παστεριωμένου γάλακτος εμπορίου ιδιωτικών επωνυμιών, με διαφορετική διάρκεια ζωής. Μελετήθηκαν αρχικά τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά και στη συνέχεια πρωτίστως η Μικροβιολογική και δευτερευόντως η Χημική σταθερότητα και διατηρησιμότητα στη διάρκεια συντήρησής τους και μετά τη λήξη του χρόνου ζωής τους.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα για τους δύο τύπους συσκευασμένου Παστεριωμένου γάλακτος του εμπορίου διάρκειας ζωής 7 ημερών και 5 ημερών, διαπιστώθηκε ότι και στις δύο περιπτώσεις ο κρίσιμος χρόνος διαφοροποίησης του δείκτη Λιπόλυσης ήταν οι 10 ημέρες κατά τη συντήρηση στους 8° C, ενώ η Ψυχρότροφη Χλωρίδα αυξήθηκε στατικά σημαντικά, παρά το γεγονός ότι ήταν μέσα στις προβλεπόμενες προδιαγραφές.

Τα αποτελέσματα έδειξαν μια επικράτηση των Ψυχρότροφων βακτηρίων στο γάλα με διάρκεια ζωής 7 ημερών και αυτό επιβεβαιώθηκε και από τους πληθυσμούς των Λιπολυτικών και Πρωτεολυτικών βακτηρίων, που ήταν συγκριτικά μεγαλύτεροι από αυτούς στο γάλα 5 ημερών, στο οποίο επικρατεί η Θερμοάντοχη Χλωρίδα. Η ποιοτική αυτή διαφοροποίηση της Μικροβιακής Χλωρίδας στους δύο τύπους γάλακτος, που εξετάστηκαν, πιθανώς να οφείλεται στη διαφορετική αρχική μικροβιολογική σύνθεση του νωπού γάλακτος, που είναι αποτέλεσμα των διαφορετικών συνθηκών εκτροφής, συντήρησης και επεξεργασίας του γάλακτος. Επιπρόσθετα, η συνολική Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα (OMX) διαπιστώθηκε ότι σε γενικές γραμμές και στους δύο τύπους γάλακτος συμβαδίζει με ελαφρές διαφοροποιήσεις αλλά με παρόμοιο τελικό μικροβιακό φορτίο τη 15^η ημέρα. Σημειώνεται ότι δεν ανιχνεύτηκαν Κολοβακτηρίδια σε όλα τα δείγματα, γεγονός που πιστοποιούσε την παστεριωτική επάρκεια και υγιεινή των δειγμάτων.

Όσον αφορά τις Χημικές αναλύσεις, για όλα τα δείγματα καταγράφηκαν απουσία αντιβιοτικών και θετικά αποτελέσματα στην Υπεροξειδάση. Όσον αφορά το pH, την Οξύτητα και το Ειδικό βάρος η μεγάλη πλειοψηφία των δειγμάτων κυμάνθηκε μέσα στα φυσιολογικά όρια.. Τα αποτελέσματα για το Λίπος έδειξαν να συμβαδίζουν με την περιεκτικότητα που αναγραφόταν στα εμπορικά κουτιά των διαφόρων δειγμάτων, ενώ για την Πρωτεΐνη και τη Λακτόζη έδειξαν σε γενικές γραμμές να συμβαδίζουν με τις αναφορές στη Διεθνή Βιβλιογραφία για τις αντίστοιχες περιεκτικότητες αγελαδινού γάλακτος.

Abstract

The quality of pasteurized milk and its stability during storage at 8° C is important knowledge for the consumers' safety, but also for the nutritional value of the food. At the same time, it enables the milk industry to determine with certainty the labeling of the product expiration time.

In order to study the stability of pasteurized milk in storage conditions at 8° C a total of 41 samples of packaged pasteurized milk with different lifetime labeling were studied. Initially, all the samples were examined for their main microbial and physicochemical characteristics, and also were examined primarily for their microbiological and secondarily the chemical stability and sustainability, during storage under refrigeration at 8° C.

Regarding the results for both types of packaged pasteurized milk with 7 and 5 days shelf-life respectively, the lipolysis index was statistically increased significant ($p \leq 0,05$) after 10 days of storage, while in the same time the psychrotrophic flora statically increased significantly despite the fact that it was within the prescribed EC regulation limits.

The results showed a predominance of psychrotrophic bacteria in “7D shelf-life” pasteurized milk, and this was confirmed by the populations of lipolytic and proteolytic bacteria that were comparatively larger than those in “5D shelf-life” pasteurized milk, wherein the thermodurant flora prevails. This qualitative differentiation of microbial flora in two types of pasteurized milk tested, probably due to the different initial microbiological composition of raw milk, which is the result of different breeding conditions, maintenance and milk processing. Additionally, the total viable count (TVC) found in both types of milk and its evolution during storage were similar until the 15th day of storage. It should be noted that coliforms were not detected in all samples, which certify the adequacy pasteurizing and healthy samples. Regarding chemical analysis, all samples were free of antibiotic residuals and positive to peroxidase assay.

Concerning the values of pH, acidity and specific gravity the vast majority of the samples ranged within the regulated limits. The results for fat, protein and lactose content were consistent with those appearing on commercial boxes of various samples. They also showed broadly consistent, with reports in the literature for the respective cow milk yields.

Λέξεις - Κλειδιά

OPA=Μέθοδος o-Phthaldialdehyde (Πρωτεόλυσης)
ADV=Δείκτης Acid Degree Value (Λιπόλυσης)
PCA=Plate Count Agar (Είδος Θρεπτικού υποστρώματος)
BP agar=Baird Parker (Είδος Θρεπτικού υποστρώματος)
Tributylin agar=Τριβουτυρίνη (Είδος Θρεπτικού υποστρώματος)
Skim milk agar=Σκόνης Άπαχου γάλακτος (Είδος Θρεπτικού υποστρώματος)
VRBL=Violet Red Bile Agar (Είδος Θρεπτικού υποστρώματος)
OMX=Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα (Total Mesophilic Flora)
PSC=Psychrotolerant Spore Count (Μέθοδος αρίθμησης)
MSC=Mesophilic spore count (Μέθοδος αρίθμησης)
Log=Logarithm (Λογάριθμος)

Περίληψη		3
Abstract		4
Λέξεις - Κλειδιά		5
Περιεχόμενα	σελ.	6
Ευχαριστίες	σελ.	10
Εισαγωγή		11
A. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΜΕΡΟΣ		
Κεφάλαιο 1^ο. Γενικά για το γάλα		12
1.1. Εισαγωγή		12
1.2. Γενικές παρατηρήσεις για τη σύσταση του γάλακτος		13
1.3. Δομή του γάλακτος		14
1.4. Παράγοντες που επηρεάζουν τη σύσταση του γάλακτος		15
1.5. Φυσικές ιδιότητες του γάλακτος		15
1.6. Διατροφική και βιολογική αξία του γάλακτος		16
Βιβλιογραφία		19
Κεφάλαιο 2^ο. Παραγωγή γάλακτος		21
2.1. Εισαγωγή		21
2.2. Εγχώρια αγορά γάλακτος και προϊόντων		22
2.3. Μέγεθος εγχώριας παραγωγής γαλακτοκομικών		23
2.4. Έκταση εγχώριας αγοράς γαλακτοκομικών		26
2.5. Το εξωτερικό εμπόριο των γαλακτοκομικών προϊόντων		28
2.6. Κατά μέσο όρο έξοδα νοικοκυριού ανά γαλακτοκομικό προϊόν ανά μήνα		29
2.7. Χρήσιμα στοιχεία σε διαγράμματα		30
Βιβλιογραφία		31
Κεφάλαιο 3^ο. Το πρόβλημα των αντιβιοτικών στο γάλα		32
3.1. Εισαγωγή		32
3.2. Μέθοδοι προσδιορισμού των αντιβιοτικών στο γάλα		32
3.3. Μαστίτιδες-γενικά-κατηγορίες		33
Βιβλιογραφία		35
Κεφάλαιο 4^ο. Υγιεινή της παραγωγής, συντήρησης και μεταφοράς του νωπού γάλακτος		36
4.1. Εισαγωγή		36
4.2. Παραγωγή υγιεινού γάλακτος		36
4.3. Συλλογή και συντήρηση του γάλακτος		37
4.4. Μεταφορά του γάλακτος		38
4.5. Μικροβιολογικά κριτήρια για το νωπό γάλα		39
Βιβλιογραφία		40

B. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Κεφάλαιο 5°. Μικροοργανισμοί νοπού γάλακτος	41
5.1. Εισαγωγή	41
5.2. Ομάδες μικροοργανισμών που απαντώνται στο γάλα	41
5.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών στο γάλα	46
Βιβλιογραφία	51
Κεφάλαιο 6°. Θερμικές επεξεργασίες του γάλακτος	52
6.1. Εισαγωγή	52
6.2. Καθαρισμός του γάλακτος	53
6.3. Τυποποίηση του γάλακτος-αποκορύφωση	53
6.4. Ομογενοποίηση του γάλακτος	53
6.5. Θερμικές επεξεργασίες	53
6.6. Παραγωγή πόσιμου γάλακτος με τη συνεχή μέθοδο παστερίωσης	55
Βιβλιογραφία	56
Κεφάλαιο 7°. Επιδράσεις των θερμικών επεξεργασιών	57
7.1. Επίδραση της θερμικής επεξεργασίας στο γάλα	57
7.2. Αλλοιώσεις	59
7.3. Επίδραση της θερμικής επεξεργασίας στο γάλα	61
Βιβλιογραφία	62
Κεφάλαιο 8°. Συσκευασία και συντήρηση του θερμικά επεξεργασμένου γάλακτος, ποιοτικός έλεγχος και άλλες μέθοδοι	65
8.1. Είδη γάλακτος	65
8.2. Ποιοτικός έλεγχος	66
8.3. Νεότερες μέθοδοι θερμικής επεξεργασίας του γάλακτος	68
Βιβλιογραφία	69
Κεφάλαιο 9°. Μικροβιολογικές εκτιμήσεις για το παστεριωμένο γάλα	70
9.1. Εισαγωγή	70
9.2. Μικροβιολογική ποιότητα του παστεριωμένου γάλακτος	70
9.3. Παράγοντες που επιδρούν στην ποιότητα του παστεριωμένου γάλακτος	73
9.4. Συνθήκες συντήρησης και επίδραση αυτών στο παστεριωμένο γάλα	75
9.5. Επιμόλυνση του παστεριωμένου γάλακτος	75
9.6. Καινοτόμες τεχνολογίες για παρατεταμένη συντήρηση του παστεριωμένου γάλακτος	76
9.7. Συμπέρασμα	77
Βιβλιογραφία	77
Σκοπός και Αντικείμενο της εργασίας	83
Γ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
Κεφάλαιο 10°. Διαδικασία εφαρμογής	84
10.1. Εξετασθέντα δείγματα	84
10.2. Υλικά και μέθοδοι	85
10.3. Επεξεργασία	89
10.4. Χημικά αποτελέσματα και συζήτηση	90
10.5. Διαχρονική εξέλιξη μικροβιολογικών ιδιοτήτων	101
10.6. Διαχρονική εξέλιξη χημικών ιδιοτήτων	106

10.7. Συγκριτική παρουσίαση μικροβιολογικών ιδιοτήτων	110
10.8. Συγκριτική παρουσίαση χημικών ιδιοτήτων	117
10.9. Συμπεράσματα	119
10.10. Προτάσεις	121
Βιβλιογραφία	122

Η έκκριση της παρούσας διατριβής από το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών δε σημαίνει απαραίτητα αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/1932, άρθρο 202. Παρ. 2).

Ευχαριστίες

Εκφράζω τις θερμές ευχαριστίες μου στον Δρα και Λέκτορα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Αναστάσιο Ακτύπη για την αμέριστη συμπαράστασή του, με ουσιαστικές παρεμβάσεις και παρατηρήσεις, καθόλη τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της εργασίας. Συνέβαλε καθοριστικά στη διαμόρφωση της τελικής μορφής της και ασχολήθηκε ενδελεχώς με το αντικείμενο, για να με καθοδηγήσει.

Επίσης εκφράζω τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου στην κ. Ευγενία Μανωλοπούλου (MSc), Βοηθό του Εργαστηρίου Μικροβιολογίας της Γαλακτοκομίας, για την αποτελεσματική συνδρομή της, το χρόνο που μου αφιέρωσε αλλά και την υπομονή της σε όλη τη μακρά πορεία της πειραματικής διεργασίας.

Ακόμη, ομολογώ με κατανόηση την υποχρέωσή μου στη Δρα κ. Κάτια Γεωργάλα για τη ευγένειά της και τις αναγκαίες διευκολύνσεις που μου πρόσφερε, προκειμένου να ολοκληρώσω την εργασία.

Επισημαίνεται ότι κάθε λάθος ή παράλειψη στο τελικό κείμενο, βαρύνει αποκλειστικά και μόνο εμένα.

Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παραγωγής Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων» του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Περιλαμβάνει Χημικές και Μικροβιολογικές αναλύσεις μεγάλου αριθμού δειγμάτων φρέσκου γάλακτος του εμπορίου, με διάρκεια ζωής 7 και 5 ημερών. Πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Γαλακτοκομίας του Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου του ΓΠΑ και το πρακτικό μέρος διήρκεσε συνολικά ένα εξάμηνο. Για τα εμπορικά δείγματα λαμβάνονταν όλα τα μέτρα ασηψίας που προτείνονται από τη Διεθνή Βιβλιογραφία για αποφυγή μικροβιακής επιμόλυνσης, ενώ η εργασία μέσα στο Εργαστήριο πραγματοποιούνταν πάντοτε υπό την επίβλεψη και καθοδήγηση εξειδικευμένου επιστημονικού προσωπικού.

A. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Κεφάλαιο 1^ο. Γενικά στοιχεία για το γάλα

1.1. Εισαγωγή

Το έκκριμα του μαστικού αδένου των θηλαστικών που προορίζεται για τη διατροφή των νεογέννητων ονομάζεται γάλα. Το γάλα αποτελεί τη μοναδική τροφή των νεογέννητων μέχρι μια ορισμένη ηλικία, σε αντίθεση με τον άνθρωπο που καταναλώνει το γάλα και τα προϊόντα του εφόρου ζωής.

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών [1], «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». Ακόμα, «νωπό γάλα νοείται το γάλα που εκκρίνεται από τους μαστικούς αδένες μίας ή περισσότερων αγελάδων, προβατίνων, αιγών ή βουβαλίδων, το οποίο δεν έχει θερμανθεί πέραν των 40° C ούτε έχει υποβληθεί σε επεξεργασία με ισοδύναμο αποτέλεσμα».

Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών και του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (FAO, WHO) [2], «γάλα είναι το φυσιολογικό έκκριμα του μαστού που παίρνεται από μία ή δύο αμέλξεις, χωρίς να προστεθεί ή να αφαιρεθεί τίποτα».

Ο Κώδικας γάλακτος των ΗΠΑ [3] ορίζει ότι το γάλα είναι «το έκκριμα του μαστού το οποίο είναι απαλλαγμένο από πρωτόγαλα, παραλαμβάνεται με άμελξη μίας ή περισσότερων υγιών αγελάδων και περιέχει τουλάχιστον 3,15% λίπος και 8,25% στερεά συστατικά άνευ λίπους».

Οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) παράγουν περί το 25% της παγκόσμιας ποσότητας γάλακτος (Πίνακας 1.1). Αυτό οδήγησε σε σημαντικό πλεόνασμα γαλακτοκομικών προϊόντων, η στήριξη της τιμής των οποίων επιβαρύνει σημαντικά τον Κοινοτικό Προϋπολογισμό.

Η Ελλάδα είναι ελλειμματική σε προϊόντα γάλακτος και εισάγει κυρίως συμπυκνωμένο γάλα, τυριά, βούτυρο και γάλα σε σκόνη. Η ποσότητα εισαγωγής είναι περίπου ίση με το 30% της εθνικής παραγωγής συνολικού γάλακτος.

Πίνακας 1.1. Παγκόσμια παραγωγή γάλακτος για το 2013 (τόνοι ×1000) [4]
(Πηγή του Πίνακα: FAOSTAT, 2015)

Παγκόσμια παραγωγή γάλακτος κατά το έτος 2013 (τόνοι × 1000)						
Είδος γάλακτος						
Ήπειρος	Αγελαδινό	Βουβαλίσιο	Πρόβειο	Γίδινο	Καμήλας	Σύνολο
Ασία	177.475	77.290	4.823	10.653	205	270.446
Αφρική	34.121	2.614	2.251	4.184	2.723	45.893
ΕΕ (28)	152.400	204	2.806	1.864	0	157.274
Λοιπή Ευρώπη	57.878	0	216	663	0	58.757
Βόρεια Αμερική	99.667	0	0	0	0	99.667
Κεντρική Αμερική	16.445	0	0	372	0	16.817
Νότια Αμερική	69.115	0	42	220	0	69.377
Ωκεανία	28.475	0	0	0	0	28.475
Κόσμος	635.576	80.108	10.137	17.957	2.928	746.706

1.2. Γενικές παρατηρήσεις για τη σύσταση του γάλακτος

Γάλα μπορούμε να θεωρήσουμε το κολλοειδές εναιώρημα που περιέχει γαλακτοποιημένα σφαιρίδια λίπους, μια ετερογενή ομάδα πρωτεϊνών, τον υδατάνθρακα λακτόζη, άλατα και βιταμίνες. Το είδος γάλακτος που έχει μελετηθεί περισσότερο είναι το αγελαδινό, αφού παράγεται σε μεγάλες ποσότητες σε τεχνολογικά και οικονομικά προηγμένες χώρες.

Αν και υγρό, το αγελαδινό γάλα περιέχει περίπου 12% στερεά συστατικά, από τα οποία το 8,6% είναι στερεά συστατικά άνευ λίπους. Οι πρωτεΐνες, το λίπος, η λακτόζη και τα άλατα αποτελούν τα κύρια συστατικά, στα οποία οφείλονται κατά κύριο λόγο η διατροφική και εμπορική του αξία. Περιέχει και άλλα συστατικά σε πολύ μικρές αναλογίες (βιταμίνες, ιχνοστοιχεία και ένζυμα), που καθορίζουν τις βιολογικές και τεχνολογικές του ιδιότητες [5].

Το γάλα μπορεί να αλλοιωθεί πολύ εύκολα από μεγάλη ποικιλία μικροοργανισμών. Επιπρόσθετα, μέσα σε αυτό ανευρίσκονται και σωματικά κύτταρα από το ανοσοποιητικό σύστημα, αλλά δεν θεωρούνται γνήσια συστατικά του.

Στον Πίνακα 1.2 αποτυπώνονται τα συστατικά του αγελαδινού γάλακτος. Το μεγαλύτερο ποσοστό του είναι νερό, μέσα στο οποίο βρίσκονται σε διασπορά όλα τα άλλα συστατικά του. Αυτά αποτελούν και το σύνολο των στερεών συστατικών του.

Η λακτόζη είναι ο χαρακτηριστικός υδατάνθρακας του γάλακτος. Συγκεκριμένα είναι ένας αναγωγικός δισακχαρίτης που αποτελείται από γλυκόζη και γαλακτόζη.

Ακολουθεί το λίπος που αποτελείται κυρίως από τριγλυκερίδια. Τα λιπαρά οξέα τους διαφέρουν ως προς το μέγεθος (2-20 άτομα C) και τον αριθμό των διπλών δεσμών (0-4 δ.δ.). Σε πιο μικρές συγκεντρώσεις βρίσκουμε φωσφολιπίδια, χοληστερόλη, ελεύθερα λιπαρά οξέα και διγλυκερίδια.

Η καζεΐνη αποτελεί το 80% των πρωτεϊνών του γάλακτος, είναι μίγμα 10 διαφορετικών συστατικών και είναι αδιάλυτη σε pH 4,6. Το υπόλοιπο 20% αντίθετα είναι διαλυτό σε pH 4,6 και αποτελείται από τις πρωτεΐνες του ορού. Ακόμα περιέχει

άλλες πρωτεΐνες, όπως ένζυμα τα οποία έχουν πολύ σημαντική δραστηριότητα παρά το μικρό ποσοστό τους στο γάλα [5].

Πίνακας 1.2. Συστατικά του αγελαδινού γάλακτος
(Πηγή: Καμινारीδης, Μοάτσου, «Γαλακτοκομία», Αιγάλεω, 2009)

Κύρια	Δευτερεύοντα
Νερό (87,7%)	Αέρια
Λίπος (3,7%)	Λιπίδια
Λακτόζη (4,7%)	Ενδογενή ένζυμα (>60)
Πρωτεΐνες (3,2%)	Λιποδιαλυτές και υδατοδιαλυτές βιταμίνες
- καζεΐνη	Μη πρωτεϊνικές αζωτούχες ουσίες
- πρωτεΐνες του ορού	Ιχνοστοιχεία
Ανόργανα στοιχεία (0,7%)	Ορμόνες - αυξητικοί παράγοντες
	Μικροοργανισμοί
	Σωματικά κύτταρα

1.3. Δομή του γάλακτος

Δομή είναι ο τρόπος, κατά τον οποίο είναι κατανεμημένα μέσα στο γάλα τα συστατικά του. Το γάλα είναι ένα σύνθετο βιολογικό υγρό, μέσα στο οποίο ανευρίσκονται όλες οι μορφές διαμερισμού: αδρομερές, κολλοειδής και μοριακή. Ως προς τα κυριότερα δομικά στοιχεία του γάλακτος διευκρινίζουμε τα εξής:

Η λιπαρή φάση του γάλακτος βρίσκεται με τη μορφή των λιποσφαιρίων, που αποτελούνται από έναν ετερογενή πυρήνα τριγλυκεριδίων. Τον πυρήνα αυτόν περιβάλλει μια μεμβράνη πρωτεϊνικής κυρίως φύσης. Το γάλα χωρίς λιποσφαίρια ονομάζεται πλάσμα γάλακτος, όρος σχεδόν ίδιος με το άπαχο γάλα.

Τα καζεϊνικά μικκύλια αποτελούνται από καζεΐνη, νερό, άλατα και ένζυμα. Το πλάσμα γάλακτος ή το άπαχο γάλα χωρίς καζεΐνη ονομάζεται ορός του γάλακτος.

Οι πρωτεΐνες του ορού είναι κυρίως σφαιρικές και βρίσκονται μέσα στο γάλα ως μεμονωμένα μόρια ή μικρά ολιγομερή.

Τα διαλυτά συστατικά αποτελούν η λακτόζη, τα άλατα, οι βιταμίνες και άλλα μικρά μόρια.

Πίνακας 1.3. Τα χαρακτηριστικά της δομής του γάλακτος
(Πηγή: Καμινारीδης, Μοάτσου, «Γαλακτοκομία», Αιγάλεω, 2009)

Μέγεθος	Τύπος σωματιδίων	Αριθμός σωματιδίων / ml γάλακτος	Βρίσκονται στο γάλα ως
0,1-10 μm	λιποσφαίρια	10^{10}	γαλάκτωμα
20-400 nm	καζεϊνικά μικκύλια	10^{14}	κολλοειδής διασπορά
3-6 nm	πρωτεΐνες ορού	10^{17}	κολλοειδές διάλυμα

1.4. Παράγοντες που επηρεάζουν τη χημική σύσταση του γάλακτος

Η χημική σύσταση του γάλακτος και η διακύμανσή της δεν είναι επακριβώς γνωστές. Αυτό συμβαίνει, γιατί πολλοί παράγοντες επηρεάζουν τη χημική σύσταση και πολλές μεταβολές είναι αλληλοεξαρτώμενες. Εξάλλου, η διακύμανση των παραγόντων εξαρτάται και από το κλίμα, τις πρακτικές διαχείρισης στην εκμετάλλευση, τη φυλή των ζώων, το πρόγραμμα εκτροφής κ.λπ. Στην ουσία, τα αποτελέσματα σε μια περιοχή ή χώρα δεν ισχύουν για όλους τους τύπους.

Όσον αφορά τη χημική σύσταση του γάλακτος αγελάδας, αυτή εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι η φυλή, η ατομικότητα, η διατροφή, το στάδιο της γαλακτικής περιόδου, η ηλικία, η υγεία του ζώου και ιδιαίτερα του μαστού, η φυσική του κατάσταση, η φάση της γαλακτικής περιόδου, η εποχή και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος [10].

1.5. Φυσικές ιδιότητες του γάλακτος

Με τη γνώση των φυσικών ιδιοτήτων του γάλακτος αποκτούμε πληροφορίες για την κανονικότητα του προϊόντος και μπορούμε να σχεδιάσουμε τις μεθόδους επεξεργασίας του.

Παρακάτω αναφέρονται επιγραμματικά οι κυριότερες φυσικές ιδιότητες, σύμφωνα με τους Walstra κ.ά. [6] και McCarthy [7].

Οσμή και γεύση: Η Οσμή είναι ιδιάζουσα με γεύση ευχάριστη, ελαφρά υπόγλυκη λόγω της λακτόζης. Τυχόν απόκλιση από αυτά υποδηλώνει ακαταλληλότητα ή και ανθυγιεινότητα.

Χρώμα: Το είδος του ζώου, η φυλή και οι χρωστικές (καροτένια, ριβοφλαβίνη) καθορίζουν το χρώμα. Αυτό μπορεί να είναι λευκωπό, λευκοκίτρινο ή κυανόλευκο. Το λευκωπό χρώμα του αγελαδινού γάλακτος είναι αποτέλεσμα του σκεδασμού του φωτός από τα λιποσφαιρία και τα καζεϊνικά μικκύλια.

Οξύτητα: Το αγελαδινό γάλα πρόσφατης άμελξης έχει ολική οξύτητα 14°-16° Dornic. Η οξύτητα αυτή με την πάροδο του χρόνου μεγαλώνει λόγω ζύμωσης της λακτόζης και παραγωγής γαλακτικού και άλλων οργανικών οξέων. Όταν η οξύτητα υπερβεί τους 18° D, το γάλα θεωρείται ακατάλληλο για επεξεργασία. Ολική οξύτητα 10°-12° D στο πρόσφατης άμελξης αγελαδινό γάλα υποδηλώνει προσβολή από μαστίτιδα.

Ρυθμιστική ικανότητα: Το γάλα έχει και ρυθμιστικές ικανότητες, στοιχείο που οφείλεται στο φωσφορικό και το κιτρικό ασβέστιο. Η θέρμανση του γάλακτος προκαλεί μια μικρή άνοδο του pH, λόγω απώλειας CO₂. Παράλληλα μειώνει τη ρυθμιστική του ικανότητα, λόγω καθίζησης του καζεϊνικού ασβεστίου, με παράλληλη απελευθέρωση ιόντων υδρογόνου. Θέρμανση όμως πάνω από τους 100° C προκαλεί μείωση του pH, λόγω παραγωγής μυρμηγκικού και οξικού οξέος από τη μερική διάσπαση της λακτόζης.

Δυναμικό οξειδοαναγωγής (Eh): Το πρόσφατης άμελης φυσιολογικό γάλα, λόγω απουσίας οξυγόνου, έχει Eh +50 mVolts. Στην πραγματικότητα όμως το γάλα έχει οξυγόνο και το Eh κυμαίνεται από +200 έως και +300 mV.

Ανάπτυξη οξυγαλακτικών βακτηρίων στο γάλα επιφέρει μείωση του Eh, λόγω της κατανάλωσης του O₂ και της παραγωγής αναγωγικών ενζύμων, με αποτέλεσμα το Eh να γίνεται αρνητικό (-100 έως -200 mV).

Η θέρμανση προκαλεί μείωση του Eh, γεγονός που οφείλεται στη μείωση της συγκέντρωσης του O₂ και στην έκθεση των σουλφυδρικών ομάδων, λόγω της μετουσίωσης ορισμένων πρωτεϊνών και ιδιαίτερα της β-γαλακτοσφαιρίνης.

Πυκνότητα – Ειδικό βάρος: Η πυκνότητα των σωμάτων μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία. Εξαιτίας αυτού επικράτησε το ειδικό βάρος (ε.β.) του γάλακτος να μετρείται στη θερμοκρασία των 15° ή 20° C. Το ε.β. του γάλακτος διαμορφώνεται από το ε.β. των επιμέρους συστατικών του. Το ε.β. του γάλακτος αγελάδας κυμαίνεται από 1,028-1,033. Αύξηση ή μείωση του ΣΥΑΛ (στερεού υπολείμματος άνευ λίπους) κατά 10% επιφέρει αύξηση ή μείωση του ε.β. κατά 0,0035.

Ιξώδες: Το ιξώδες του γάλακτος κυμαίνεται μεταξύ 0,9 και 2,1 centipoise και επηρεάζεται κυρίως από τη συγκέντρωση και τη διασπορά των κολλοειδών συστατικών του (μικκυλίων καζεΐνης), καθώς και από τον αριθμό των λιποσφαιρίων. Η ομογενοποίηση αυξάνει τον αριθμό των λιποσφαιρίων, γεγονός που επιφέρει αύξηση του ιξώδους. Το ιξώδες επηρεάζεται επίσης από τη θερμοκρασία και είναι μεγαλύτερο σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Σημείο πήξης – σημείο ζέσης: Το σημείο πήξης στο γάλα κυμαίνεται από -0,530° έως -0,570 °C με μέση τιμή τους -0,547 °C. Θεωρείται μία αξιόπιστη φυσική παράμετρος του γάλακτος. Αύξηση του σημείου πήξης συμβαίνει με την προσθήκη νερού, ενώ η ζύμωση του γάλακτος και η παραγωγή γαλακτικού οξέος το μειώνουν.

Αντίθετα, το γάλα βράζει από τους 100,15° έως και τους 100,17° C και αυτό οφείλεται στα υδατοδιαλυτά συστατικά του. Μετά το βρασμό όμως ελαττώνεται το σημείο ζέσης, λόγω μερικής καθίζησης ορισμένων συστατικών του.

1.6. Διατροφική και βιολογική αξία του γάλακτος

Το γάλα αποτελεί τη μοναδική τροφή για τα πρώτα στάδια της ζωής του νεογέννητου των θηλαστικών. Για τον άνθρωπο, μετά τους πρώτους μήνες της ζωής του, το γάλα δεν επαρκεί για να καλύψει όλες τις ανάγκες του σε θρεπτικά συστατικά. Όμως αποτελεί μια άριστη τροφή και μια από τις σημαντικότερες πηγές πρωτεϊνών υψηλής βιολογικής αξίας, ασβεστίου, φωσφόρου, καθώς και ορισμένων βιταμινών. Επιπλέον, το γάλα προσφέρει στον καταναλωτή εκατοντάδες άλλα συστατικά σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις, με μεγάλη όμως βιολογική αξία.

1.6.1. Διατροφική αξία των συστατικών του γάλακτος

Το γάλα παρέχει ένα ευρύ φάσμα θρεπτικών συστατικών για τη διατροφή του ανθρώπου. Είναι σημαντική πηγή πρωτεϊνών υψηλής ποιότητας, βιταμινών του συμπλέγματος Β και ανόργανων συστατικών (ασβεστίου, ιωδίου και φωσφόρου). Ένα λίτρο γάλακτος μπορεί να καλύψει σημαντικό μέρος από τις ημερήσιες ανάγκες

του ανθρώπου σε ορισμένα θρεπτικά συστατικά [10]. Ειδικότερα, για τα διάφορα συστατικά μπορούν να αναφερθούν συνοπτικά τα παρακάτω.

Λακτόζη: Είναι κυρίως πηγή ενέργειας. Στα βρέφη, κάποιο μικρό ποσοστό της λακτόζης εισέρχεται στο παχύ έντερο, όπου ενισχύει την ανάπτυξη ορισμένων ωφέλιμων γαλακτικών βακτηρίων που βοηθούν στην αντιμετώπιση γαστρεντερικών διαταραχών που προκαλούνται από ανεπιθύμητα βακτήρια. Επιπλέον, η λακτόζη ενισχύει την απορρόφηση του ασβεστίου και ίσως του φωσφόρου και του μαγνησίου.

Σε ένα μικρό ποσοστό του πληθυσμού με δυσανεξία στη λακτόζη η κατανάλωση γάλακτος αποτελεί πρόβλημα που αποδίδεται στην ανεπάρκεια του πεπτικού συστήματος στο ένζυμο λακτάση (β-γαλακτοζιδάση). Αντίθετα, δεν υπάρχει πρόβλημα με την κατανάλωση γιαουρτιού και τυριών. Με την κατανάλωση λακτόζης σχετίζεται και η γαλακτοζαιμία, που είναι πολύ σπάνιο γενετικό ελάττωμα και οφείλεται στην ανεπάρκεια σε ένα ηπατικό ένζυμο, που έχει ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση της γαλακτόζης και των ενδιάμεσων προϊόντων μεταβολισμού της στον οργανισμό.

Ανόργανα συστατικά: Το γάλα περιέχει πολλά άλατα και μεταλλικά στοιχεία. Από διαιτητική άποψη, ενδιαφέρον έχουν τα άλατα ασβεστίου και φωσφόρου, διότι το γάλα θεωρείται η κύρια πηγή προσπορισμού των στοιχείων αυτών, και ένας νεαρός οργανισμός μπορεί να καλύπτει σχεδόν τις ημερήσιες ανάγκες του σε αυτά με μισό λίτρο γάλακτος. Αποτελεί επίσης σημαντική πηγή μαγνησίου, καλίου και ιχνοστοιχείων, όπως ο ψευδάργυρος. Το γάλα όμως είναι φτωχό σε χαλκό και κυρίως σίδηρο, του οποίου επιπλέον η βιοδιαθεσιμότητα είναι περιορισμένη. Η απορρόφηση του σιδήρου είναι πολύ καλύτερη από το γάλα της γυναίκας, επειδή διευκολύνεται από τις υψηλότερες συγκεντρώσεις γαλακτοσιδερίνης, λακτόζης και ασκορβικού οξέος [11, 12].

Πρωτεΐνες: Οι πρωτεΐνες του αγελαδινού γάλακτος υπερέχουν έναντι των φυτικών πρωτεϊνών, των οποίων αυξάνουν τη διατροφική αξία, όταν καταναλώνονται μαζί. Οι πρωτεΐνες του γάλακτος είναι πλούσιες σε λυσίνη, σε αντίθεση με τις ελλειμματικές στο αμινοξύ αυτό φυτικές πρωτεΐνες [13]. Οι καζεΐνες και οι πρωτεΐνες του ορού του γάλακτος είναι συμπληρωματικές ως προς τις συγκεντρώσεις μερικών απαραίτητων αμινοξέων. Όμως το αγελαδινό γάλα είναι περισσότερο δύσπεπτο από το ανθρώπινο, εξαιτίας της μεγαλύτερης περιεκτικότητάς του σε καζεΐνη και φωσφορικό ασβέστιο. Μάλιστα, η υψηλότερη περιεκτικότητα του ανθρώπινου γάλακτος στις πρωτεΐνες λακτοφερίνη και λυσοζύμη διαμορφώνει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της μικροχλωρίδας του πεπτικού συστήματος των νεογνών. Πρέπει να σημειωθεί ότι ορισμένοι άνθρωποι και κυρίως βρέφη παρουσιάζουν αλλεργικές αντιδράσεις στις πρωτεΐνες του αγελαδινού γάλακτος (0,1-0,5% του πληθυσμού) [14]. Εκτός όμως από όσα αναφέρθηκαν, οι μεμονωμένες πρωτεΐνες του γάλακτος είναι πηγές πολλών διαφορετικών πεπτιδίων με ιδιαίτερες φυσιολογικές δράσεις.

Λίπος: Το χαρακτηριστικό του λίπους του αγελαδινού γάλακτος είναι η έντονη παρουσία λιπαρών οξέων μικρού μοριακού βάρους. Αναφέρουμε π.χ. το βουτυρικό οξύ και τη χαμηλή συγκέντρωση σε πολυακόρεστα, τα οποία, αν και αποτελούν συστατικό της τροφής των μηρυκαστικών, μετατρέπονται σε κορεσμένα από τα βακτήρια του πεπτικού τους συστήματος (βιοϋδρογόνωση). Τα κορεσμένα λιπαρά οξέα του γάλακτος συμβάλλουν γενικά στην αύξηση των επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα, όμως διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τη δράση αυτή.

Μεγάλου μοριακού βάρους κορεσμένα λιπαρά οξέα με 12-16 άτομα C, όπως το λαουρικό, το μυριστικό και το παλμιτικό, αυξάνουν τη συνολική αλλά και τη χαμηλής ποιότητας «κακή», LDL, χοληστερόλη, ενώ τα μικρού-μεσαίου μοριακού βάρους κορεσμένα λιπαρά οξέα με 4-10 άτομα C, όπως το βουτυρικό, καπροϊκό, καπρυλικό και καπρινικό έχουν ουδέτερη επίδραση [14]. Τα λιπαρά οξέα με 6-10 άτομα C (καπροϊκό, καπρυλικό, καπρικό) απορροφώνται γρήγορα από το πεπτικό σύστημα και θεωρείται ότι παίζουν θετικό ρόλο στη μείωση του σωματικού βάρους και της γλυκόζης του αίματος. Το ελαϊκό οξύ είναι το μοναδικό μονοακόρεστο του λίπους του γάλακτος. Γενικά τα πολυακόρεστα βρίσκονται σε ίχνη στο λίπος του γάλακτος. Τα απαραίτητα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, το λινελαϊκό οξύ και το λινολενικό υπάρχουν σε μικρές αλλά σημαντικές ποσότητες στο γάλα. Το αραχιδονικό οξύ απαντά στο γάλα σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις, αλλά μπορεί να σχηματιστεί από το λινελαϊκό οξύ που αποτελεί την πρόδρομη ουσία [15].

Βιταμίνες: Οι βιταμίνες είναι οργανικές ενώσεις, οι οποίες είναι απαραίτητες σε μικρές ποσότητες για την κανονική αύξηση και διατήρηση ενός ζωντανού οργανισμού, ο οποίος δεν είναι σε θέση να τις συνθέσει. Το γάλα περιέχει όλες σχεδόν τις βιταμίνες, άλλες σε ικανοποιητική ποσότητα και άλλες σε ίχνη. Από διαιτητική άποψη, θεωρείται καλή πηγή για τη βιταμίνη A και για αρκετές βιταμίνες του συμπλέγματος B (B₁, B₂, νιασίνη και παντοθενικό οξύ). Δεν είναι όμως καλή πηγή βιταμινών C, D και E, ενώ η συγκέντρωση ορισμένων βιταμινών μειώνεται κατά την επεξεργασία ή τη συντήρηση του γάλακτος [6]. Η Βιταμίνη C είναι η πιο ευαίσθητη στη θέρμανση, ειδικά με την ύπαρξη οξυγόνου και ορισμένων μετάλλων. Οι απώλειες της βιταμίνης C κυμαίνονται από 5-20% κατά την παστερίωση του γάλακτος [6].

1.6.2. Βιολογικές ιδιότητες του γάλακτος που συνδέονται με την υγεία

Ορισμένες βιολογικές ιδιότητες του γάλακτος, που σχετίζονται με την υγεία και οφείλονται στην παρουσία βιοενεργών ουσιών, έχουν ένα ευρύ φάσμα θετικών επιδράσεων στη λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού. Προέρχονται από τα συστατικά του γάλακτος που υπάρχουν σε αυτό, καθώς εκκρίνεται από τμήματα των συστατικών τα οποία απελευθερώνονται κατά την πέψη τους στον ανθρώπινο οργανισμό ή σχηματίζονται κατά τη ζύμωση του γάλακτος για την παρασκευή διαφόρων προϊόντων. Ενδεικτικά αναφέρουμε μερικές από τις πιο σημαντικές βιοενεργές ουσίες και τη σημασία τους:

- **β-γαλακτογλοβουλίνη**, έχει συνδεθεί με την καθυστέρηση εντερικών όγκων σε πειραματόζωα και αντιμικροβιακή δράση στο έντερο.
- **ανοσογλοβουλίνες, λακτοφερίνη, λυσοζύμη, λατοϋπεροξειδάση**, αποτελούν το αντιμικροβιακό σύστημα του γάλακτος. Ειδικά η λακτοφερίνη δεσμεύει τον σίδηρο συμβάλλοντας ως αντιοξειδωτικό και επιπλέον βοηθά στην απορρόφηση του σιδήρου του βρεφικού γάλακτος.
- **γλυκομακροπεπίδιο**, προέρχεται από την καζεΐνη μετά την πήξη του γάλακτος με πυτιά. Συμβάλλει στην ανάπτυξη ωφέλιμων προβιοτικών μικροοργανισμών στο πεπτικό σύστημα.
- **καζεΐνοφωσφοπεπίδια**, προέρχονται από διάσπαση καζεϊνών, δημιουργούν διαλυτά σύμπλοκα με το ασβέστιο και βοηθούν στην πρόληψη της οστεοπόρωσης.

- **συζευγμένο λινελαϊκό οξύ (CLA)**, έχει συνδεθεί με διάφορες βιολογικές δράσεις, όπως μείωση της ολικής και της LDL χοληστερόλης και μειώνει την αναλογία λίπους / μάζας σώματος.
- **λακτουλόζη**, σχηματίζεται κατά τη θερμική επεξεργασία του γάλακτος από τη λακτόζη και βοηθά στην ανάπτυξη προβιοτικών μικροοργανισμών.
- **γαλακτόζη**, σχηματίζεται από τη διάσπαση της λακτόζης και συμβάλλει στην ανάπτυξη του εγκεφάλου των βρεφών.
- **ασβέστιο, κάλιο και μαγνήσιο**, εμπεριέχονται στα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα οποία με αυτές τις ουσίες συμβάλλουν στη διατήρηση της συστολικής αρτηριακής πίεσης σε φυσιολογικά επίπεδα.
- **μεμβράνη των λιποσφαιρίων**, περιέχει πάρα πολλά συστατικά με ευνοϊκές επιδράσεις στην υγεία: Mucin (με αντιϊκή δράση), ξανθίνη – οξειδάση (με αντιμικροβιακές ιδιότητες), γλυκοπρωτεΐνες (που διευκολύνουν την ανάπτυξη προβιοτικών μικροοργανισμών), ειδικά λιπαρά οξέα (με αντικαρκινικές ιδιότητες), σφιγγομυελίνη (παρεμποδίζει την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών), βιταμίνη Ε και καροτενοειδή (με αντιοξειδωτικές ιδιότητες), διάφορα άλλα συστατικά συμπεριλαμβανομένων και των φωσφολιπιδίων (με δυνατότητες πρόληψης ασθενειών του πεπτικού συστήματος, αντικαρκινικές ιδιότητες, ελάττωση χοληστερόλης) [16].

Βιβλιογραφία 1^ο Κεφαλαίου

1. ΚΤΠ, 2014. Κώδικας Τροφίμων Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης. Μέρος Α', Τρόφιμα και Ποτά. Άρθρο 80, Είδη Γάλακτος. Εθνικό Τυπογραφείο. Αθήνα.
2. FAO/WHO, 2011. Codex General Standard for the Use of Dairy Terms. Codex STAN 206-1999. In: FAO/WHO Codex Alimentarius, Milk and Milk Products, 2nd Ed. Rome. pp. 176-179.
3. USDHEW, 1953. Milk ordinance and Code 1953. Recommendations of Public Health Service. U.S. Department of Health Education and Welfare. Public Health Service Publication No 229. Washington D.C.
4. FAOSTAT, 2015. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QL/E>.
5. Καμιναρίδης Στ., Μοιάτσου Γκ., (2009). «Γαλακτοκομία». Εκδόσεις: Έμβρυο. Ιερά οδός – Αιγάλεω.
6. Walstra P., Wouters J.T.M. & Geurts T.J. (2006). Dairy Science and Technology. 2nd Ed. CRC Press, Taylor & Francis, Boca Raton, USA.
7. McCarthy, O.J., 2011. Physical and physico-chemical properties of milk. In: Fuquay, J.W., Fox, P.F., and McSweeney, P.L.H. (eds), Encyclopedia of Dairy Sciences, Vol. 3, 2nd Ed. Elsevier, London. pp. 467-477.
8. Alais, C., 1984. Science du lait – principes des techniques laitières, 4th Ed. Editions Sepaic, Paris.
9. Sherbon, J.W., 1988. Physical properties of milk. In: Jenness, R., Wong, N.P., Marth, E.H., and Keeney, M. (eds), Fundamentals of Dairy Chemistry, 3rd Ed. Chapman & Hall, New York. pp. 409-460.
10. Μαντής Α., Παπαγεωργίου Δημ., Φλετούρης Δημ., Αγγελίδης Αποστ. «Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του». Σχολή Επιστημών Υγείας, Τμήμα Κτηνιατρικής Α.Π.Θ. Αφοί Κυριακίδη, Εκδόσεις Α.Ε. Θεσσαλονίκη.
11. Miller, G.D., Jarvis, J.K., and McBean, L.D., 2007. The importance of milk and milk products in the diet. In: Miller, G.D. Jarvis, J.K., and McBean, L.D. (eds), Handbook of Dairy Foods and Nutrition, 3rd Ed. CRC Press, Taylor & Francis, Boca Raton, FL. pp. 1-53.
12. Gaucheron, F., 2013. Milk minerals, trace elements and macroelements. In: Park, Y.W., and Haenlein, G.F.W. 9 eds), Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health, 1st Ed. John Wiley & Sons, Ltd., New York. pp. 172-199.

13. Hambraeus L. (1992) Nutritional aspects of milk proteins. In: Advanced Dairy Chemistry-1: Proteins. Edited by P.F. Fox. Elsevier Science Publishers, Essex, England. pp. 457-490.
14. Walstra P. & Jenness R. (1984). Dairy Chemistry and Physics. Wiley Interscience Publications.
15. Miller G.D., Jarvis J.K. & McBean L.D. (2000). Handbook of Dairy Foods and Nutrition (2nd edition). CRC Press LLC. Florida, USA.
16. Κεχαγιάς Χρήστος (2011), «Γάλα – επιστήμη, τεχνολογία και έλεγχοι για τη διασφάλιση της ποιότητας», Εκδοτικός όμιλος Ίων, Περιστέρι – Αθήνα.

*

Κεφάλαιο 2^ο. Παραγωγή γάλακτος

2.1. Εισαγωγή

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) συνεισφέρει στην παγκόσμια παραγωγή γάλακτος σε σημαντικά ποσοστά γάλακτος (25% αγελαδινό, 18,6% κατσίκισιο και 18,4% πρόβειο). Στην Ε.Ε. το 97% του συνολικού όγκου του παραγόμενου γάλακτος είναι αγελαδινό. Η υπερπροσφορά γάλακτος έχει μειώσει σε παγκόσμιο επίπεδο αρκετά τις τιμές. Από το Σεπτέμβριο του '14 έως το Σεπτέμβριο του '15 μειώθηκε η τιμή κατά 19%, λόγω υπερπροσφοράς. Σημειωτέον ότι δεν φαίνεται ότι μπορούν να αυξηθούν οι τιμές, λόγω και της πολιτικής αβεβαιότητας [6].

Υπάρχει μια σύγκρουση συμφερόντων μεταξύ μεγάλων εταιρειών της Ε.Ε. με μεγάλα πλεονάσματα γάλακτος και εγχώριων εταιρειών χωρών μελών για το μερίδιο αγοράς. Επίσης υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων μεταξύ γαλακτοβιομηχανιών και αλυσίδων σούπερ μάρκετ, που χρησιμοποιούν δικές τους ονομασίες προϊόντων γάλακτος [1].

Η Ελλάδα έχει μεγάλη παράδοση με μικρές μονάδες μηρυκαστικών, και το 60% της παραγωγής της είναι αιγοπρόβειο γάλα. Το υπόλοιπο 40% είναι αγελαδινό. Η χώρα έχει 9,5 εκατομμύρια πρόβατα (12% του συνόλου της Ε.Ε.) και 4,5 εκατομμύρια αίγες (48% του συνόλου της Ε.Ε.). Αντίθετα, έχει μόλις το 0,6% των αγελάδων, περίπου 154.000 ζώα. Περίπου 115.000 οικογένειες στην Ελλάδα ασχολούνται με την κτηνοτροφία και περίπου 300.000 άτομα δουλεύουν μερικώς ή αποκλειστικά στον πρωτογενή τομέα (π.χ. παραγωγή νωπού γάλακτος) [5]. Η Ελλάδα, ενώ έχει στο ενεργητικό της μικρή συνεισφορά στο αγελαδινό γάλα, είναι 2^η στην παραγωγή αιγοπρόβειου γάλακτος στην Ε.Ε και κατατάσσεται μεταξύ 4^{ης} και 5^{ης} σε παγκόσμιο επίπεδο. Και ας σημειωθεί εδώ ότι είναι 1^η στην κατά κεφαλή παραγωγή γάλακτος ανά ζώο στα αιγοπρόβατα. Το 90% της παραγωγής του αιγοπρόβειου γάλακτος χρησιμοποιείται για την παραγωγή τυριού, με την Ελλάδα να έχει 21 τυριά ΠΟΠ, το μεγαλύτερο αριθμό στην Ε.Ε. Περί το 80% των αιγοπροβάτων προέρχεται από μικρές (έως 100 ζώα) κτηνοτροφικές μονάδες, που απασχολούν οικογένειες στην εργασία. Αυτές οι μονάδες παρά τις προσπάθειες των τελευταίων ετών διακρίνονται για την έλλειψη μηχανικής υποστήριξης. Η αιγοπροβατοτροφία αποτελεί ουσιαστικά τη μοναδική πηγή εισοδήματος σε κάποιες ορεινές περιοχές της Ελλάδας.

Το 80% του αγελαδινού γάλακτος προορίζεται για διάθεση σε ειδική συσκευασία στην αγορά, παστεριωμένο, ενώ το υπόλοιπο για γιαούρτι. Παρόλα αυτά υπάρχει έλλειψη στην εγχώρια αγορά σε γάλα και γιαούρτι, αφού η παραγωγή 730.589 τόνων (2013) δεν επαρκεί, για να καλύψει τις ανάγκες των 1,3 εκατομμυρίων τόνων. Παρά τους περιορισμούς από την Ε.Ε. στο αγελαδινό γάλα, η Ελλάδα ποτέ δεν υπερέβη τα όρια αυτά. Αντίθετα, υπήρξε έλλειψη σε εκτροφείς αγελάδων. Από 12.400 το 2000, το 2013 μειώθηκαν στους 3.680 εκτροφείς.

Τον Απρίλιο του 2015 οι ποσοτώσεις καταργήθηκαν στην Ε.Ε. και αυτό έφερε φόβους για τις τιμές των προϊόντων από τους παραγωγούς, με την Ελλάδα να ζητά υποστήριξη και δημόσιο έλεγχο. Την ίδια στιγμή επανεξέτασε το ρόλο των συνεταιρισμών και των διαφόρων άλλων ομάδων παραγωγών, για να μπορέσει να αντεπεξέλθει καλύτερα στις νέες συνθήκες.

Ο δευτερογενής τομέας, π.χ. η επεξεργασία του γάλακτος, είναι καλά οργανωμένος και ανεπτυγμένος. 53 μεγάλες εταιρείες γάλακτος επεξεργάζονται περισσότερους από 5.000 τόνους γάλακτος ανά έτος. Ακόμα 671 οικογενειακές

γαλακτοκομικές μονάδες επεξεργάζονται κάτι λιγότερο από 5000 τόνους ανά έτος. Όλοι οι τύποι γάλακτος υφίστανται επεξεργασία στην Ελλάδα. Συγκεκριμένα παράγονται 730.589 τόνοι αγελαδινού γάλακτος, 735.669 πρόβειου γάλακτος και 350.871 κατσικίσιου γάλακτος (Στοιχεία από νούμερα του 2013). Από αυτές τις ποσότητες προκύπτουν προϊόντα, όπως πόσιμο γάλα, γιαούρτια και τυριά. Το αιγοπρόβειο γάλα το επεξεργάζονται οι μικρές οικογενειακές επιχειρήσεις σε μεγάλο βαθμό και αυτό επιφέρει σημαντικά οφέλη σε αυτές. Συνολικά εργάζονται 11.802 υπάλληλοι στον τομέα των γαλακτοκομικών προϊόντων, και ο τομέας αυτός ως ολόκληρο είναι ισάξιος του 17,3% σε παραγωγική αξία του τομέα τροφίμων. Αυτό συμβάλλει στο 1% της οικονομίας σε ένα σύνολο 3,3% του ολικού αγροτικού τομέα στο ΑΕΠ [2].

Υπό αυτές τις συνθήκες, ο κλάδος της γαλακτοκομίας στην Ελλάδα έχει καταστεί ευπαθής σε σχέση με τον διεθνή ανταγωνισμό. Τα κράτη που εισάγουν έχουν βάλει υψηλά στάνταρ για το γάλα που παραλαμβάνουν από άλλα κράτη. Η επιτυχία του Ελληνικού κλάδου εξαρτάται από την παραγωγή, πλέον, υψηλών προδιαγραφών γάλακτος και τη μετατροπή του σε προστιθέμενης αξίας προϊόντα, όπως παραδοσιακά προϊόντα και τυριά ΠΟΠ. Κρίσιμο σημείο εδώ αποτελεί η υποδομή που θα εξασφαλίζει τα υψηλά κριτήρια και τις συνθήκες υγιεινής που απαιτούνται στην Ε.Ε. Λαμβάνοντας όλα αυτά υπόψη, ο Ελληνικός γαλακτοκομικός κλάδος πρέπει να αναδιοργανωθεί, για να μπορεί να προσφέρει προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας και ανταγωνιστικότητας. Ακόμη πρέπει να είναι σε θέση να εκμεταλλευθεί τα εξαιρετικά πλεονεκτήματά του σε σχέση με άλλες χώρες (π.χ. έδαφος, κλίμα) [1].

2.2. Εγχώρια αγορά γάλακτος και προϊόντων

Η παραγωγή γάλακτος της Ε.Ε. αφορά κυρίως το αγελαδινό γάλα. Τα πράγματα όμως είναι διαφορετικά στην Ελλάδα, όπου μόνο το 40% του συνολικού γάλακτος είναι αγελαδινό. Το πρόβειο γάλα συνήθως αναμιγνύεται με κατσικίσιο για τη δημιουργία τυριών ΠΟΠ. Επιπρόσθετα, το κατσικίσιο γάλα της Ελλάδας εξάγεται στη Γαλλία για τη δημιουργία γαλλικών κατσικίσιων τυριών ΠΟΠ. Αυτό δεν αποτελεί έκπληξη, αφού η Γαλλία εδώ και δεκαετίες γνωρίζει τα τεχνολογικά πλεονεκτήματα του αίγιου γάλακτος για δημιουργία τυριών. Άνω του 30% των γαλλικών τυριών ΠΟΠ χρησιμοποιούν αποκλειστικά γάλα αίγας και ανεξάρτητα από τη χώρα προέλευσης του γάλακτος. Δυστυχώς όμως αυτό δεν αποτελεί το μεγάλο πλεονέκτημα που κάνει τη διαφορά στον Ελληνικό κλάδο γάλακτος παρά την ποιότητα και την ποσότητα του παραγόμενου κατσικίσιου γάλακτος.

Οι Έλληνες είναι πρώτοι στην κατανάλωση τυριών / άτομο παγκοσμίως. Η φέτα παίζει ρόλο κλειδί στις διαιτητικές συνήθειες των Ελλήνων και αποτελεί σημαντική εγχώρια παραγωγή μίγματος κατσικίσιου και πρόβειου γάλακτος. Ακόμα η αιγοπροβατοτροφία εξασφαλίζει πηγή εισοδήματος σε διάφορες ορεινές περιοχές της χώρας [2].

Το γιαούρτι αποτελεί το δεύτερο προϊόν του Ελληνικού γαλακτοκομικού κλάδου. Το «Ελληνικό γιαούρτι» έχει αναγνωρισιμότητα ανά τον κόσμο (στραγγισμένο γιαούρτι από αγελαδινό γάλα). Υπό αυτή την έννοια, το γιαούρτι αξίζει περισσότερη προσοχή για τη διαιτητική και οικονομική του αξία, γιατί αποτελεί μια πρόκληση για την ανάπτυξη του όλου κλάδου των γαλακτοκομικών. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι τα «άγρια» οξυγαλακτικά στελέχη βακτηρίων, που απομονώνονταν και πριν από το 2013 από φυσικά Ελληνικά

γαλακτοκομικά προϊόντα και ανήκουν στην ACA-DC συλλογή καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Γ.Π.Α.), του Εργαστηρίου Γαλακτοκομίας, χρησιμοποιούνται για την πειραματική παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων και περαιτέρω μελέτη των χαρακτηριστικών τους. Αυτός ο θησαυρός μαζί με το κατσικίσιο γάλα πρέπει να αποτελέσει τους μοχλούς του κλάδου στη χώρα όχι μόνο στο άμεσο αλλά και στο απώτερο μέλλον [3].

Ο κλάδος της γαλακτοκομίας είναι πολύ εκτιμημένος στην εγχώρια αγορά φαγητού και περιλαμβάνει μερικά από τα μεγαλύτερα ονόματα της βιομηχανίας της χώρας. Παρόλα αυτά, ένας αριθμός μικρών και μεσαίων παραγωγικών μονάδων, κυρίως τυριών, μπορεί και λειτουργεί αποδοτικά. Αυτές οι μονάδες καλύπτουν κυρίως τοπικές εγχώριες ανάγκες σε προϊόντα. Όμως οι μεγάλες βιομηχανίες έχουν σύγχρονο εξοπλισμό, πληθώρα προϊόντων και οργανωμένο δίκτυο διανομής. Αυτές οι εταιρείες έχουν μεγάλο ποσοστό κερδών από τη συνολική εγχώρια παραγωγή προϊόντων γάλακτος, πολλές δε από αυτές εισάγουν γάλα σε μεγάλες ποσότητες. Σημειωτέον ότι κάποιες παραγωγικές εταιρείες εισάγουν προϊόντα, για να εμπλουτίσουν το ήδη υπάρχον στοκ προϊόντων τους λόγω της μεγάλης ζήτησης [5].

2.3. Μέγεθος εγχώριας παραγωγής γαλακτοκομικών

Τα πιο πρόσφατα στοιχεία για την οικονομική αξία του Ελληνικού κλάδου προϊόντων οδηγούν πίσω στο 2009. Σύμφωνα με αυτά, η ελληνική βιομηχανία φαγητού καλύπτει το 18,9% όλων των βιομηχανιών της χώρας (Ε.Ε. μ.ό. 12,3%) στον κλάδο των επεξεργασιών και είναι 1^η μεταξύ όλων των βιομηχανιών επεξεργασίας. Την ίδια ώρα καλύπτει το 20,3% (Ε.Ε. μ.ό. 13,5%) όλων των υπαλλήλων στον κλάδο των επεξεργασιών και είναι πάλι 1^η μεταξύ των βιομηχανιών επεξεργασίας. Επιπλέον η βιομηχανία φαγητού είναι 1^η σε όρους παραγωγικής αξίας, ονομαστικά 20,4% (Ε.Ε. μ.ό. 13,8%), και ακαθόριστης προστιθέμενης αξίας, ονομαστικά 19,7% (Ε.Ε. μ.ό. 11,3%), και 2^η σε τζίρο, ονομαστικά 20,2% (Ε.Ε. μ.ό. 13,5%), μεταξύ όλων των εγχώριων βιομηχανιών επεξεργασίας. Η Ελληνική βιομηχανία γάλακτος καταλαμβάνει το 5,2% όλων των βιομηχανιών φαγητού και απασχολεί το 14,5% όλων των υπαλλήλων (11.802 άτομα) της βιομηχανίας φαγητού (81.392 άτομα). Αντίστοιχα, ο κλάδος επεξεργασίας γάλακτος, σε σύγκριση με τη βιομηχανία φαγητού ως σύνολο, αντιστοιχεί στο 17,3% της παραγωγικής αξίας (1.770 εκατ. ευρώ), στο 15,5% της ακαθόριστης προστιθέμενης αξίας (516 εκατ. ευρώ) και στο 20% του τζίρου (2.217 εκατ. ευρώ). Επιπλέον, στον κλάδο επεξεργασίας γάλακτος η εργατική παραγωγικότητα (ακαθόριστη προστιθέμενη αξία ανά άτομο) είναι 51,2 ευρώ. Ακολούθως το κόστος είναι 30 ευρώ ανά εργαζόμενο και τα κόστη επενδύσεων είναι 11 ευρώ ανά άτομο [5].

2.3.1. Νωπό γάλα

Η ολική παραγωγή όλων των τύπων γάλακτος, τα πρόσφατα χρόνια, έχει μια μειωτική τάση. Όπως διαπιστώνεται και από τον πίνακα που ακολουθεί, η παραγωγή αγελαδινού και κατσικίσιου γάλακτος μειώνεται από το 2008 και εξής, με εξαίρεση το 2012 για το αγελαδινό και το 2013 για το κατσικίσιο γάλα. Αντίθετα η παραγωγή πρόβειου γάλακτος αυξάνεται, υπερκαλύπτοντας ακόμα και την παραγωγή του αγελαδινού γάλακτος το 2013. Αξίζει να σημειωθεί ότι, αν και το αγελαδινό γάλα ξεπερνάει σε παραγωγή το κατσικίσιο και το πρόβειο ξεχωριστά, και τα δύο μαζί το

υπερβαίνουν σε ποσότητες παραγωγής κατά πολύ. Αυτό καταδεικνύει τη μεγάλη σημασία τους για τον Ελληνικό κλάδο παραγωγής.

Πίνακας 2.1. Εγχώρια παραγωγή γάλακτος σε TN κατά τύπο (2008-2013)
(Πηγή ICAP, 2014)

Έτος	Αγελαδινό γάλα	Πρόβειο γάλα	Κατσικίσιο γάλα	Σύνολο
2008	787.222	692.394	412.086	1.891.702
2009	755.279	724.843	411.695	1.891.817
2010	759.595	728.625	390.681	1.878.901
2011	752.403	739.557	369.777	1.861.737
2012	765.451	721.029	347.362	1.833.842
2013	730.589	735.669	350.871	1.817.129

Πίνακας 2.2. Εισερχόμενο αγελαδινό, πρόβειο και κατσικίσιο γάλα σε TN (2008-2014)
(Πηγή ΕΛΟΓΑΚ, 2015)

Έτος	Αγελαδινό γάλα	Πρόβειο γάλα	Κατσικίσιο γάλα	Σύνολο
2008	705.201	514.056	149.617	1.368.874
2009	685.000	546.693	156.756	1.388.449
2010	673.901	569.336	154.843	1.398.080
2011	641.767	539.120	135.519	1.316.406
2012	639.129	514.641	118.131	1.271.901
2013	608.533	538.627	125.731	1.272.891
2014	616.753	560.428	131.487	1.308.668

Στον Πίνακα 2.2 αποτυπώνεται το εισερχόμενο γάλα ανά έτος και τύπο. Εδώ πρέπει να πούμε ότι εισερχόμενο γάλα θεωρείται το γάλα που παραδίδεται τελικά στις βιομηχανίες. Αξίζει να αναφέρουμε ότι το 2014 η συνολική παραγωγή ήταν η υψηλότερη τα τελευταία 3 χρόνια, φτάνοντας τους 1.308.668 τόνους. Στον Πίνακα 2.3 παρουσιάζονται οι παραγόμενες ποσότητες διαφορετικών τύπων πόσιμου γάλακτος.

2.3.2. Πόσιμο γάλα

Η Ελληνική αγορά εμπορεύεται διάφορους τύπους γάλακτος, κυρίως φρέσκο γάλα, υψηλής παστερίωσης, γάλα UHT, συμπυκνωμένο, σοκολατούχο κ.ά.

Το γάλα υψηλής παστερίωσης είναι το κύριο ανταγωνιστικό προϊόν του παστεριωμένου γάλακτος. Όπως φαίνεται στο Πίνακα 2.3, η παραγωγή του παστεριωμένου γάλακτος μειώνεται από το 2010. Αντίθετα, από το 2008 έως το 2012 το υπερ-υψηλής παστερίωσης γάλα αυξάνεται.

Πίνακας 2.3. Ολική εγχώρια παραγωγή παστεριωμένου γάλακτος, υψηλής παστερίωσης, UHT γάλακτος, συμπυκνωμένου και διαφόρων άλλων τύπων γάλακτος σε TN (2008-2014) (Πηγή: ICAP, 2014)

Έτος	Παστεριωμένο γάλα	Υψηλής παστερίωσης γάλα	UHT γάλα	Συμπυκνωμένο γάλα	Διάφοροι άλλοι τύποι γάλακτος
2008	338.984	116.335	2.800	23.467	57.649
2009	340.679	126.004	3.000	22.570	52.101
2010	336.069	125.225	4.300	21.255	45.827
2011	329.855	138.139	5.000	20.456	38.051
2012	324.106	164.309	4.900	11.508	54.215
2013	284.156	157.262	5.500	8.138	49.652
2014 (Πρόβλεψη)	295.000	146.000	5.000	7.000	46.000

Η προσωρινή πτώση στην κατανάλωση παστεριωμένου γάλακτος σχετίζεται με τη κατανάλωση υψηλής παστερίωσης γάλακτος. Το τελευταίο είναι εύκολο να διατηρηθεί, να αποθηκευτεί και να διακινηθεί, εξαιτίας της μεγαλύτερης χρονικής διάρκειάς ζωής του. Μπορεί π.χ. να αποθηκευτεί στο ψυγείο για 21-40 ημέρες κλειστό ή για 4 ημέρες, αφού ανοιχτεί. Αξίζει να πούμε ότι μόνο ένας σχετικά μικρός αριθμός μεγάλων εταιρειών ασχολείται με την παραγωγή παστεριωμένου γάλακτος, αφού τα κόστη της μεταφοράς και παράδοσης είναι υψηλά, λόγω της περιορισμένης διάρκειας ζωής του. Επομένως οι μικρές μονάδες εξυπηρετούν κυρίως τις τοπικές περιοχές, στις οποίες υπάγονται.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. ΣΥΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΑΓΕΛΑΔΟΤΡΟΦΙΑΣ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΕΣ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ (ΠΟΣΟΣΤΑ % ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ)	
Κ. Μακεδονία	
Πληθυσμός ζώων	42,8
Εκμεταλλεύσεις	27,4
Ποσότητα γάλακτος	44,0
Αν. Μακεδονία και Θράκη	
Πληθυσμός ζώων	15,4
Εκμεταλλεύσεις	15,4
Ποσότητα γάλακτος	15,0
Δυτ. Μακεδονία	
Πληθυσμός ζώων	10,3
Εκμεταλλεύσεις	17,7
Ποσότητα γάλακτος	9,0
Θεσσαλία	
Πληθυσμός ζώων	12,5
Εκμεταλλεύσεις	12,6
Ποσότητα γάλακτος	13,0
Ήπειρος	
Πληθυσμός ζώων	5,7
Εκμεταλλεύσεις	4,4
Ποσότητα γάλακτος	3,6
Δυτική Ελλάδα	
Πληθυσμός ζώων	5,8
Εκμεταλλεύσεις	8,5
Ποσότητα γάλακτος	5,4
Λοιπές Περιφέρειες	
Πληθυσμός ζώων	4,8
Εκμεταλλεύσεις	14,0
Ποσότητα γάλακτος	10,0

Πίνακας 2.4. Ποσοστά της γαλακτοπαραγωγικής αγελαδοτροφίας στις περιφέρειες της χώρας για το 2010
(Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων)

Η παραγωγή γάλακτος υπερ-υψηλής παστερίωσης (UHT) είναι πολύ μικρή σε σύγκριση με τους άλλους τύπους. Συνήθως αυτός ο τύπος γάλακτος χρησιμοποιείται από κάποιους επαγγελματίες, π.χ. εστιατορίων, ξενοδοχείων κ.λπ. Η εγχώρια παραγωγή κυμαινόνταν τα πρόσφατα χρόνια μεταξύ 5000–5500 τόνων. Η παραγωγή συμπυκνωμένου γάλακτος παρουσιάζει πτώση τα τελευταία χρόνια. Τέλος, διάφοροι άλλοι τύποι γάλακτος, όπως σοκολατούχο γάλα, γάλα με καφέ ή γεύση φράουλας, παρουσιάζουν διάφορες διακυμάνσεις [5].

2.4. Έκταση εγχώριας αγοράς γαλακτοκομικών

2.4.1. Πόσιμο γάλα

Το παστεριωμένο γάλα είναι η πλέον σημαντική κατηγορία σε όρους ποσότητας και αξίας. Η εγχώρια παραγωγή φρέσκου παστεριωμένου γάλακτος αγελάδας καλύπτει την ελληνική αγορά, ενώ οι εισαγωγές και οι εξαγωγές είναι περιορισμένες. Η παραγωγή παστεριωμένου γάλακτος και ακολούθως η εγχώρια κατανάλωση μειώνονται συνεχώς από το 2010, όπως είδαμε στον Πίνακα 2.3. Το 2012 η εγχώρια παραγωγή έφτασε τους 324.106 τόνους, ενώ το 2013 έπεσε ακόμη περισσότερο, φτάνοντας τους 284.156 τόνους. Οι περισσότερες πωλήσεις παστεριωμένου γάλακτος γίνονται από τα σούπερ μάρκετ, ενώ άλλες εστίες με χαμηλές πωλήσεις, όπως παντοπωλεία και φούρνοι, συμμετέχουν σε ποσοστό 25-30%. Η αξία σε χονδρικές πωλήσεις παστεριωμένου γάλακτος έφτασε τα 285 εκατομμύρια ευρώ για το 2013.

Το υψηλής παστερίωσης γάλα έχει μεγαλύτερα όρια κέρδους, αφού αυτό επιτρέπει καλύτερη διαχείριση των αποθεμάτων των επιχειρήσεων, λόγω της διάρκειας ζωής του που είναι μεγαλύτερη. Επιπλέον, η διαχείριση της αλυσίδας διανομής είναι πιο οικονομική. Η εγχώρια κατανάλωση υπερ-υψηλής παστερίωσης γάλακτος αυξήθηκε μεταξύ του 2008 και του 2011. Το 2013 η κατανάλωση έφτασε τους 255.000 τόνους (Πίνακας 2.5). Η αξία σε τιμές χονδρικής, για το υψηλής παστερίωσης γάλα, εκτιμήθηκε στα 280 εκατομμύρια ευρώ για το 2013 [2, 5].

Πίνακας 2.5. Εγχώρια αγορά υπερ-υψηλής παστερίωσης γάλακτος σε τόνους (2008-2014)

(Πηγή: ICAP 2014)

Έτος	Κατανάλωση
2008	235.200
2009	248.300
2010	255.000
2011	260.000
2012	240.000
2013	255.000
2014 (πρόβλεψη)	248.000

Παρά την αύξηση της εγχώριας παραγωγής γάλακτος υπερ-υψηλής παστερίωσης, σημαντικό μέρος του εισάγεται. Ακόμα τα τελευταία χρόνια τα ιδιωτικής ετικέτας προϊόντα έχουν μια ισχυρή παρουσία στην κατηγορία γάλακτος με ένα διαρκώς αυξανόμενο μερίδιο. Κάποια παρασκευάζονται στο εξωτερικό για λογαριασμό ιδιωτικών εταιρειών σούπερ μάρκετ. Το μερίδιο των προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας παραγωγής, σε καταστήματα λιανικής, εκτιμάται σε 20-25%.

Όσον αφορά το UHT γάλα, η κατανάλωση δείχνει διακυμάνσεις από το 2008 και εξής (Πίνακας 2.6), με 22.600 τόνους το 2013. Η μεγαλύτερη εγχώρια ζήτηση σχετίζεται με την επαγγελματική χρήση, περίπου κατά τα 2/3. Το υπόλοιπο απορροφάται από την αγορά λιανικής. Επιπλέον η εγχώρια ζήτηση σε UHT γάλα καλύπτεται από εισαγωγές. Ο βαθμός των εισαγωγών έχει διαμορφωθεί με την πάροδο του χρόνου σε υψηλά επίπεδα (77-80%) τα τελευταία 2 χρόνια. Η αξία της

συγκεκριμένης αγοράς έχει φτάσει τα 21 εκατομμύρια ευρώ σε τιμές χονδρικής το 2013.

Πίνακας 2.6. Εγχώρια αγορά UHT γάλακτος σε τόνους (2008-2014)
(Πηγή: ICAP 2014)

Έτος	Παραγωγή	Εισαγωγές	Εξαγωγές	Φαινομενική καταν/ση
2008	2.800	20.990	83	23.707
2009	3.000	21.500	300	24.200
2010	4.300	25.000	500	28.800
2011	5.000	21.000	400	25.600
2012	4.900	19.000	350	23.550
2013	5.500	17.500	400	22.600
2014 (Πρόβλεψη)	5.000	17.000	350	21.650

Στον Πίνακα 2.7 παρουσιάζεται η κατάσταση της αγοράς του συμπυκνωμένου γάλακτος. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνεται το εβαπορέ και το ζαχαρούχο γάλα, τα οποία εισάγονται και καταναλώνονται σε μικρές ποσότητες. Η σημαντική μείωση, που παρατηρείται στο μέγεθος της κατανάλωσης από το 2011, προέρχεται από τη μείωση στην επαγγελματική κατανάλωση, π.χ. σε ζαχαροπλαστεία, καφετέριες, λιανική πώληση σε σούπερ μάρκετ, ενώ δεν παρατηρούνται διαφοροποιήσεις σε ετήσια βάση. Το 2013 το μέγεθος της αγοράς του συμπυκνωμένου γάλακτος σε τιμές χονδρικής έφτασε τα 200 εκατομμύρια ευρώ, συμπεριλαμβανομένων των ποσοτήτων λιανικής, π.χ. από σούπερ μάρκετ και catering.

Πίνακας 2.7. Εγχώρια αγορά συμπυκνωμένου γάλακτος σε τόνους (2008-2014)
(Πηγή: ΙΚΑΠ 2014)

Έτος	Παραγωγή	Εισαγωγές	Εξαγωγές	Φαινομενική κατανάλωση
2008	23.467	100.363	1.961	121.869
2009	22.570	99.004	1.686	119.888
2010	21.255	110.000 ¹	1.140	130.115
2011	20.456	126.000	1.280	145.176
2012	11.508	120.000	1.400	130.108
2013	8.138	94.500	1.100	101.538
2014 (Πρόβλεψη)	7.000	94.000	1.000	100.000

2.4.2. Κατά κεφαλή κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων

Στον Πίνακα 2.8 παρουσιάζονται όλοι οι τύποι γαλακτοκομικών προϊόντων, όπως πόσιμο γάλα, γιαούρτι, ξινόγαλα κ.λπ. Όμως η κρέμα και το βούτυρο δεν περιλαμβάνονται, αφού το μεγαλύτερο μέρος τους είναι διαθέσιμο για επαγγελματική χρήση από τις εταιρείες επεξεργασίας. Για να υπολογιστεί η κατανάλωση του συμπυκνωμένου γάλακτος, έγινε μετατροπή σε ισοδύναμες ποσότητες πόσιμου γάλακτος, με τιμή 2 προς 1.

Όπως βλέπουμε, το παστεριωμένο γάλα είναι αναμφισβήτητα πρώτο, ενώ ακολουθεί το συμπυκνωμένο και το υψηλής παστερίωσης. Το γιαούρτι παρουσιάζει μια συνεχή πτώση από το 2008 έως το 2013.

Πίνακας 2.8. Κατά κεφαλήν κατανάλωση των κυρίως γαλακτοκομικών προϊόντων (2008-2013).

Κατά κεφαλήν: kg/άτομο. Ο πληθυσμός για τις χρονιές 2008-2013 προέρχεται από τις προβολές των πληθυσμών του ELSTAT.

(Πηγή: ICAP, 2014)

Προϊόν	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Παστεριωμένο γάλα και ποτά	35,47	35,10	34,15	33,07	34,01	30,17
Συμπυκνωμένο γάλα	22,89	22,50	24,43	27,41	24,56	19,27
Υψηλής παστερίωσης γάλα	21,03	22,19	22,80	23,37	21,58	23,05
UHT γάλα	2,12	2,16	2,58	2,30	2,12	2,04
Γιαούρτι	8,25	8,01	7,80	7,70	7,48	7,24
Ξινόγαλα-ποτά βασισμένα στο γάλα	1,24	1,13	0,78	0,74	0,66	0,54

2.5. Το εξωτερικό εμπόριο των γαλακτοκομικών προϊόντων

2.5.1. Εξέλιξη των εισαγωγών

Σε ποσότητα οι εισαγωγές γαλακτοκομικών έδειξαν μια άνοδο την περίοδο 2008-2013. Έπειτα από μια προσωρινή μείωση το 2010-2011, παρατηρήθηκε μια ελαφρά αύξηση 1,6% το 2013 (Πίνακας 2.9). Η αξία των εισαγωγών έφτασε τα 357,8 εκατομμύρια ευρώ το 2013, συγκρινόμενη με 329,6 εκατομμύρια ευρώ το 2012 (8,5% αύξηση). Αναφορικά με τις χώρες, τα προϊόντα εισήχθησαν από τη Γερμανία (47,8%), από την Ολλανδία (12,3%) και την Ουγγαρία (9,1%) (ICAP 2014).

Πίνακας 2.9. Εισαγωγές γαλακτοκομικών προϊόντων ανά κατηγορία σε τόνους (2008-2013)

(Πηγή: ICAP, 2014, ¹Προσωρινά δεδομένα)

Παραγωγική κατηγορία	2008 ¹	2009 ¹	2010 ¹	2011 ¹	2012 ¹	2013 ¹
Συνολικό γάλα	260.638	263.902	331.290	301.829	238.674	239.242
Ξινόγαλα (UHT)	15.417	28.099	31.241	37.898	26.707	26.713
Ολικό γιαούρτι	13.411	14.565	14.996	14.674	15.425	16.262
Άλλα φρέσκα προϊόντα	6.545	7.116	4.992	2.759	1.998	1.610
Ορός και άλλα προϊόντα	8.463	7.952	6.742	6.547	6.499	9.125
Ολικό βούτυρο	10.280	10.429	9.628	11.086	8.919	10.088
Σύνολο	314.755	332.063	398.890	374.793	298.222	303.130

2.5.2. Εξέλιξη των εξαγωγών

Παρατηρούμε μια διακύμανση την περίοδο 2008-2013 (Πίνακας 2.10). Το 2013 οι εξαγόμενες ποσότητες έφτασαν τους 46.672 τόνους (αυξήθηκαν κατά 21,4% σε σχέση με το 2012), επιτυγχάνοντας τις υψηλότερες τιμές τα τελευταία 6 χρόνια. Όσον αφορά τις χώρες, τα προϊόντα εξήχθησαν στο Ηνωμένο Βασίλειο (18,3%), στην Ιταλία (17,7%), στη Βουλγαρία (11,6%) και στην Κύπρο (8,2%), (ICAP, 2014).

Πίνακας 2.10. Εξαγωγές γαλακτοκομικών προϊόντων ανά κατηγορία σε τόνους (2008-2013)

(Πηγή: ICAP, 2014, ¹Προσωρινά δεδομένα)

Παραγωγική κατηγορία	2008¹	2009¹	2010¹	2011¹	2012¹	2013¹
Ολική ποσότητα γάλακτος	2.602	3.144	3110	2.924	2.660	2.954
Ξινόγαλα (UHT)	262	1.238	524	241	462	815
Γιαούρτι	23.468	22.015	23.087	24.924	27.849	34.320
Άλλα φρέσκα προϊόντα	404	990	2.925	797	893	678
Ορός γάλακτος και άλλα προϊόντα	5.060	13.565	11.822	10.095	6.474	7.579
Βούτυρο	270	59	156	127	101	326
Σύνολο	32.066	41.011	41.624	39.108	38.439	46.672

2.6. Έξοδα νοικοκυριού κατά μέσο όρο ανά γαλακτοκομικό προϊόν ανά μήνα

Το μηνιαίο κόστος ανά νοικοκυριό για κάθε γαλακτοκομικό προϊόν φαίνεται στον Πίνακα 2.11. Το μεγαλύτερο κόστος καταλογίζεται στο παστεριωμένο γάλα με μεγάλη διαφορά, ενώ ακολουθεί το γιαούρτι με σχετικά υψηλά ποσοστά σε σχέση με τα άλλα προϊόντα που ακολουθούν.

Πίνακας 2.11. Μέσο μηνιαίο κόστος στα έξοδα του νοικοκυριού σε ευρώ, για γαλακτοκομικά προϊόντα ανά κατηγορία (2008-2014)

(Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, Οικογενειακός προγραμματισμός, 2008-2014)

Έτος	Δαπάνη γαλακτοκομικών προϊόντων	Παστεριωμένο γάλα	Συμπυκνωμένο γάλα και γάλα σκόνη	Γιαούρτι	Άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα	Βούτυρο
2008	30,98	15,43	5,04	7,56	2,41	0,55
2009	30,23	14,49	4,99	7,90	2,32	0,53
2010	28,32	13,31	4,40	7,72	2,28	0,59
2011	28,78	13,94	4,20	7,76	2,18	0,71
2012	27,78	14,30	3,74	7,22	1,90	0,63
2013	26,53	13,63	3,25	7,08	1,89	0,68
2014	26,96	13,78	3,45	7,45	1,56	0,72

2.7. Χρήσιμα στοιχεία σε διαγράμματα

Διάγραμμα 2.1. Η εξέλιξη του αριθμού των παραγωγών, της παραγωγής αγελαδινού γάλακτος και των ποσοτώσεων στην Ελλάδα

(Πηγή: Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός ΔΗΜΗΤΡΑ)



Διάγραμμα 2.2. Κατανομή των παραγωγών, ανάλογα με την ποσότητα αγελαδινού γάλακτος που παρέδωσαν. Η ποσότητα σε TN (Πηγή: ΕΛΓΟ Δήμητρα)

ΟΡΙΑ	ΑΡ. ΠΑΡΑΓΩΓΩΝ	ποσοστό	2015	
			ΠΟΣΟΤΗΤΑ σε τόνους	ποσοστό
<= 10	611	19%	2.681,0	0,44%
10 - 50	1.044	32%	26.437,3	4,39%
50 - 100	382	12%	26.886,2	4,46%
100 - 200 tn	413	13%	60.461,9	10,03%
200 - 500 tn	471	15%	149.128,6	24,75%
500 -1.000 tn	213	7%	141.501,2	23,48%
> 1.000 tn	112	3%	195.422,5	32,43%
ΣΥΝΟΛΑ	3.246	100%	602.519	100,00%

ΟΡΙΑ	ΑΡ. ΠΑΡΑΓΩΓΩΝ	ποσοστό	2005	
			ΠΟΣΟΤΗΤΑ σε τόνους	ποσοστό
<= 10 tn	1.761	24%	7.913,8	1,08%
10 - 50 tn	2.733	38%	68.725,7	9,36%
50 - 100 tn	949	13%	66.974,6	9,13%
100 - 200 tn	779	11%	110.530,2	15,06%
200 - 500 tn	705	10%	223.900,1	30,51%
500 -1.000 tn	204	3%	135.620,7	18,48%
> 1.000 tn	82	1%	120.239,4	16,38%
ΣΥΝΟΛΑ	7.213	100%	733.905	100,00%

	1995			
ΟΡΙΑ	ΑΡ. ΠΑΡΑΓΩΓΩΝ	ποσοστό	ΠΟΣΟΤΗΤΑ σε τόνους	ποσοστό
≤ 10 tn	12.900	53%	48.794,3	7,58%
10 - 50 tn	8.527	35%	192.919,3	29,98%
50 - 100 tn	1.570	6%	109.617,8	17,03%
100 - 200 tn	828	3%	115.039,3	17,88%
200 - 500 tn	409	2%	118.908,1	18,48%
500 - 1.000 tn	63	0%	41.505,5	6,45%
> 1.000 tn	12	0%	16.707,6	2,60%
ΣΥΝΟΛΑ	24.309	100%	643.492	100,00%

(Αριστερά) **Διάγραμμα 2.3.** Σύγκριση μέσων ποσοτήτων αγελαδινού γάλακτος ανά μήνα σε τόνους για τα έτη 2014 και 2015. (Δεξιά) **Διάγραμμα 2.4.** Σύγκριση μέσων τιμών αγελαδινού γάλακτος ανά μήνα σε ευρώ για τα έτη 2014 και 2015.

(Πηγή: ΕΛΓΟ Δήμητρα)

ΜΗΝΑΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ	
	2014	2015
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	53.619	50.675
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	50.097	47.806
ΜΑΡΤΙΟΣ	56.731	53.726
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	55.598	53.217
ΜΑΙΟΣ	56.212	55.661
ΙΟΥΝΙΟΣ	52.365	52.174
ΙΟΥΛΙΟΣ	52.836	50.725
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	50.563	49.218
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	46.927	47.168
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	47.873	47.326
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	45.901	45.699
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	48.913	48.934
ΣΥΝΟΛΟ	617.634	602.329

ΜΗΝΑΣ	ΤΙΜΗ ΣΕ €	
	2014	2015
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0,4518	0,4291
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0,4513	0,4277
ΜΑΡΤΙΟΣ	0,4467	0,4243
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0,4361	0,4216
ΜΑΙΟΣ	0,4330	0,4198
ΙΟΥΝΙΟΣ	0,4314	0,4174
ΙΟΥΛΙΟΣ	0,4294	0,4177
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0,4286	0,4167
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0,4297	0,4189
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0,4316	0,4188
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0,4337	0,4150
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0,4320	0,4190
ΣΥΝΟΛΟ	0,4365	0,4206

Βιβλιογραφία 2^ο Κεφαλαίου

1. www.ifendairy.org/
2. <http://www.statistics.gr/>
3. <http://www.aca-dc.gr/>
4. www.icap.gr/
5. Θωμαΐδου Φ., «Βιομηχανία τροφίμων και ποτών – Facts and figures», Μάρτιος 2014, Ίδρυμα οικονομικών και βιομηχανικών ερευνών.
6. European Commission Conference, 2013.

*

Κεφάλαιο 3^ο. Το πρόβλημα των αντιβιοτικών στο γάλα

3.1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αύξηση στη χρήση αντιβιοτικών για τη θεραπεία διαφόρων ασθενειών. Αυτό δημιούργησε προβλήματα τα οποία έγιναν αισθητά στη βιομηχανία γάλακτος, λόγω κυρίως της αλόγιστης χρήσης τους. Μια σημαντική ποσότητα αντιβιοτικών περνάει στο γάλα, και αυτό δημιουργεί προβλήματα τεχνολογικής φύσης στη βιομηχανία και υγείας στους καταναλωτές.

Οι οξυγαλακτικοί μικροοργανισμοί παρουσιάζουν μεγάλη ευαισθησία, ακόμα και σε πολύ μικρές ποσότητες αντιβιοτικών. Κατά συνέπεια, δεν μπορούν να δημιουργηθούν ζυμούμενα προϊόντα, όπως το τυρί και το γιαούρτι. Επιπρόσθετα και ως προς την εκτίμηση της ποιότητας με έμμεσες μεθόδους, όπως με το κυανούν του μεθυλενίου και τη ρεζαζουρίνη, προκύπτουν λανθασμένα αποτελέσματα που οφείλονται στην παρουσία των αντιβιοτικών. Πρέπει επιπλέον να αναφέρουμε ότι η παρουσία τετρακυκλίνης και πενικιλίνης στο γάλα αλλοιώνουν τα αποτελέσματα της δοκιμής της φωσφατάσης.

Εκτός όμως από αυτά, οι δημόσιες υπηρεσίες υγείας άρχισαν να δείχνουν μεγάλο ενδιαφέρον για τα αντιβιοτικά στο γάλα. Ένας μεγάλος αριθμός καταναλωτών στις ΗΠΑ εμφανίζεται αλλεργικός στην πενικιλίνη και σε άλλα αντιβιοτικά, που είναι δυνατόν να υπάρχουν στο γάλα. Αλλά και στα μη αλλεργικά άτομα η παρουσία αυτών των αιτίων μπορεί να αλλοιώσει τη σύνθεση της μικροβιακής χλωρίδας του εντέρου, με αποτέλεσμα τη μείωση της σύνθεσης των βιταμινών και την επικράτηση παθογόνων μικροβίων που είναι ανθεκτικά στα αντιβιοτικά. Τα τελευταία χρόνια στη Γαλλία αποφεύγουν συστηματικά τη χορήγηση αντιβιοτικών σε παιδιά κάτω των τεσσάρων χρόνων αλλά και σε έγκυες γυναίκες, που περνούν στο έμβρυο [1].

3.2. Μέθοδοι προσδιορισμού των αντιβιοτικών στο γάλα

Ο προσδιορισμός τους γίνεται με διάφορες μεθόδους που διακρίνονται σε μικροβιολογικές, μικροσκοπίου, φυσικοχημικές και ανοσοβιολογικές. Στην πράξη κατά κύριο λόγο εφαρμόζονται οι μικροβιολογικές και οι ανοσοβιολογικές.

Οι μικροβιολογικές μέθοδοι χρησιμοποιούν έναν ευαίσθητο στα αντιβιοτικά μικροοργανισμό. Ο βαθμός ευαισθησίας μεταβάλλεται ανάλογα με το είδος του μικροοργανισμού και το είδος του αντιβιοτικού. Έχουν το μειονέκτημα ότι αργούν να δώσουν αποτέλεσμα.

Οι ανοσοβιολογικές μέθοδοι δίνουν γρήγορα αποτέλεσμα, σε λιγότερο από 10 λεπτά. Ανιχνεύουν αντιβιοτικά που περιέχουν στο μόριο τους λακτάμη και έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια. Παρέχουν αποτέλεσμα «θετικό / αρνητικό» και πλεονεκτούν σε σύγκριση με τις δοκιμές παρεμπόδισης ανάπτυξης των ευαίσθητων στα αντιβιοτικά μικροοργανισμών. Το κόστος τους όμως αποτελεί μειονέκτημα [3].

3.3. Μαστίτιδες – γενικά – κατηγορίες

Με τον όρο μαστίτιδες εννοούμε την προσβολή του μαστού από παθογόνους μικροοργανισμούς με ορατές ή μη συνέπειες στην όψη του, η οποία απολήγει σε αύξηση των λευκοκυττάρων στο μαστιτικό γάλα.

Παρατηρούνται σε όλα τα είδη των θηλαστικών ζώων, ενώ τα προσβεβλημένα ζώα παρουσιάζουν μείωση της παραγωγής γάλακτος και αλλοίωση της σύνθεσής του. Το μαστιτικό γάλα είναι ακατάλληλο για μεταποίηση, γιατί εγκυμονεί κινδύνους για τη δημόσια υγεία, αλλά επίσης δεν μπορεί να υποστεί επεξεργασία τεχνολογικά. Βάση νομοθεσίας το γάλα «πρέπει να προέρχεται από υγιή ζώα, που δεν πάσχουν από φλεγμονές του μαστού ή άλλα νοσήματα και διαταραχές».

Οι μαστίτιδες διακρίνονται σε υποκλινικές και κλινικές, οι οποίες εξελίσσονται σε οξείες, υπεροξείες ή χρόνιες [1].

Οι υποκλινικές ή λανθάνουσες μαστίτιδες δεν έχουν κάποιο εξωτερικό κλινικό σύμπτωμα. Στο γάλα διαπιστώνεται παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών και αυξημένος αριθμός σωματικών κυττάρων (λευκοκυττάρων και επιθηλιακών κυττάρων). Ακόμη επισυμβαίνει αλλοίωση της σύστασής του και μείωση της παραγόμενης ποσότητάς του. Οι υποκλινικές μαστίτιδες εξελίσσονται συνήθως σε χρόνιες, γιατί δεν γίνεται διάγνωση και έγκαιρη αντιμετώπιση, με συνέπεια να απαιτείται μεγάλη προσοχή.

Οι κλινικές μαστίτιδες, εκτός από τα ευρήματα των υποκλινικών μαστίτιδων, παρουσιάζουν επιπλέον κλινικά συμπτώματα στο μαστό (διόγκωση, υπεραιμία και φλόγωση του μαστού, πόνο σε κάθε επαφή, κακή όρεξη και πυρετό). Το γάλα είναι υφάλμυρο, κοκκώδες, κίτρινο, μυρίζει άσχημα και κάποιες φορές έχει αίμα. Οι κλινικές μαστίτιδες είναι 3 ειδών:

- Οξείες, κατά τις οποίες το ζώο αρνείται το θηλασμό ή το άρμεγμα. Το έκκριμα του μαστού παρουσιάζεται ορώδες, πυώδες, αιματηρό και με παρουσία παθογόνων μικροβίων. Τέλος, ο προσβεβλημένος μαστικός αδένας είναι θερμός και εξοιδημένος.
- Υπεροξείες, κατά τις οποίες το ζώο παρουσιάζει πυρετό, ταχυκαρδία, μυϊκή αδυναμία, απώλεια της όρεξης και πόνους στις αρθρώσεις. Ακόμα παρατηρούνται ραγάδες στη θηλή, ενώ η εκδήλωση των συμπτωμάτων είναι απότομη και είναι δυνατόν να προκληθεί ακόμα και θάνατος του ζώου.
- Χρόνιες, κατά τις οποίες η φλεγμονή και τα συμπτώματα στο μαστό παραμένουν για μήνες, ενώ υπάρχει ατροφία του εκκριτικού ιστού και οξίδια στο μαστό [2, 3].

3.3.1. Παράγοντες που προκαλούν μαστίτιδες

Για τις μαστίτιδες ευθύνονται οι παθογόνοι μικροοργανισμοί και μια σειρά από προδιαθεσικούς παράγοντες που ευνοούν την εκδήλωσή τους, ενώ υπάρχει και μια αλληλεπίδραση του βιοσυστήματος γαλακτοφόρου ζώου, των παθογόνων μικροοργανισμών και του περιβάλλοντος. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι παθογόνοι μικροοργανισμοί εισέρχονται από τη θηλή του ζώου. Αρχικά ο μαστός αντιδρά λόγω των αντιβακτηριακών ουσιών του γάλακτος. Εάν δεν υπάρχουν υγιεινές συνθήκες και το εσωτερικό του μαστού είναι ευνοϊκό, τότε τα μικρόβια πολλαπλασιάζονται και εγκαθίστανται στον γαλακτοφόρο κόλπο και στον αδενώδη ιστό. Ο μαστικός ιστός ερεθίζεται και ακολουθεί φλεγμονώδης αντίδραση του μαστού από τις τοξίνες των μικροβίων που καταστρέφουν τον αδενικό ιστό. Πιο σπάνια τα

μικρόβια εισέρχονται από κάποιο τραύμα στο μαστό και εν συνεχεία εισχωρούν στο αίμα και τη λέμφο του ζώου.

Προδιαθεσικοί παράγοντες που ευνοούν την ανάπτυξη των μαστίτιδων είναι οι κακές συνθήκες άμελης, δηλαδή η μη απολύμανση των χεριών των αμελκτών, το σκούπισμα του μαστού με ακάθαρτη πετσέτα, η κακή ρύθμιση εργασίας των αμελκτικών μηχανών και η κατακράτηση γάλακτος στο μαστό. Επίσης ρόλο παίζουν οι κακές συνθήκες διαβίωσης, διατροφής και σταβλισμού των ζώων, δηλαδή μολυσμένη αχυροστρωμή, κόπρανα, μολυσμένο νερό, ακατάλληλες ζωοτροφές, έλλειψη σε βιταμίνες Α και Ε στο σιτηρέσιο, υψηλή θερμοκρασία, υψηλή υγρασία στο στάβλο, παρουσία εντόμων κ.λπ. Τα γαλακτοφόρα ζώα είναι πιο ευαίσθητα στις μαστίτιδες λίγο πριν και λίγο μετά τον τοκετό, όπως και λίγο μετά τις γόνιμες μέρες [2, 3].

3.3.2. Μικροοργανισμοί που προκαλούν μαστίτιδες

Τα κυριότερα γένη βακτηρίων, υπεύθυνα για τις μαστίτιδες, είναι τα γένη *Streptococcus* και *Staphylococcus*. Δευτερευόντως ευθύνονται τα γένη *Enterococcus*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Corynebacterium*, *Pseudomonas*, *Proteus*, *Clostridium*, *Mycobacterium*, *Brucella*, *Salmonella*, *Listeria*, *Coxiella* κ.λπ.

Πίνακας 3.1. Τα κυριότερα γένη και είδη μικροβίων που προκαλούν μαστίτιδες [3]
(Πηγή: Καμινारीδης, Μοάτσου, «Γαλακτοκομία», Αιγάλεω, 2009)

Γένη	Είδη	Παρατηρήσεις
<i>Streptococcus</i>	<i>agalactiae</i>	Ο συχνότερος μικροοργανισμός για την πρόκληση της μαστίτιδας Ευαίσθητος στην πενικιλίνη
<i>Streptococcus</i>	<i>dysgalactiae</i>	Απαντά συχνά στις μαστίτιδες Ευαίσθητος στην πενικιλίνη
<i>Streptococcus</i>	<i>uberis</i>	Προκαλεί υποκλινικές μαστίτιδες
<i>Streptococcus</i>	<i>zooepidemicus</i>	Προκαλεί ενδοκαρδίτιδα
<i>Enterococcus</i>	<i>faecalis</i>	Δύσκολα αντιμετωπίζονται με αντιβιοτικά Δεν προσβάλλουν συχνά
<i>Enterococcus</i>	<i>faecium</i>	
<i>Staphylococcus</i>	<i>aureus</i>	Προσβάλλουν τα αιγοπρόβατα
<i>Staphylococcus</i>	<i>epidermidis</i>	
<i>Escherichia</i>	<i>coli</i>	Είδη της οικ. <i>Enterobacteriaceae</i> Απαντούν στο περιβάλλον (κυρίως στη στρωμή) Δεν είναι ευαίσθητα στα αντιβιοτικά
<i>Klebsiella</i>	<i>pneumoniae</i>	
<i>Shigella</i>	<i>disenteriae</i>	Έχει υγιεινό ενδιαφέρον
<i>Corynebacterium</i>	<i>pyogenes</i>	Δεν είναι ευαίσθητο στα αντιβιοτικά
<i>Pseudomonas</i>		Δεν είναι ευαίσθητο στα αντιβιοτικά
<i>Proteus</i>		Δεν είναι ευαίσθητο στα αντιβιοτικά
<i>Clostridium</i>	<i>perfringens</i>	Συχνά, υπεύθυνο για την πρόκληση μαστίτιδας Ευαίσθητος στην πενικιλίνη
<i>Mycobacterium</i>	<i>bovis</i>	Βόειος φυματίωση *
<i>Mycobacterium</i>	<i>tuberculosis</i>	Ανθρώπιος φυμ/ση *
<i>Brucella</i>	<i>abortus</i>	Προκαλεί αποβολές *

<i>Salmonella</i>	<i>typhi</i>	Τυφοειδής πυρετός *
<i>Listeria</i>	<i>monocytogenes</i>	Λιστερίωση *
<i>Coxiella</i>	<i>burnetti</i>	Ανήκει στην οικογένεια <i>Rickettsiae</i> και προκαλεί τον πυρετό Q στον άνθρωπο

* Έχουν ενδιαφέρον για την Δημόσια Υγεία και προσβάλλουν το μαστό και το ζώο (ζωονόσος)

Βιβλιογραφία 3^{ου} Κεφαλαίου

1. Robinson, R.K. (2002). «Dairy Microbiology handbook. The Microbiology of milk and milk products» New York: Wiley-Interscience.
2. Robinson, R.K. (1990) «Dairy Microbiology». The Microbiology of milk. Vol. 1. Elsevier Applied Science Publishers, London.
3. Καμινारीδης Στ., Μοάτσου Γκ., (2009). «Γαλακτοκομία». Εκδόσεις: Έμβρυο. Ιερά οδός – Αιγάλεω.

*

Κεφάλαιο 4°. Υγιεινή της παραγωγής, συντήρησης και μεταφοράς του νωπού γάλακτος

4.1. Εισαγωγή

Γάλα που δεν έχει εξυγιανθεί (παστεριωθεί, αποστειρωθεί κ.τ.λ.) απαγορεύεται να καταναλωθεί, διότι είναι εν δυνάμει επικίνδυνο. Πέρα όμως από την εξυγιάνση, είναι επιτακτική ανάγκη κατά τα διάφορα στάδια παραγωγής, συντήρησης και μεταφοράς του γάλακτος, να εφαρμόζονται συγκεκριμένα μέτρα υγιεινής. Ο στόχος αυτών είναι:

- α) Να αποκλειστούν από την παραγωγή τα άρρωστα ζώα, διότι μπορούν να παράγουν γάλα με παθογόνους μικροοργανισμούς.
- β) Να προληφθούν επιμολύνσεις του γάλακτος, που συμβαίνουν από τη στιγμή της άμελξης και έπειτα.
- γ) Να αποτραπεί ο πολλαπλασιασμός των μικροβίων, που θα φτάσουν τελικά στο γάλα [10].

4.2. Παραγωγή υγιεινού γάλακτος

Πρέπει να γίνεται αυστηρός έλεγχος, όσον αφορά την υγεία των ζώων και του προσωπικού (αμελκτών). Η εκτροφή πρέπει να διαθέτει τις αναγκαίες εγκαταστάσεις, κατάλληλο εξοπλισμό και να λαμβάνονται τα αναγκαία μέτρα υγιεινής κατά την άμελξη.

4.2.1. Έλεγχος της υγείας των ζώων

Στα γαλακτοπαραγωγά ζώα και ειδικά στις αγελάδες πρέπει να εφαρμόζεται συνεχής και συστηματικός κτηνιατρικός έλεγχος. Έτσι, τυχόν άρρωστα ζώα πρέπει να επισημαίνονται έγκαιρα, ώστε να απομακρύνεται το γάλα τους. Η κάθε αγελάδα πρέπει να έχει τη δική της καρτέλα νοσηλείας, όπου θα αναγράφονται λεπτομερώς το ιστορικό της και κάθε ενέργεια κτηνιατρικής φύσης σχετικά με την υγεία της. Η υγεία του μαστού του ζώου απαιτεί συστηματική παρακολούθηση για τη διάγνωση διαφόρων ειδών μαστίτιδων.

Σε όποια ζώα το γάλα αποδεικνύεται μη φυσιολογικό, αυτά αμέλγονται τελευταία με ξεχωριστά σκεύη και το γάλα τους απορρίπτεται. Το γάλα αγελάδων που αντιμετωπίζονται με φάρμακα ή διάφορες άλλες χημικές ουσίες συλλέγεται επίσης ξεχωριστά και χρησιμοποιείται ανάλογα με τη νομοθεσία ή τις οδηγίες κτηνιάτρου.

Ο Κανονισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) ορίζει ότι, για να παραληφθεί το νωπό γάλα προς επεξεργασία, πρέπει να πληροί συγκεκριμένους όρους, σχετικούς με την υγεία των γαλακτοπαραγωγών ζώων (όρους για το νωπό γάλα, το πρωτόγαλα, τη βρουκέλλωση κ.λπ.) [1].

4.2.2. Υγιεινή των σταβλικών εγκαταστάσεων

Ανθυγιεινές συνθήκες εγκαταστάσεων επηρεάζουν την υγιεινή του γάλακτος, έμμεσα διότι επηρεάζουν τη νοσηρότητα των ζώων και άμεσα διότι αυξάνονται οι πιθανότητες μόλυνσής του κατά την άμελξη.

Ανάλογα με τις εγκαταστάσεις μεθοδεύονται και τα ανάλογα μέτρα υγιεινής. Ζωτικής σημασίας είναι η απαγωγή της κόπρου, ο καλός αερισμός, ο καλός φωτισμός, η παρουσία σηπτικού βόθρου για τα λύματα και τακτικές απολυμάνσεις. Πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα για τα έντομα, επειδή μεταφέρουν μικροοργανισμούς και μολύνουν σκεύη, γάλα και μαστό.

Όσον αφορά όμως τη χρήση εντομοκτόνων, κυρίως οργανοχλωριωμένων, χρειάζεται σύνεση και προσοχή, γιατί ελλοχεύει κίνδυνος ρύπανσης του γάλακτος.

4.2.3. Υγιεινή της άμελξης

Πριν από την άμελξη καθαρίζονται καλά οι γλουτοί, η ουρά και η κοιλιά του ζώου με νερό. Αν αρμέγουμε με το χέρι, περιορίζουμε τις κινήσεις της ουράς. Ο μαστός καθαρίζεται με νερό και απορρυπαντικό και οι θηλές με κατάλληλο αντισηπτικό διάλυμα [2].

Δοκιμαστική άμελξη από κάθε τεταρτημόριο μαστού πρέπει να γίνεται με τη βοήθεια ειδικού δοχείου συλλογής. Αλλαγή του χρώματος του γάλακτος ή εμφάνιση πηγμάτων αποκλείουν το γάλα από την κατανάλωση και προσφεύγουμε σε κτηνίατρο.

Οι αμελκτές πρέπει να έχουν ειδική καθαρή φόρμα και κάλυμμα της κεφαλής και να χρησιμοποιούν άφθονο χλιαρό νερό και σαπούνι, καθώς και χειρόμακτρα μιας χρήσης.

Πρέπει να γίνεται κατάλληλη ρύθμιση της αμελκτικής μηχανής, ώστε να εργάζεται σωστά. Το όλο σύστημα πρέπει να πληροί τις προϋποθέσεις του ISO [3] και του IDF [4], να καθαρίζεται και να απολυμαίνεται μετά από κάθε χρήση με ειδικά διαλύματα [5]. Πρέπει να ακολουθεί έκπλυση με άφθονο πόσιμο νερό και να λαμβάνεται πρόνοια για τυχόν επιμολύνσεις.

4.2.4. Υγιεινή του νερού

Το νερό που χρησιμοποιείται σε διάφορες εργασίες έκπλυσης (μηχανήματα, σκεύη κ.λπ.) δεν πρέπει να περιέχει παθογόνους μικροοργανισμούς ή χημικούς ρυπαντές και να είναι σύμφωνο με τις υπουργικές αποφάσεις Κοινοτικές οδηγίες [6-8]. Ο αριθμός των μη παθογόνων ψυχρότροφων (*Pseudomonas*, *Achromobacter* κ.τ.λ.) σε αυτό πρέπει να είναι χαμηλός, αφού διαφορετικά επηρεάζει αρνητικά τη συντήρηση του γάλακτος. Για νερό από πηγάδια απαιτείται προσοχή, ώστε να μην αντλείται αυτό κοντά σε βόθρο ή αγωγό αποχέτευσης, που ίσως το μολύνουν.

4.2.5. Υγιεινή της εκμετάλλευσης

Ο Κανονισμός της Ε.Ε. [1] διασφαλίζει το σωστό τρόπο εργασίας στις εκμεταλλεύσεις παραγωγής γάλακτος και πρωτογάλατος με σχετικές διατάξεις περί «απαιτήσεων όσον αφορά τους χώρους και τον εξοπλισμό, την υγιεινή κατά την άμελξη, τη συλλογή και τη μεταφορά κ.τ.λ.».

4.3. Συλλογή και συντήρηση του γάλακτος

Αμέσως μετά την άμελξη το γάλα πρέπει να συλλέγεται και να συντηρείται σε επίπεδο εκτροφής με τέτοιο τρόπο που:

- α) να προστατεύεται από τυχόν επιμολύνσεις, με πηγές συνήθως τα σκεύη, τη σκόνη και τα έντομα,
- β) να προστατεύεται από οποιαδήποτε χημική μόλυνση και
- γ) να παρεμποδίζεται ο πολλαπλασιασμός του μικρού αρχικού μικροβιακού φορτίου του γάλακτος με χρήση ψύξης και όχι με χρήση χημικών συντηρητικών [2].

4.3.1. Συλλογή σε γαλακτοδοχεία

Μετά την άμελξη το γάλα μεταφέρεται σε καθαρά γαλακτοδοχεία, τα οποία έχουν εξυγιανθεί (φυσικά ή χημικά) και φυλάσσονται πωματισμένα σε ειδικό χώρο μέχρι τη χρήση τους.

Τα γαλακτοδοχεία πρέπει να είναι κατασκευασμένα είτε από ανοξείδωτο μέταλλο είτε από πλαστικό. Το υλικό κατασκευής δεν πρέπει να αφήνει υπολείμματα, και ο καθαρισμός τους πρέπει να είναι εύκολος.

Αν δεν μπορεί να γίνει συντήρηση στη μονάδα, το γάλα εντός 2-3 ωρών πρέπει να μεταφερθεί στο εργοστάσιο ή σε σταθμό συγκέντρωσης. Αν μείνει στην εκτροφή, πρέπει να ψυχθεί σε θερμοκρασία $< 10^{\circ}\text{C}$ εντός μιας ώρας και στους 4°C εντός 2 ωρών από την άμελξη [9].

Η ψύξη μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Ανεξάρτητα από το ποιος τρόπος θα επιλεγεί, κύρια φροντίδα πρέπει να είναι η γρήγορη ψύξη και η αποφυγή των επιμολύνσεων.

4.3.2. Συλλογή σε δεξαμενές αυτοδύναμης ψύξης (παγολεκάνες)

Αν η εκτροφή είναι μεγάλη, το γάλα πρέπει να συγκεντρώνεται σε δεξαμενές με 200 έως 2000 λίτρα χωρητικότητα. Αυτές πρέπει να είναι αυτοδύναμης ψύξης και ανοξείδωτες.

Οι δεξαμενές πρέπει να συνδέονται με το αμελκτικό συγκρότημα, ώστε το γάλα να οδηγείται αμέσως σε αυτές. Ισοθερμικά οχήματα-βυτία πρέπει να παραλαμβάνουν το γάλα από τις δεξαμενές και να το μεταφέρουν στο εργοστάσιο.

4.3.3. Καθαρισμός και εξυγίανση των σκευών

Μετά από κάθε χρήση, τα σκεύη που χρησιμοποιούνται πρέπει να καθαρίζονται και να εξυγιαίνονται. Η εργασία αυτή πρέπει να γίνεται από ικανά άτομα και με σχολαστικό τρόπο, διότι ελλοχεύει ο κίνδυνος μόλυνσεων του γάλακτος.

Η όλη εργασία απαιτεί συνήθως άφθονο πόσιμο νερό, κατάλληλο απορρυπαντικό, ατμό ή απολυμαντικά. Καθαρισμό έχουμε συνήθως με καυστικό νάτριο. Η εξυγίανση τέλος γίνεται με ατμό ή απολυμαντικές ουσίες.

Μετά την εξυγίανση έχουμε έκπλυση με αρκετό νερό για απομάκρυνση των υπολειμμάτων. Όλα τα σκεύη φυλάσσονται σε ειδικό χώρο μακριά από σκόνη, έντομα και τροφικά [10].

4.4. Μεταφορά του γάλακτος

Το γάλα που παράγεται στις εκτροφές μεταφέρεται είτε σε σταθμούς συγκέντρωσης είτε στα εργοστάσια επεξεργασίας. Η μεταφορά γίνεται ή με γαλακτοδοχεία ή με ισοθερμικά οχήματα – βυτία.

4.4.1. Μεταφορά με γαλακτοδοχεία

Συνήθως κάθε δοχείο έχει χωρητικότητα 20 κιλά και ειδικό όχημα τα συλλέγει από περισσότερες της μίας εκτροφής. Όλα τα δοχεία πρέπει να είναι καθαρά και να μη χρησιμοποιούνται για άλλο σκοπό (π.χ. τρόφιμα, ζωοτροφές κτλ.). Πρέπει να υπάρχει προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία για το γάλα.

Τα γαλακτοδοχεία καθαρίζονται και απολυμαίνονται με υπέρθερμο ατμό. Απαγορεύεται να μεταφέρουν στο γυρισμό προς την εκτροφή τυρόγαλα και πρέπει να επιστρέφονται πάντοτε πωματισμένα.

Το γάλα φτάνει συνήθως σε θερμοκρασία περιβάλλοντος στο εργοστάσιο και αυτό επιδρά αρνητικά στην ποιότητά του. Γι' αυτό και τα δοχεία πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο για μικρές αποστάσεις.

4.4.2. Μεταφορά με ισοθερμικά οχήματα – βυτία

Είναι ειδικά οχήματα για τη μεταφορά του γάλακτος. Το γάλα μεταφέρεται ψυγμένο και διατηρείται σε $< 10^{\circ}\text{C}$ θερμοκρασία για πολλές ώρες. Για μεγάλες όμως αποστάσεις πριν από τη μεταφορά το γάλα πρέπει να θερμίζεται.

Τα οχήματα πρέπει να καθαρίζονται και να εξυγιαίνονται, όπως και οι δεξαμενές αποθήκευσης στο εργοστάσιο. Αν αυτή η διεργασία δεν γίνεται συστηματικά, τα βυτία και οι δεξαμενές στους σταθμούς συγκέντρωσης γίνονται εστία μικροβίων με υποβάθμιση της ποιότητας του γάλακτος [10].

4.5. Μικροβιολογικά κριτήρια για το νωπό γάλα

Σύμφωνα με τον Κανονισμό 1662/2006 [1], το νωπό γάλα κατά την παραλαβή του από την εκμετάλλευση προς επεξεργασία πρέπει να ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές του πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 4.1. Προδιαγραφές νωπού γάλακτος*

(Πηγή: Κανονισμός (ΕΚ) 1662/2006)

Είδος γάλακτος	Αριθμός μικροβίων (30° C)	Σωματικά κύτταρα
1. Νωπό γάλα αγελάδας για παραγωγή επεξεργασμένου γάλακτος	$< 100.000/\text{ml}^{**}$	$< 400.000 \text{ ml}^{***}$
2. Νωπό γάλα αγελάδας για την παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων	$< 300.000/\text{ml}^{**}$	-
3. Μεταποιημένο γάλα αγελάδας για την παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων	$< 100.00/\text{ml}^{**}$	-
4. Νωπό γάλα αιγοπροβάτων και βουβάλων α) για Παρασκευή θερμικά επεξεργασμένου γάλακτος ή προϊόντων β) για Παρασκευή προϊόντων χωρίς θερμική επεξεργασία	$< 1.500.000/\text{ml}^{**}$ $< 500.000/\text{ml}^{**}$	- -

* Για το πρωτόγαλα εφαρμόζονται τα εθνικά κριτήρια, όσον αφορά την περιεκτικότητα σε μικρόβια, την περιεκτικότητα σε σωματικά κύτταρα ή τα κατάλοιπα αντιβιοτικών, εν αναμονή της έγκρισης ειδικού Κοινοτικού κανονισμού.

** Κυλιόμενος γεωμετρικός μέσος όρος που διαπιστώνεται σε περίοδο δύο μηνών με τουλάχιστον δύο δειγματοληψίες μηνιαίως.

*** Κυλιόμενος γεωμετρικός μέσος όρος που διαπιστώνεται σε περίοδο τριών μηνών με τουλάχιστον μια δειγματοληψία μηνιαίως, εκτός εάν η αρμόδια αρχή καθορίζει άλλη μεθοδολογία, ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι εποχιακές διακυμάνσεις στα επίπεδα παραγωγής.

Βιβλιογραφία 4^ο Κεφαλαίου

1. Κανονισμός (ΕΚ) 1662/2006 της Επιτροπής για την τροποποίηση του Κανονισμού (ΕΚ) 853/2004 για τον καθορισμό ειδικών κανόνων υγιεινής για τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης. Επίσημη Εφημερίδα της ΕΕ. L 320:1-10.
2. Clegg, L.F.L., 1962. Cleaning and sterilization of milking equipment on the farm. (In "Milk Hygiene" pp. 195-220, WHO, Geneva).
3. ISO, 2001. Milking machine installation-constructions and performance. Document No 5707. International Standard Organization, Geneva.
4. IDF, 2004. Code of good hygiene practice for milking with automatic milking systems. Bulletin No 386:44-48. International Dairy Federation. Brussels.
5. Rienemann, D.G., Wolters, G., Billon, P., Lind, O., Rasmussen, M.D., 2003. Review of practices for cleaning and sanitation of milking machines. IDF Document No 381 pp. 1-12. International Dairy Federation, Brussels.
6. Υπουργική απόφαση Υ₂/2600/2001. Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σύμφωνα με την Οδηγία 98/83 του Συμβουλίου. ΦΕΚ 892/Β/11-7-2001.
7. Υπουργική απόφαση ΔΥΓ₂/Γ.Π. Οικ. 38295/2007. Τροποποίηση της Υγειονομικής Διάταξης κοινής Υπουργικής Απόφασης Υ₂/2600/2001 «Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης» σε συμμόρφωση με την Οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της ΕΕ της 3^{ης} Νοεμβρίου 1998. ΦΕΚ 630 τ. Β/26-4-2007.
8. Οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της 3^{ης} Νοεμβρίου 1998, σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Επίσημη Εφημερίδα της ΕΕ. L. 330:32-54.
9. Alais, C., 1974. Science du lait. Principes des techniques laitières. 3d. Edit. Editions S.E.P. (Pontoise, Impr. Paris).
10. Μαντής Α., Παπαγεωργίου Δημ., Φλετούρης Δημ., Αγγελίδης Απόστ. «Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του». Σχολή Επιστημών Υγείας, Τμήμα Κτηνιατρικής Α.Π.Θ. Αφοί Κυριακίδη, Εκδόσεις Α.Ε. Θεσσαλονίκη.



B. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Κεφάλαιο 5°. Μικροοργανισμοί νοπού γάλακτος

5.1. Εισαγωγή

Όταν το γάλα εκκρίνεται από το μαστό στα υγιή ζώα, δεν περιέχει μικρόβια. Κατά τη συγκέντρωσή του όμως στο γαλακτοφόρο κόλπο και κυρίως κατά τη δίοδό του από το θηλαίο κόλπο, αποκτά μικρό αριθμό βακτηρίων (μέχρι 1000/ml). Πρόκειται συνήθως για γένη *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Micrococcus* και *Escherichia*. Σε περιπτώσεις μαστίτιδων όμως τα νούμερα είναι πολύ αυξημένα από τον κυρίαρχο μικροοργανισμό της λοίμωξης. Σε περίπτωση που ο μαστός δεν είναι μολυσμένος, το γάλα μολύνεται μετά την έξοδό του από αυτόν. Κύριοι υπεύθυνοι είναι τα κόπρανα του ζώου, το τρίχωμά του, τα σκεύη, το νερό, η σκόνη, ο εξοπλισμός της άμελης και γενικά το περιβάλλον του ζώου. Ο αριθμός και το είδος των μικροβίων ποικίλουν ευρέως και αυτά εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι η διαδικασία που ακολουθείται για την προετοιμασία του μαστού πριν από την άμελη (π.χ. το πλύσιμο του μαστού, η χρήση και το είδος των αντισηπτικών διαλυμάτων), οι συνθήκες υγιεινής που επικρατούν κατά την άμελη, η εφαρμογή ή όχι μηχανικής άμελης, αλλά και οι πρακτικές συντήρησης (ταχύτητα και θερμοκρασία ψύξης) του γάλακτος. Εξάλλου, ο μικροβιακός πληθυσμός του νοπού γάλακτος μιας εκτροφής μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου και μπορεί να ποικίλει ποιοτικά και ποσοτικά, επηρεαζόμενος, εκτός από τους προαναφερθέντες παράγοντες, και από το χρονικό σημείο ή το στάδιο δειγματοληψίας (δεξαμενή συλλογής, βυτίο μεταφοράς) [11].

5.2. Ομάδες μικροοργανισμών που απαντώνται στο γάλα

Τα βακτήρια είναι η κυρίαρχη ομάδα της επικρατούσας μικροβιακής χλωρίδας στο γάλα. Επίσης ανευρίσκονται σε αυτό ζύμες, μύκητες και γαλακτικοί βακτηριοφάγοι, αλλά σε νούμερα πολύ μικρότερα. Μεταξύ των βακτηρίων βρίσκουμε οξυγαλακτικά, προπιονικά, εντερικά, ψυχρότροφα αλλά και παθογόνα βακτήρια [3, 4].

5.2.1. Βακτήρια

Πολλά είδη βακτηρίων, θετικών ή αρνητικών κατά Gram, που ανήκουν σε διάφορα γένη, μπορούν να μολύνουν το γάλα. Άλλα από αυτά βρίσκονται στο θηλαίο πόρο του μαστού και άλλα στα έντερα των ζώων. Επιμολύνουν το γάλα μέσω του δέρματος του μαστού ή μέσω του αμελκτικού εξοπλισμού ή γενικότερα με τη βοήθεια του περιβάλλοντος [1-5]. Κάποια είδη που προσβάλλουν π.χ. με λοίμωξη το ζώο αποβάλλονται με το γάλα απευθείας και κάποια από αυτά αφορούν τη Δημόσια Υγεία, γιατί κρίνονται επικίνδυνα για τον άνθρωπο.

Στα κυρίαρχα θετικά κατά Gram [6] βακτήρια βρίσκουμε είδη που ανήκουν στα γένη *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium* και *Lactobacillus*.

Στα αρνητικά κατά Gram βακτήρια περιλαμβάνονται γένη της μεγάλης οικογένειας των εντεροβακτηριοειδών, όπως *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Aerobacter* (κολοβακτηριοειδή) ή *Acinetobacter*, *Campylobacter*, *Flavobacterium*, *Serratia*, *Salmonella*, *Aeromonas* κ.λπ. Τα περισσότερα από αυτά είναι ψυχρότροφα [6].

Τα βακτήρια του νοπού γάλακτος μπορούν να ανήκουν σε μια ή περισσότερες μη αποκλειστικές «ομάδες» ή «κατηγορίες», ανάλογα με τη σημασία τους για την υγιεινή και την τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του.

Οξυγαλακτικά βακτήρια

Έχουν πάρει το όνομά τους από το κύριο προϊόν της ζύμωσης της λακτόζης που είναι το γαλακτικό οξύ, το οποίο μπορεί να είναι L(+), D(-) ή ρακεμικής μορφής. Τα LAB είναι θετικά στη χρώση Gram και αρνητικά στην καταλάση και δεν σχηματίζουν ποτέ σπόρια. Τα οξυγαλακτικά βακτήρια χωρίζονται σε ομοιοζυμωτικά, εάν παράγουν από τη λακτόζη αποκλειστικά σχεδόν γαλακτικό οξύ (ποσοστό > 85%), και ετεροζυμωτικά, εάν παράγουν εκτός από το γαλακτικό οξύ και αιθανόλη ή οξικό οξύ καθώς και διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Διάκριση των οξυγαλακτικών βακτηρίων μπορεί να γίνει και με βάση την άριστη θερμοκρασία ανάπτυξής τους. Έτσι, διακρίνονται σε μεσόφιλα (~ 30° C) και θερμόφιλα (~ 45° C) ή με βάση τη μορφή του κυττάρου τους σε κόκκους και βακίλους.

Στελέχη πολλών οξυγαλακτικών βακτηρίων χρησιμοποιούνται ως εναρκτήριες οξυγαλακτικές καλλιέργειες (starters) ή καλλιέργειες εκκίνησης για την παρασκευή διαφόρων γαλακτοκομικών προϊόντων.

Τα πιο σημαντικά οξυγαλακτικά βακτήρια που απαντούν στο γάλα και που ενδιαφέρουν την τεχνολογία γάλακτος αναφέρονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 5.1. Οξυγαλακτικά βακτήρια

(Πηγή: Καμινारीδης, Μοάτσου, «Γαλακτοκομία», Αιγάλεω, 2009)

Ομοιοζυμωτικά οξυγαλακτικά βακτήρια	Ετεροζυμωτικά οξυγαλακτικά βακτήρια
Κόκκοι	Κόκκοι
<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides ssp. Cremoris</i> (<i>Leuc. Citrovorum</i>)
<i>Lactococcus lactis ssp. Lactis ssp. cremoris</i>	<i>Leuconostoc lactis</i>
<i>Streptococcus thermophilus</i> (Θερμόφιλος)	Βάκιλοι
<i>Enterococcus durans</i>	<i>Lactobacillus kefir</i>
Βάκιλοι	<i>Lactobacillus brevis</i>
<i>Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus</i> (Θερμόφιλος)	<i>Lactobacillus fermentum</i> (Θερμόφιλος)
<i>Lactobacillus delbrueckii ssp. Lactis</i> (Θερμόφιλος)	
<i>Lactobacillus helveticus</i> (Θερμόφιλος)	
<i>Lactobacillus casei subsp. Casei</i>	
<i>Lactobacillus plantarum</i>	

Εντερικά βακτήρια

Η οικογένεια των εντεροβακτηριοειδών περιλαμβάνει πολλά γένη βακτηρίων σε μορφή βακίλων. Είναι αρνητικά κατά Gram βακτήρια, ασποριογόνα και προαιρετικά αναερόβια. Παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον για το γάλα από άποψη υγιεινής. Γένη όπως τα *Salmonella*, *Shigella*, το είδος *Yersinia enterocolitica* και τα εντεροπαθογόνα στελέχη του *Escherichia coli* μπορούν να προκαλέσουν ασθένειες στον άνθρωπο. Οι πιο κοινές ασθένειες που προκαλούνται είναι ο τυφοειδής πυρετός, η γαστρεντερίτιδα, οι λοιμώξεις τύπου δυσεντερίας και οι λοιμώξεις του ουροποιητικού συστήματος με γενικευμένους πυρετούς που προκαλούνται από στελέχη του *Escherichia coli*, καθώς και η πνευμονία που προκαλείται από το *Klebsiella pneumoniae*. Τα βακτήρια αυτά είναι πολύ διαδεδομένα στις εκτροφές των ζώων και απαντώνται στο εντερικό σύστημα θερμόαιμων ζώων του ανθρώπου.

Ψυχρότροφα βακτήρια - Γενικά

Ως ψυχρότροφα χαρακτηρίζονται τα βακτήρια που αναπτύσσονται σε θερμοκρασία μικρότερη ή ίση με 7° C, ανεξάρτητα από την άριστη θερμοκρασία ανάπτυξής τους, και περιλαμβάνουν πολλά γένη βακτηρίων (*Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter* κ.λπ.).

Τα περισσότερα ψυχρότροφα βακτήρια είναι αρνητικά κατά Gram, όπως τα γένη *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*. Παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον από τεχνολογική άποψη, γιατί παράγουν θερμοφίλες πρωτεάσες και λιπάσες που προκαλούν πίκρισμα και τάγγισμα στο γάλα και υποβαθμίζουν την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων. Η πλειοψηφία των Gram (-) βακτηρίων καταστρέφεται με το θέρμισμα στους 60° - 65° C / 5-20 sec. Αντίθετα με τα Gram (-) βακτήρια, τα σπόρια των Gram (+) ψυχρότροφων βακτηρίων που υπάρχουν στο νωπό γάλα, μπορούν να επιζήσουν στην παστερίωση και την αποστείρωση.

Στα είδη αυτά οφείλεται η αλλοίωση του παστεριωμένου γάλακτος που συντηρείται σε ψύξη. Πολλά από αυτά παράγουν λιπολυτικά και πρωτεολυτικά ένζυμα, με τα οποία προσβάλλουν το λίπος (υδρολυτική τάγγιση) και τις πρωτεΐνες του γάλακτος [13]. Τα ένζυμα αυτά είναι ιδιαίτερα σταθερά σε υψηλές θερμοκρασίες με αποτέλεσμα να μην αδρανοποιούνται με τους χρονο-θερμοκρασιακούς συνδυασμούς που εφαρμόζονται για την παραγωγή των γαλακτικών προϊόντων, με τελικό αποτέλεσμα αλλοιώσεις στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (γεύση, άρωμα και σύσταση) των τελικών προϊόντων [14].

Ψυχρότροφα βακτήρια – Πηγές μόλυνσης

Τα ψυχρότροφα βακτήρια δεν απαντούν στο οικοσύστημα του μαστού, και κατά συνέπεια η παρουσία τους αποδίδεται κυρίως σε επιμόλυνσεις μετά την άμελξη. Οι πιο συχνά αναφερόμενες πηγές μόλυνσης είναι τα υπολείμματα νερού στην αμελκτική μηχανή, η πλημμελής καθαριότητα στις επιφάνειες του εξοπλισμού παραλαβής, μεταφοράς και αποθήκευσης του γάλακτος και ο σχηματισμός εξαιτίας αυτών βιοϋμενίων [15]. Ανάλογα με τις συνθήκες, τα βιοϋμένια μπορεί να αποτελούνται κατά 90% από σπόρια. Η εμφάνιση *Bacillus spp.* στο νωπό γάλα συνήθως αποδίδεται σε εποχικές επιδράσεις [16]. Τα υπολείμματα των ξηρών ζωοτροφών σχετίζονται με την παρουσία τους κατά τους χειμερινούς μήνες, ενώ η παρουσία τους κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, αποδίδεται στην ελλιπή καθαριότητα

των μαστών και την παρουσία στις θηλές υπολειμμάτων από χόμα. Σε σχετική βιβλιογραφική αναφορά (Christiasson et al., 1999) επιβεβαιώνεται ότι ο αριθμός των σπορίων στο γάλα συνδέεται στατιστικά σημαντικά με το βαθμό μόλυνσης των θηλών. Άλλη σοβαρή πηγή μόλυνσης είναι η έλλειψη καθαριότητας στις παγολεκάνες.

Ψυχρότροφα βακτήρια – Προβλήματα από την παρουσία τους

Οι συνέπειες της ενζυματικής δράσης των ψυχρότροφων βακτηρίων στο γάλα που διατηρείται υπό ψύξη, περιλαμβάνουν ανεπιθύμητες αλλαγές στο λίπος και τις πρωτεΐνες του γάλακτος επηρεάζοντας αρνητικά την ποιότητα αλλά και την ικανότητά του να υποστεί επεξεργασία [17]. Επιπλέον η αντοχή πολλών ενζύμων εξαιτίας αυτών στις θερμικές κατεργασίες, περιορίζει τη μεταποιητική αξία του γάλακτος με υψηλό μικροβιακό φορτίο ψυχρότροφων, αφού δεν είναι δυνατόν από αυτό να παραχθούν ποιοτικά προϊόντα. Η παρουσία στο γάλα πικρής, φρουτώδους γεύσης ζύμης ή μεταλλικής γεύσης αποδίδεται σε ψυχρότροφα βακτήρια των γενών *Pseudomonas*, *Proteus*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes* και *Serratia*.

Στην ευρύτερη ομάδα ανήκουν γένη που λόγω της δράσης τους ονομάζονται Λιπολυτικά ή Πρωτεολυτικά βακτήρια και λόγω της θερμικής τους συμπεριφοράς ονομάζονται επίσης και Θερμοανθεκτικά.

Λιπολυτικά βακτήρια

Μέσω λιπολυτικών ενζύμων παρόμοιων με τις λιπάσες, υδρολύουν τα λιπίδια του γάλακτος και ταυτόχρονα παράγονται γλυκερίνη και ελεύθερα λιπαρά οξέα. Οι λιπάσες του γάλατος δρουν με παρόμοιο τρόπο, αλλά δεν προέρχονται από βακτήρια γιατί περιέχονται στα κανονικά συστατικά του γάλατος. Κυριότερα λιπολυτικά βακτήρια είναι τα: *Achromobacter lipids*, *Achromobacter lypoliticum* και *Pseudomonas fragi*. Όλα αναπτύσσονται σε χαμηλές θερμοκρασίες και έχουν δυσάρεστη οσμή και γεύση στο γάλα και στα προϊόντα του [12].

Πρωτεολυτικά βακτήρια

Διακρίνονται σε δύο είδη:

α. Βακτήρια που μετατρέπουν το γάλα σε διαυγές υγρό, κατόπιν υδρόλυσης των πρωτεϊνών σε υδατοδιαλυτά πεπτίδια και αμινοξέα και

β. Βακτήρια που μετατρέπουν τις πρωτεΐνες του γάλακτος σε μαλακό πήγμα χωρίς να προηγηθεί γαλακτική ζύμωση, διαδικασία η οποία συνιστά τη «γλυκιά πήξη» του γάλατος [5].

Κυριότερα από αυτά είναι τα: *Bacillus-subtillus*, *B. Mesentericus*, *B. Cereus*, *Pseudomonas fluorescens* και *Streptococcus liquefaciens*, που θεωρούνται θερμοανθεκτικά [12].

Θερμοανθεκτικά βακτήρια

Επιβιώνουν στην παστερίωση στους 63° C για 30 λεπτά ή στους 72° C για 15 δευτερόλεπτα. Κύρια βακτήρια είναι τα: *Alcaligenes tolerans*, *Streptococcus thermophiles**-*Lb. Delbrueckii ssp. Bulgaricus** (οξυγαλακτικά βακτήρια), *Lb. Lactis*, *Bacillus* και τα γένη: *Enterococcus*, *Micrococcus*, *Clostridium* κ.ά.

Πίνακας 5.2. Επίδραση στη ποιότητα των γαλακτοκομικών προϊόντων από την ανάπτυξη ψυχρότροφων πληθυσμών στο νωπό γάλα
(Πηγή: Samarzija et al., 2012)

Προϊόν	Πρόβλημα	Αιτία
Παστεριωμένο γάλα	Σχηματισμός ιζήματος κατά την προσθήκη σε ζεστό γάλα, αποστεθεροποίηση λίπους	Δραστηριότητα φωσφολιπασών και πρωτεϊνών από Gram (+) <i>Bacillus</i>
	Σχηματισμός πήγματος (gel)	Θερμοανθεκτικές πρωτεϊνάσες (Gram (+) & Gram (-) βακτήρια ψυχρότροφων βακτηρίων~ 10^6 - 10^8 cfu ml ⁻¹
	Φρουτώδης γεύση	Σύνθεση εστέρων, <i>P. Fragi</i>
	Περιορισμός διάρκειας ζωής	Προκαλείται από την παρουσία αιθανόλης
	Γλυκό πήγμα	Υδρόλυση πρωτεϊνών
	Επικαθήσεις στους εναλλάκτες θερμότητας	Δράση πρωτεασών, μειώνει τη θερμική σταθερότητα των πρωτεϊνών

5.2.2. Μύκητες

Οι μύκητες είναι πάντοτε παρόντες στο νωπό γάλα και αναπτύσσονται με βραδύτερο ρυθμό από τα βακτήρια και τις ζύμες. Είναι αερόβιοι και οι πιο γνωστοί από αυτούς είναι τα γένη των μυκήτων *Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Rhizopus*, κ.λπ.. Όταν πολλαπλασιάζονται, προκαλούν αρνητικές αλλαγές στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του γάλακτος, εκτός από τους μύκητες του γένους *Penicillium* που χρησιμοποιείται στην παραγωγή ειδικού τύπου τυριών (*Penicillium roqueforti* και *Penicillium camemberti*).

5.2.3. Ζύμες

Οι ζύμες του γάλακτος είναι δύο ειδών: α) Αυτές που ζυμώνουν τη λακτόζη και β) Αυτές που δεν τη ζυμώνουν και δεν μας ενδιαφέρουν ιδιαίτερα. Η πρώτη κατηγορία προκαλεί ανωμαλίες στο άρωμα και τη γεύση του γάλακτος. Στην κατηγορία αυτή βρίσκουμε τις ζύμες *Schizosaccharomyces lactis*, *Saccharomyces lactis*, *Saccharomyces fragilis* και *Saccharomyces cumis* [10, 11].

5.2.4. Γαλακτικοί βακτηριοφάγοι

Οι οξυγαλακτικοί βακτηριοφάγοι βρίσκονται στο νωπό γάλα, επιβιώνουν σε διαφορετικό βαθμό της παστερίωσης και μπορούν να εξαπλωθούν ταχύτατα στο περιβάλλον επεξεργασίας του γάλακτος [7].

Η κλασική προσέγγιση της βιομηχανίας γάλακτος για τον περιορισμό του προβλήματος αυτού αφορά:

α) Στην εφαρμογή αυστηρά άσηπτων συνθηκών επεξεργασίας τόσο κατά την προετοιμασία των οξυγαλακτικών καλλιέργειών, όσο και κατά τη διάρκεια της ζύμωσης,

β) Στη χρήση υποστρωμάτων ανασταλτικών για την ανάπτυξη των φάγων, που περιέχουν φωσφορικά άλατα που δεσμεύουν τα ιόντα Ca^{++} και

γ) Στην εφαρμογή περιστροφικών σχημάτων χρήσης οξυγαλακτικών καλλιεργειών, π.χ. ανά οκταήμερο [7, 8].

Συχνά παρατηρείται περιορισμένη αποτελεσματικότητα των μεθόδων αυτών, λόγω της συνεχούς εξελικτικής ικανότητας των βακτηριοφάγων.

5.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών στο γάλα

Αν δεν προσέξουμε τους χειρισμούς του γάλακτος μετά την παραλαβή του, όσο άριστη και αν είναι η πρώτη ύλη, αυτό θα αλλοιωθεί. Η λακτόζη, οι πρωτεΐνες και το λίπος είναι τα πιο ευπαθή, ανάλογα και με τη μικροχλωρίδα που υπάρχει. Όσο περνάει ο χρόνος τόσο αυξάνει η αλλοίωση, εκτός αν παρέμβουμε δραστικά.

Ο όρος ανάπτυξη αναφέρεται στον πολλαπλασιασμό των μικροβιακών κυττάρων και στην αύξηση του πληθυσμού τους. Ο χρόνος που απαιτείται για την ανάπτυξη των μικροβίων ποικίλλει και εξαρτάται από ένα σύνολο θρεπτικών, περιβαλλοντικών και γενετικών παραγόντων. Οι πιο σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των μικροβίων παρουσιάζονται στη συνέχεια επιγραμματικά [10, 11].

5.3.1. Αντιμικροβιακές ουσίες

Αυτές είτε αποτελούν συστατικά του γάλακτος (ενδογενείς ουσίες) είτε παρεισφρέουν σε αυτό (εξωγενείς). Στην πρώτη ομάδα βρίσκουμε τις ανοσοσφαιρίνες (Ig), την ξανθίνη – οξειδάση (XO), τις συγκολιτίνες, τα φαγοκύτταρα κ.τ.λ. Στη δεύτερη κατηγορία βρίσκουμε διάφορα αντιβιοτικά, απολυμαντικά, αντισηπτικά και τη νισίνη [9, 10].

5.3.2. Θρεπτικοί και αυξητικοί παράγοντες

Το γάλα έχει θρεπτικά συστατικά όπως πρωτεΐνες, λίπος, σάκχαρα, ανόργανα άλατα, αμινοξέα κ.τ.λ.

Τα θετικά κατά Gram, όπως τα οξυγαλακτικά βακτήρια, είναι πιο απαιτητικά σε θρεπτικά συστατικά, αφού αδυνατούν να τα συνθέσουν μόνα τους. Σε αντίθεση, τα αρνητικά κατά Gram και οι μύκητες μπορούν να συνθέσουν πολλά από αυτά.

Η παρουσία μικρομοριακών ενώσεων αζώτου, όπως μη πρωτεϊνικό άζωτο (NPN), ελεύθερα αμινοξέα, πρωτεόζες – πεπτόνες, μικρά πεπτίδια και βιταμίνες (κυρίως συμπλέγματος B), αποτελεί ευνοϊκό παράγοντα ανάπτυξης και πολλαπλασιασμού των βακτηρίων. Η προσθήκη πρωτεϊνικών υδρολυμάτων και εκχυλίσματος ζυμών στο γάλα καθιστά πολύ ευκολότερη την ανάπτυξη των μικροβίων.

5.3.3. Εξωγενείς ή εξωτερικοί ή περιβαλλοντικοί παράγοντες

Εξωγενείς περιβαλλοντικοί παράγοντες επιδρούν εξίσου σημαντικά και μπορεί να επιφέρουν πολύ αρνητικά αποτελέσματα, αν δεν ληφθούν τα ανάλογα μέτρα:

Θερμοκρασία

Είναι από τους κυριότερους παράγοντες της κατηγορίας. Όσο αυξάνεται, τόσο επιταχύνονται οι χημικές και ενζυμικές αντιδράσεις και αναπτύσσονται οι μικροοργανισμοί. Ιδιαίτερα, αν το γάλα διατηρείται σε θερμοκρασία $> 13^{\circ}\text{C}$, η ποιότητά του υποβαθμίζεται ταχύτατα. Για κάθε κατηγορία μικροοργανισμών έχουμε μια ελάχιστη θερμοκρασία, κάτω από την οποία δεν παρατηρείται αύξησή τους. Επιθυμητή θερμοκρασία διατήρησης του γαλακτος είναι αυτή των 4°C .

Οι μύκητες έχουν ευρύτερα όρια από τα όρια των βακτηρίων. Ανάλογα με την άριστη θερμοκρασία αύξησης και την ικανότητά τους να αναπτύσσονται σε ακραίες τιμές θερμοκρασιών, οι μικροοργανισμοί χωρίζονται στις ακόλουθες ομάδες:

- **Θερμόφιλοι:** είναι εκείνοι που έχουν υψηλή άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης $\sim 45^{\circ}\text{C}$.
- **Μεσόφιλοι:** είναι εκείνοι που έχουν ενδιάμεση άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης $\sim 30^{\circ}\text{C}$.
- **Ψυχρόφιλοι:** είναι εκείνοι που έχουν χαμηλή άριστη θερμοκρασία $\sim 12^{\circ}\text{C}$.
- **Ψυχρότροφοι:** είναι εκείνοι που αναπτύσσονται σε θερμοκρασία μικρότερη ή ίση με 7°C , ανεξάρτητα από την άριστη θερμοκρασία ανάπτυξής τους.
- **Θερμοάντοχοι:** είναι εκείνοι που επιβιώνουν στην παστερίωση $63^{\circ}\text{C}/30\text{ min}$ ή $72^{\circ}\text{C}/15\text{ sec}$ (βλ. διαφορετική κατηγοριοποίηση Κεφ. 5.2.1).

Οξυγόνο

Οι μικροοργανισμοί ποικίλλουν, όσον αφορά τις απαιτήσεις τους σε οξυγόνο ή την ανοχή τους σε αυτό. Ανάλογα με την επίδραση που αυτό τους ασκεί, χωρίζονται στις ομάδες, όπως φαίνεται στον Πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 5.3. Ομάδες μικροοργανισμών ανάλογα με τις απαιτήσεις σε οξυγόνο (Πηγή: Καμινारीδης, Μοάτσου, «Γαλακτοκομία», Αιγάλεω, 2009)

Ομάδα μικροοργανισμών	Επίδραση του O_2	Βακτήρια
Αυστηρά αναερόβια	Επιβλαβές το ελεύθερο οξυγόνο Χρησιμοποιούν μόνο το χημικά ενωμένο οξυγόνο	<i>Clostridium</i> , <i>Bifidobacterium</i> , <i>Propionibacterium</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Peptococcus</i>
Αερανεκτικά αναερόβια	Ανέχονται την παρουσία οξυγόνου, αλλά δεν αναπτύσσονται καλύτερα με την παρουσία αυτού	<i>Streptococcus pyogenes</i>
Προαιρετικά αερόβια και μικροαερόφιλα	Δεν απαιτείται ελεύθερο O_2 , αλλά αναπτύσσονται καλύτερα σε περιβάλλον με λίγο O_2	Οξυγαλακτικά βακτήρια, Εντεροβακτήρια, <i>Staphylococcus</i> , <i>Cambylobacter</i> , <i>Vibrio</i>
Αυστηρά αερόβια	Απαιτούν ελεύθερο O_2 για ανάπτυξη	<i>Bacillus</i> , Μύκητες, Ζύμες, <i>Micrococcus</i> , Κορυνόμορφα βακτήρια, <i>Pseudomonacae</i> (<i>Pseudomonac</i> , <i>Alcaligenes</i> , <i>Brucella</i>), <i>Mycobacteriaceae</i>

Οι αερόβιοι μικροοργανισμοί μπορούν να χαμηλώσουν το οξειδοαναγωγικό δυναμικό (Eh) του περιβάλλοντός τους. Το Eh ενός μέσου μπορεί να ελαττωθεί και από την παραγωγή μεταβολικών παραπροϊόντων από τους μικροοργανισμούς, όπως είναι το H₂S, το οποίο αντιδρά εύκολα με το οξυγόνο.

Σχετική υγρασία

Η σχετική υγρασία αποτελεί έναν παράγοντα που επηρεάζει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Είναι το πηλίκο της μερικής τάσης των ατμών στο περιβάλλον (P) δια της τάσης των ατμών κορεσμού (P_s) στην ίδια θερμοκρασία.

5.3.4. Φυσικοχημικοί παράγοντες

pH

Είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζει τη διαπερατότητα της κυτταρικής μεμβράνης, τη δράση των ενζύμων, το μεταβολισμό και το θάνατο των μικροβίων. Τα περισσότερα βακτήρια αναπτύσσονται καλύτερα σε τιμές pH που κυμαίνονται μεταξύ 5,5 και 7,0. Αντίθετα, οι μύκητες και οι ζύμες αναπτύσσονται καλύτερα σε χαμηλότερο pH απ' ό,τι τα βακτήρια [11].

Οξέα

Τα οξέα οξικό, γαλακτικό, κιτρικό και προπιονικό είναι πιο δραστικά έναντι των μικροοργανισμών στην αδιάστατη μορφή τους, καθώς έχουν τη δυνατότητα να διαπερνούν την κυτταρική μεμβράνη των μικροβίων και να εισέρχονται στο εσωτερικό των κυττάρων τους, όπου επικρατεί ουδέτερο pH. Στο pH αυτό ευνοείται η διάσπαση αυτών των οργανικών οξέων και αυξάνεται έτσι η συγκέντρωση των H⁺ στο κυτταρόπλασμα.

Για την ίδια τιμή pH η αντιμικροβιακή δραστηριότητα των οργανικών οξέων ακολουθεί την εξής σειρά: οξικό οξύ > γαλακτικό οξύ > κιτρικό οξύ.

Νερό, ενεργότητα, όσμωση

Το νερό παίζει ρόλο – κλειδί στην ανάπτυξη των μικροβίων. Αποτελεί το κύριο συστατικό της ζωής και είναι απαραίτητη ένωση για τους μικροοργανισμούς. Συγκεκριμένα:

- Χωρίς την παρουσία του νερού δεν μπορεί να προχωρήσει καμία κυτταρική δραστηριότητα.
- Ευνοεί τις βιοχημικές αντιδράσεις, ιδίως της υδρόλυσης των σακχάρων, των πρωτεϊνών και των λιπαρών υλών.
- Διαλύει και μεταφέρει μέσα στο μικροβιακό κύτταρο υδατοδιαλυτά θρεπτικά στοιχεία, ενώ μεταφέρει προς τα έξω άχρηστους μεταβολίτες που δημιουργούνται κατά τις διάφορες μεταβολικές διεργασίες.
- Είναι το τελικό προϊόν της οξείδωσης του υδρογόνου από τη διάσπαση των οργανικών ουσιών του γάλακτος που παράγουν ενέργεια για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών.
- Είναι αναγκαίο για την ενυδάτωση των συστατικών.

- Διαθέτει μεγάλη θερμοχωρητικότητα και είναι καθοριστικός παράγοντας για τη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας.

Ενεργότητα νερού ονομάζουμε το μεταβολικά διαθέσιμο νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα μικρόβια για την ανάπτυξή τους. Δύο δείγματα γάλακτος που έχουν την ίδια ποσότητα νερού δεν σημαίνει ότι έχουν και την ίδια ενεργότητα νερού. Οι τιμές a_w κυμαίνονται από 1 για το αποσταγμένο νερό και μέχρι 0 για το ξηρό υπόστρωμα. Η ενεργότητα $- a_w$ πλησιάζει περισσότερο προς τη μονάδα, όσο λιγότερα είναι τα εν διαλύσει συστατικά. Τα βακτήρια και ιδιαίτερα τα Gram (-) απαιτούν περισσότερο «διαθέσιμο νερό» ή μεγαλύτερες τιμές a_w για την ανάπτυξή τους απ' ό,τι οι ζύμες και οι μύκητες. Το αποτέλεσμα της ελάττωσης της a_w κάτω από την ιδανική τιμή είναι η επιμήκυνση του χρόνου προσαρμογής και η ελάττωση του ρυθμού αύξησης και του μεγέθους του τελικού πληθυσμού.

Το νερό διαχέεται από μια περιοχή χαμηλής συγκέντρωσης διαλυμένων ουσιών σε μια περιοχή υψηλότερης συγκέντρωσης διαλυμένων ουσιών με τη διαδικασία της ώσμωσης. Συνήθως το νερό τείνει να διαχυθεί μέσα στο μικροβιακό κύτταρο, γιατί στο κυτταρόπλασμα του μικροβιακού κυττάρου υπάρχει μεγαλύτερη συγκέντρωση διαλυμένων ουσιών από αυτήν του περιβάλλοντος [10].

Οξειδοαναγωγικό δυναμικό (Eh)

Οξειδοαναγωγικό δυναμικό (Eh) είναι η μέτρηση της τάσης ενός αμφίδρομου συστήματος που έχει την ικανότητα να δίνει ή να παίρνει ηλεκτρόνια.

Όταν η τιμή του Eh ενός υποστρώματος μειώνεται συνεχώς, αυτό σημαίνει ότι τα συστατικά του αποδεδμεύουν H_2 . Άρα αυτό οξειδώνεται μέχρι να μετατραπεί σε CO_2 και H_2O , οπότε δεν μπορεί να δώσει άλλη ενέργεια.

Τα αυστηρά αναερόβια μικρόβια αναπτύσσονται σε αρνητικό ή πολύ χαμηλό Eh (-20 μέχρι 30 mV), ενώ τα αυστηρά αερόβια αναπτύσσονται σε θετικές τιμές.

Υπεριώδης ακτινοβολία και υπέρηχοι

Η υπεριώδης ακτινοβολία είναι γνωστό ότι έχει βακτηριοκτόνο ιδιότητα, όπως και οι υπέρηχοι.

Υπερ-υψηλή πίεση

Η εφαρμογή υπερ-υψηλής υδροστατικής πίεσης (300-1000 Μρα) προκαλεί αδρανοποίηση των βακτηρίων, αφού μεταβάλλει την κυτταρική μεμβράνη ή το κυτταρικό τοίχωμα ή τα ένζυμά τους [10].

Άλλοι φυσικοχημικοί παράγοντες – απλή αναφορά

- **Ηλεκτρικό ρεύμα**
- **Ουσίες που προκαλούν πήξη των πρωτεϊνών** (π.χ βαρέα μέταλλα, αλκοόλες)
- **Ουσίες που προκαλούν οξείδωση** (π.χ υπεροξειδία, υποχλωρίδια).

5.3.5. Βιολογικοί παράγοντες

Μικροβιακές αλληλεπιδράσεις

Στο γάλα τα μικρόβια συνυπάρχουν κατά είδη και δημιουργούν μια κοινωνία με διάφορες αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους. Διακρίνουμε τις εξής καταστάσεις:

- **Κατάσταση συνέργειας:** Στην περίπτωση αυτή οι μικροοργανισμοί αλληλοευνοούνται κατά την ανάπτυξή τους. Τυπικό παράδειγμα είναι η περίπτωση των μικροοργανισμών *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* του γιαουρτιού. Άλλα παραδείγματα συνέργειας δύο μικροοργανισμών είναι η περίπτωση των μικροοργανισμών ως καλλιεργειών εκκίνησης στη γραβιέρα (*Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus helveticus*) και αυτή των μυγμάτων των μεσόφιλων καλλιεργειών (*Lactococcus lactis* και *Lactococcus cremoris*).
- **Κατάσταση ομοτράπεζη:** Ο ένας πληθυσμός ευνοείται από την παρουσία του άλλου, χωρίς όμως να αποκομίζει κανένα όφελος ο άλλος. Εδώ έχουμε το παράδειγμα των πρωτεολυτικών μικροοργανισμών που ευνοούν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών που δεν μπορούν να υδρολύσουν την καζεΐνη στο γάλα.
- **Κατάσταση συναγωνισμού:** Η ανάπτυξη ενός μικροοργανισμού δημιουργεί δυσμενείς συνθήκες (γαλακτικό οξύ, H₂O₂, βακτηριοσίνες κ.ά.) για την ανάπτυξη του άλλου. Η περίπτωση αυτή είναι πολύ συχνή και εξηγεί την επικράτηση του ενός ή του άλλου είδους σε ένα μικροβιακό πληθυσμό.
- **Κατάσταση παρασιτισμού:** Ο ένας μικροοργανισμός ζει σε βάρος του άλλου καταστρέφοντάς τον. Τυπικό παράδειγμα στο γάλα είναι οι βακτηριοφάγοι που καταστρέφουν βακτήρια, κυρίως μεσόφιλα.
- **Κατάσταση ουδετερότητας:** Κάθε είδος μικροβίων αυξάνει χωρίς να επηρεάζεται από την παρουσία του άλλου [9, 10].

Είδος, αριθμός και ηλικία μικροβίων

Το είδος, ο αριθμός και η ηλικία των μικροβίων επιδρούν σημαντικά στον πολλαπλασιασμό και στη μορφή των βακτηρίων.

5.3.6. Τεχνολογικές επεμβάσεις

Οι παράγοντες που σχετίζονται με την επεξεργασία του γάλακτος και μπορεί να θεωρηθούν ως σημαντικοί για τη μικροβιολογία του είναι κυρίως η θέρμανση, η ψύξη, η ομογενοποίηση και η κατάψυξη. Οι παράγοντες αυτοί εξετάζονται στη συνέχεια [9, 10].

Βιβλιογραφία 5^ο Κεφαλαίου

1. Desmasures, N., Bazin, F., and Gueguen, M., 1997. Microbiological composition of raw milk from selected farms in the Camembert region of Normandy. *J. Appl. Microbiol.* 83:53-58.
2. Zdanowicz, M., Shelford, J.A., Tucker, C.B., Weary, D.M., and von Keyserlingk, M.A.G., 2004. Bacterial populations on teat ends of dairy cows housed in free stalls and bedded with either sand or sawdust. *J. Dairy Sci.* 87:1694-1701.
3. Hill, B., Smythe, B., Lindsay, D., and Zealand, J., 2012. Microbiology of raw milk in New Zealand. *Int. J. Food Microbiol.* 157:305-308.
4. Mallet, A., Gueguen, M., Kauffmann, F., Chesneau, C., Sesboue, A., and Desmasures, N., 2012. Quantitative and qualitative microbial analysis of raw milk reveals substantial diversity influenced by herd management practices. *Int. Dairy J.* 27:13-21.
5. Quigley, L., O' Sullivan, O., Stanton, C., Beresford, T.P., Ross, R.P., Fitzgerald, G.F., and Cotter, P.D., 2014. The complex microbiota of raw milk. *FEMS Microbiol. Rev.* 37:664-698.
6. Jayrao, B.M., and Wang, L., 1999. A study on the prevalence of Gram-negative bacteria in bulk tank milk. *J. Dairy Sci.* 82:2620-2624.
7. IDF, 1991. Practical phage control. *Bull. IDF.* 263.
8. O' Sullivan, D., Coffey, A., Fitzgerald, G.F., Hill, C., and Ross, R.P., 1998. Design of a phage-insensitive lactococcal dairy starter via sequential transfer of naturally occurring conjugative plasmids. *Appl. Environ. Microbiol.* 64:4618-4622.
9. Robinson, R. K. (1990) *Dairy Microbiology. The microbiology of milk.* Vol. 1. Elsevier Applied Science Publishers, London.
10. Καμινारीδης Στ., Μοάτσου Γκ., (2009), «Γαλακτοκομία», Εκδόσεις: Έμβρυο. Ιερά οδός – Αιγάλεω.
11. Μαντής Α., Παπαγεωργίου Δημ., Φλετούρης Δημ., Αγγελίδης Απόστ. «Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του». Σχολή Επιστημών Υγείας, Τμήμα Κτηνιατρικής Α.Π.Θ. Αφοί Κυριακίδη, Εκδόσεις Α.Ε. Θεσσαλονίκη.
12. Ανδρικόπουλος Νικ., «Τροφογνωσία – Περιγραφική χημεία και τεχνολογία τροφίμων», Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιομηχανιών, 2015.
13. Muncsch-Alatossava, O., and Alatossava, T., 2006. Phenotypic characterization of raw milk associated psychrotrophic bacteria. *Microbiol. Res.* 161:334-346.
14. Sorhaug, T., and Stephaniak, L., 1997. Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: Quality aspects. *Trends Food Sci. Techj.* 8:35-41.
15. Santana, E.H.W., de Beloti, V., Müller, E.E., Ferreira, M.A.de., Morales, L.B.de., Pereira, M.S., Gusmão, V.V. (2004): Milk contamination in different points of dairy process. ii) mesophilic, psychrotrophic and proteolytic microorganisms. *Semina: Ciências Agrárias; Londrina* 25, 349-358.
16. Sutherland and Murdoch, 1994, Seasonal occurrence of psychrotrophic *Bacillus* species in raw milk, and studies on the interactions with mesophilic *Bacillus* sp.
17. Influence of growth conditions on heat-stable phospholipase activity in *Pseudomonas*.

*

Κεφάλαιο 6°. Θερμικές επεξεργασίες του γάλακτος

6.1. Γενικά

Το γάλα, βέβαια, εκτός από ευεργητικό τρόφιμο, αποτελεί και ένα πλούσιο θρεπτικό υπόστρωμα για πολλούς μικροοργανισμούς, οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν την αλλοίωσή του. Το γάλα, το οποίο προέρχεται από υγιή ζώα, κατά τη στιγμή της άμελης περιέχει μερικές εκατοντάδες μικρόβια ανά ml, αλλά με την απομάκρυνσή του από το μαστό αναπτύσσει μικροοργανισμούς που προέρχονται από το σώμα του ζώου, από το προσωπικό και τα σκεύη άμελης και γενικά από το περιβάλλον του βουστασίου. Επίσης αναπτύσσει μικροοργανισμούς και κατά τη διακίνηση, την επεξεργασία και τη συντήρησή του. Σύμφωνα με τον ευρωπαϊκό κανονισμό, το αγελαδινό γάλα που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση ή μεταποίηση πρέπει να προέρχεται από υγιή ζώα, να έχει ολική μικροβιακή χλωρίδα <100.000 μικροοργανισμών ανά ml γάλακτος και περιεκτικότητα σε σωματικά κύτταρα <400.000 ανά ml γάλακτος: Κανονισμός (Ε.Κ.) 1662/2006. Οι μικροοργανισμοί του γάλακτος αν βρεθούν στις κατάλληλες συνθήκες πολλαπλασιάζονται, με αποτέλεσμα το γάλα να αλλοιώνεται (κυρίως αλλοιώνονται το λίπος, η λακτόζη και οι πρωτεΐνες). Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τον πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών του νωπού γάλακτος είναι η θερμοκρασία διατήρησής του έως τη στιγμή της επεξεργασίας του. Έχει βρεθεί ότι η διατήρηση του νωπού γάλακτος σε θερμοκρασία μικρότερη των 4° C επιβραδύνει τον πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών.

Είναι επιτακτική ανάγκη το γάλα να εξυγιαίνεται, καθώς είναι δυνατόν να έχει επικίνδυνους για την υγεία μικροοργανισμούς. Εκτός από την υγεία του καταναλωτή, επιτυγχάνεται μέσω της μείωσης του πληθυσμού των μικροβίων η αύξηση του χρόνου συντήρησης του προϊόντος. Ανάλογα με τον τρόπο επεξεργασίας, αδρανοποιούνται όλα ή ορισμένα από τα ένζυμα του γάλακτος και προλαμβάνονται ανεπιθύμητες μεταβολές [1] ή πραγματοποιούνται άλλες που είναι επιθυμητές (π.χ. μετουσίωση οροπρωτεϊνών για την παραγωγή γιαούρτης).

Εμπορικά, η θερμική επεξεργασία του γάλακτος άρχισε να εφαρμόζεται στα τέλη του 19ου αιώνα και ο κύριος σκοπός της ήταν η απενεργοποίηση του *Mycobacterium tuberculosis*, μικροοργανισμού υπεύθυνου για τη φυματίωση, ασθένεια μάστιγα για τους ανθρώπους την εποχή εκείνη. Στη συνέχεια, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία που σχετιζόνταν με την κατανάλωση του γάλακτος, η θερμική επεξεργασία (παστερίωση) του γάλακτος είχε ως αποτέλεσμα αυτή να υιοθετηθεί από όλες τις αναπτυγμένες χώρες μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο.

Η θερμική επεξεργασία του γάλακτος μπορεί να είναι [2, 3]:

α) Ήπια θερμική επεξεργασία, που περιλαμβάνει το θέρμισμα και την παστερίωση και

β) Έντονη θερμική επεξεργασία, που περιλαμβάνει την υψηλή θερμική επεξεργασία, την επεξεργασία UHT και την αποστείρωση. Στο διάγραμμα παραγωγής του θερμικά επεξεργασμένου γάλακτος περιλαμβάνονται τα εξής στάδια:

6.2. Καθαρισμός του γάλακτος

Αρχικά γίνεται η διήθηση στο αγρόκτημα για χονδροειδούς τύπου καθαρισμό. Στη βιομηχανία ο καθαρισμός γίνεται με τη παρεμβολή ενός μεταλλικού διάτρητου πλέγματος για συγκράτηση εμφανών ακαθαρσιών. Μετά τον αδρομερή καθαρισμό ακολουθεί αυτοματοποιημένη διήθηση, που γίνεται πιο γρήγορα στους 35° - 40° C. Αντί για διήθηση μπορεί να εφαρμοστεί η διαύγαση, με το γάλα να περνάει από φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες, τους διαυγαστές (παρόμοιους με τους κορυφολόγους). Αν το γάλα προθερμανθεί στους 50° C, η φυγοκέντρωση είναι αποτελεσματικότερη. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται επίσης απόσπηση και απομάκρυνση των σωματικών κυττάρων.

Με τη βακτηριοκθάαρση απομακρύνονται βακτήρια και κυρίως σπόρια σε ειδικά σχεδιασμένους φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες (12.000 x g / 73° C). Σε αυτή την περίπτωση τα βακτήρια απομακρύνονται με μικρή ποσότητα άπαχου γάλακτος [2, 3].

6.3. Τυποποίηση γάλακτος – Αποκορύφωση

Έχει ως σκοπό τη ρύθμιση της σύστασης σε κύρια συστατικά, ώστε να καλύπτει τις προδιαγραφές του Ευρωπαϊκού κανονισμού για κάποια προϊόντα (π.χ. άπαχο γάλα, γιαούρτι). Ακόμα παίζει ρόλο στην παραγωγή τυριών (π.χ. ο λόγος καζεΐνη / λίπος). Η τυποποίηση αφορά ουσιαστικά τη μεταβολή της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος, αφού αυτή έχει τη μεγαλύτερη διακύμανση και αφαιρείται εύκολα με φυσικές μεθόδους. Εκτός από τη φυσική αποκορύφωση, έχουμε και την αφαίρεση με φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες που ονομάζονται κορυφολόγοι ή αποκορυφωτές. Η διαδικασία εφαρμόζεται, όταν το γάλα με θερμοκρασία ~ 50° C περιστρέφεται με επιτάχυνση 4.000-6.000 x g [2, 3].

6.4. Ομογενοποίηση του γάλακτος

Αποτελεί μέθοδο σταθεροποίησης του γαλακτώματος του λίπους του γάλακτος. Ως αποτέλεσμα έχουμε την ομοιογενή εμφάνιση του συσκευασμένου γάλακτος χωρίς άνοδο του λίπους στην επιφάνεια. Επίσης διαμορφώνονται τα ιδιαίτερα ρεολογικά χαρακτηριστικά σε κάποια προϊόντα. Είναι μια επεξεργασία επιθυμητή για το πόσιμο γάλα, το γιαούρτι και το παγωτό. Δεν είναι επιθυμητή για την παρασκευή γιαουρτιού με επιδερμίδα (παραδοσιακού) ή για την παραγωγή τυριών ή την κρέμα για παραγωγή βουτύρου [2, 3].

6.5. Θερμικές επεξεργασίες

Το γάλα, που είναι κατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση και παράγεται με θερμική επεξεργασία άμεσα και αποκλειστικά από νωπό γάλα και που έχει καταλήξει στον τύπο γάλακτος παστεριωμένου και γάλακτος μακράς διάρκειας (αποστειρωμένου ή υπερυψηλής θέρμανσης - Ultra High Temperature), χαρακτηρίζεται σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (2009) ως «θερμικά επεξεργασμένο γάλα». «Θερμική επεξεργασία» νοείται κάθε επεξεργασία με θέρμανση που έχει ως αποτέλεσμα, αμέσως μετά την εφαρμογή της, αρνητική αντίδραση στη δοκιμασία της φωσφατάσης.

Ανάλογα με την ένταση της θερμότητας που εφαρμόζεται στο γάλα, κατατάσσουμε τις διάφορες επεξεργασίες στις ακόλουθες κατηγορίες:

Θέρμιση: Είναι χαμηλής έντασης επεξεργασία, μεταξύ 57°-68° C, για τουλάχιστον 20 δευτερόλεπτα. Έχει στόχο τη μείωση των αλλοιογόνων μικροβίων, κυρίως ψυχρότροφων και δεν επιφέρει κάποια αλλαγή στα συστατικά του γάλακτος.

Παστερίωση: Προκαλεί την αδρανοποίηση του ενζύμου αλκαλική φωσφατάση, αλλά αντίθετα η λακτουπεροξειδάση παραμένει ενεργή. Εφαρμόζεται στους 63° C για 30 λεπτά ή στους 72° C για 15 δευτερόλεπτα. Γενικά, με την παστερίωση όλοι οι μύκητες, οι ζύμες και η πλειοψηφία των αλλοιογόνων βακτηρίων θανατώνονται και πολλά ενδογενή ένζυμα μετουσιώνονται. Οι θερμοκρασίες και οι χρόνοι παστερίωσης έχουν επιλεγεί, έτσι ώστε να εξασφαλίζουν την καταστροφή και των θερμοαντόχων, μη σπορογόνων παθογόνων μικροοργανισμών, κυρίως του *Mycobacterium tuberculosis* (βακτηρίου της φυματίωσης) αλλά και των *Coxiella burnetii* (βακτηρίου που προκαλεί τον πυρετό Q) και *Listeria monocytogenes* (που προκαλεί λιστερίωση). Άλλα λιγότερο θερμοάντοχα παθογόνα, όπως είναι τα *Brucella*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Campylobacter* και *Escherichia coli* O157:H7, μπορεί να αδρανοποιηθούν και σε χαμηλότερες από την παστερίωση θερμοκρασίες. Όμως, κάποια θερμοάντοχα μη σπορογόνα (π.χ. *Lactobacillus* και *Streptococcus*) αλλά και κάποια σπορογόνα βακτήρια (π.χ. *Bacillus* και *Clostridium*) μπορεί να επιζήσουν στην παστερίωση.

Στις θερμοκρασίες αυτές, οι αλλαγές που εμφανίζουν τα συστατικά και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του γάλακτος είναι ελάχιστες. Είναι δυνατόν να υπάρξει με την παστερίωση μια μετουσίωση των πρωτεϊνών του ορού κατά 3-5%, όπως και μια μικρή απώλεια των βιταμινών (π.χ. η απώλεια των βιταμινών A και D είναι αμελητέα, ενώ η απώλεια των B1, B6, B9, B12 και C είναι της τάξης του 10%, 1-5%, 3-5%, 1-10% και 5-20%, αντίστοιχα).

Υψηλή παστερίωση: Είναι επεξεργασία θερμικά εντονότερη από τη παστερίωση και αδρανοποιεί το ένζυμο λακτουπεροξειδάση. Εφαρμόζονται διάφοροι συνδυασμοί θερμοκρασίας και χρόνου θέρμανσης, συνήθως κοντά στους 100° C. Όλοι οι αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί πεθαίνουν, αλλά τα σπόρια επιζούν. Επίσης παρατηρείται μετουσίωση των περισσότερων ενζύμων του γάλακτος. Παρατηρείται μια επίδραση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά με την αίσθηση ελαφριάς γεύσης βρασμένου, ενώ μέρος των πρωτεϊνών του ορού μετουσιώνεται.

Αποστείρωση: Έχει ως σκοπό την θανάτωση όλων των μικροοργανισμών αλλά και των σπορίων και είναι στην πράξη:

Η **U.H.T.** (Ultra High Temperature) ή θερμική επεξεργασία σε πολύ υψηλή θερμοκρασία: 130° C για 30s ή 145° C για 1s και

Η **Κλασική αποστείρωση** σε θερμοκρασία 115°-125° C για 20-30 λεπτά. Αυτή αδρανοποιεί όλα τα ένζυμα του γάλακτος, αλλά προκαλεί καστανίωση και χαρακτηριστική άσχημη γεύση, εξαιτίας των αντιδράσεων της λακτόζης (π.χ. αντίδρασης Maillard), και επιπρόσθετα υποβαθμίζει το γάλα, λόγω της μείωσης κάποιων βιταμινών, και αλλάζει σημαντικά τις πρωτεΐνες του γάλακτος, ακόμα και τις καζεΐνες. Τα εν λόγω χαρακτηριστικά του γάλακτος είναι πιο ήπια με την U.H.T., θερμοκρασία κατά την οποία το γάλα αποκτά ελαφριά γεύση βρασμένου [2, 3, 4].

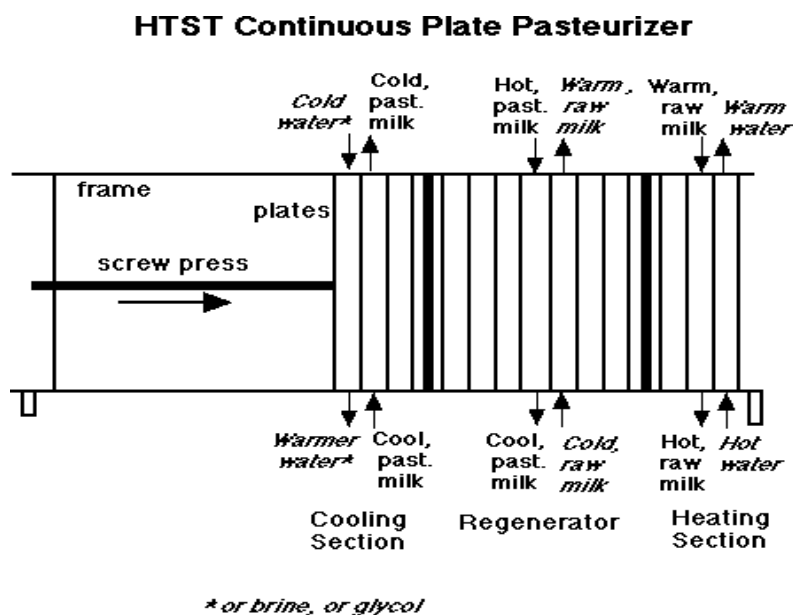
6.6. Παραγωγή πόσιμου γάλακτος με τη συνεχή μέθοδο παστερίωσης

Το γάλα θερμαίνεται διερχόμενο σε συνεχή ροή από εναλλάκτη θερμότητας με πλάκες. Συνοπτικά, ο παστεριωτήρας HTST είναι ένα συγκρότημα που αποτελείται α) από τον πλακοειδή εναλλάκτη θερμότητας, ο οποίος συνίσταται από τρία διαφορετικά μέρη, και β) από περιφερειακά μηχανήματα, τα οποία σχετίζονται με την παραγωγή του παστεριωμένου γάλακτος.

Το ψυγμένο γάλα πρώτα περνάει από το τμήμα ανάκτησης του εναλλάκτη θερμότητας. Εδώ, από τη μία πλευρά ρέει το νωπό γάλα, ενώ από την άλλη το παστεριωμένο. Έτσι το ήδη παστεριωμένο ψύχεται στους 25° C και το νωπό προθερμαίνεται μέχρι τους 65° C, με αποτέλεσμα να έχουμε και εξοικονόμηση ενέργειας. Ακόμα, από το τμήμα ανάκτησης το γάλα έχει ~ 50° C και αποκορυφώνεται στον κορυφολόγο, ενώ στη συνέχεια ομογενοποιείται στον ομογενοποιητή (~65° C). Εν συνεχεία περνά από το τμήμα θέρμανσης, όπου ρέει θερμό νερό από την αντίθετη κατεύθυνση και αποκτά θερμοκρασία τουλάχιστον 72° C. Μετά το τμήμα θέρμανσης, το γάλα περνάει από το σωλήνα προσαρμογής με χρόνο διέλευσής του 16s, ώστε να εξασφαλίζεται και ο χρόνος που απαιτείται για την παστερίωσή του. Έπειτα περνάει από το τμήμα ανάκτησης και τέλος από το τμήμα ψύξης. Εκεί, από την αντίθετη κατεύθυνση, περνάει ψυχρό νερό. Στη συνέχεια από εκεί το γάλα, που έχει < 5° C, ρέει προς μία δεξαμενή που συγκεντρώνει παστεριωμένο γάλα για συσκευασία.

Άλλα όργανα που υπάρχουν στο σύστημα είναι το δοχείο σταθερής στάθμης, το οποίο εξασφαλίζει σταθερή τροφοδοσία του παστεριωτήρα με γάλα. Ακόμα, μετά το σωλήνα παραμονής, υπάρχει ειδική βαλβίδα επιστροφής, όπου ελέγχεται η θερμοκρασία του γάλακτος. Αν είναι μικρότερη από την κανονική, τότε το γάλα γυρίζει στο δοχείο σταθερής στάθμης, για να επαναπαστεριωθεί. Το όλο σύστημα συμπληρώνεται από το κύκλωμα θερμού νερού, το κύκλωμα ψυχρού νερού, το κύκλωμα του πεπιεσμένου αέρα, τα καταγραφικά και τον πίνακα ελέγχου [1, 2, 4].

Εικόνα 6.1. Σχηματική παρουσίαση λειτουργίας παστεριωτήρα HTST (Πηγή: Καμινारीδης, Μοάτσου, «Γαλακτοκομία», Αιγάλεω, 2009)



Βιβλιογραφία 6^ο Κεφαλαίου

1. Lewis, M.L. and Deeth, H.C., 2009. Heat treatment of milk. In “Milk Processing and Quality Management”. A.Y. Tamime, ed., Black-Well Publ. Ltd.
2. Καμιναρίδης Στ., Μούτσου Γκ., (2009). «Γαλακτοκομία». Εκδόσεις: Έμβρυο. Ιερά οδός – Αιγάλεω.
3. Walstra P., Geurts T.J., Noomen A., Jellema A. & Van Boeckel M.A.J.S. (1999). Dairy Technology – Principles of Milk Properties and Processes. Εκδόσεις: Marcel Dekker Inc.
4. Walstra P., Wouters J.T.M. & Geurts T.J. (2006). Dairy Science and Technology. CRC-Taylor & Francis.
5. Dairy Processing Handbook, 2nd edition. Εκδόσεις: Tetra Pak Processing Systems AB (1995). Teknotext AB. Lund, Sweden.



Κεφάλαιο 7^ο. Επίδρασεις των θερμικών επεξεργασιών

7.1. Επίδραση των θερμικών επεξεργασιών στο γάλα

7.1.1. Παστερίωση

Τόσο η High temperature Short Time (HTST), όσο και η Low Temperature Long time (LTLT) έχουν ελάχιστη επίδραση στη θρεπτική αξία και στα δομικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του γάλακτος. Συγκεκριμένα:

α) Δεν επηρεάζονται οι φυσικοχημικές ιδιότητες του γάλακτος (σημείο πήξης, ειδικό βάρος κ.τ.λ.). Αντίθετα έχουμε μικρή μείωση της οξύτητας, λόγω απώλειας CO₂,

β) Η ικανότητα πήξης με πυτιά δεν επηρεάζεται, εκτός από λίγη αύξηση του χρόνου δράσης της, και ακόμα δεν βλάπτεται η ικανότητα συναίρεσης του πήγματος [1],

γ) Χρώμα, οσμή και γεύση του γάλακτος ελάχιστα επηρεάζονται στη χαμηλή παστερίωση. Αντίθετα έχουμε ιδιάζουσα γεύση γάλακτος λόγω της θέρμανσης,

δ) Σχετικά με τα συστατικά του γάλακτος:

- Λίπος, λακτόζη και πρωτεΐνες δεν επηρεάζονται καθόλου. Αν όμως το γάλα θερμανθεί άνω των 75° C, τότε αρχίζει η μετουσίωση των πρωτεϊνών του ορού.

- Κατά τη βραδεία παστερίωση έχουμε μικρή απώλεια (5-10%) στις βιταμίνες A, D, B και μικρή καθίζηση των αλάτων Ca, P, χωρίς όμως μείωση του βαθμού απορρόφησης από το έντερο. Έχουμε υποβάθμιση κατά 20% της βιταμίνης C. Αντίθετα, στην HTST έχουμε έως 10% απώλειες στην ίδια βιταμίνη [2].

- Ορισμένα ένζυμα αδρανοποιούνται. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αδρανοποίηση της αλκαλικής φωσφατάσης (που αποτελεί κριτήριο καλής παστερίωσης).

Συμπερασματικά αναφέρουμε ότι το παστεριωμένο γάλα έχει την ίδια θρεπτική αξία με το νωπό. Η μικρή απώλεια σε βιταμίνη C δεν αλλάζει τη γενική εικόνα. Έτσι και αλλιώς ένα λίτρο νωπό γάλα δεν αρκεί να υπερκαλύψει τις ανθρώπινες ανάγκες.

7.1.2. Υψηλή θερμική επεξεργασία

Η ESL θερμική επεξεργασία (127° C για 2 sec) είναι αρκετά βλαπτική για τους σπόρους από σπορογόνα βακτήρια, θανατηφόρα για μη σπορογόνους μικροοργανισμούς, αλλά ελάχιστα βλαπτική για τα συστατικά του γάλακτος. Το ESL γάλα προσομοιάζει αρκετά με το παστεριωμένο HTST σε δομή και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Τα δύο είδη γάλακτος έχουν αμελητέα διαφορά, όσον αφορά τα θρεπτικά συστατικά.

7.1.3. Αποστείρωση

Συνοψίζοντας τα κύρια στοιχεία από μια πλούσια βιβλιογραφία, αναφέρουμε τις συνέπειες από την αποστείρωση στις βιταμίνες, στα λίπη, στις πρωτεΐνες και στο σβέεστιο:

Βιταμίνες

Ανεξάρτητα από την τεχνική της αποστείρωσης, η βιταμίνη Α, τα καροτένια, η ριβοφλαβίνη Β₂, η βιταμίνη D, το νικοτινικό οξύ, το παντοθενικό οξύ και η βιοτίνη δεν βλάπτονται καθόλου ή βλάπτονται ελάχιστα (2-7%).

Η Β₁-θειαμίνη, η Β₆-πυροδοξίνη, η Β₁₂, η C και το φυλλικό οξύ καταστρέφονται σε σημαντικό ποσοστό (20-60%) κατά την αποστείρωση ενός σταδίου σε φιάλες. Όμως καταστρέφονται λιγότερο κατά την αποστείρωση δύο σταδίων και ελάχιστα κατά την UHT (5-20%) [3, 4]. Σημειώνουμε ότι στη συντήρηση του γάλακτος UHT διαπιστώνεται σημαντική απώλεια (15-30%) σε φυλλικό οξύ και βιταμίνη C [5, 6].

Λίπη

Καταγράφεται 60-80% αύξηση των διπλών δεσμών στα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, λινολεϊκό, λινελαϊκό και αραχιδονικό, κατά την αποστείρωση ενός σταδίου εντός φιαλών. Πρόκειται για καταστροφή που περιορίζεται σε ποσοστό κάτω του 30% κατά την UHT αποστείρωση [3, 7].

Περαιτέρω δεν έχουμε άλλες δυσάρεστες επιπτώσεις κατά την αποστείρωση. Ας σημειώσουμε ωστόσο εδώ ότι ορισμένα παραγόμενα προϊόντα ευνοούν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του γάλακτος (π.χ. λακτόνες, αλδεΐδες, μεθυλκετόνες).

Πρωτεΐνες

Η β-γαλακτοσφαιρίνη μετουσιώνεται, όπως οι πρωτεΐνες του ορού, σε ποσοστό 60-80%. Εν συνεχεία δημιουργούνται σύμπλοκα με τις καζεΐνες και κυρίως με την κ-καζεΐνη. Έτσι, μεγάλα συσσωματώματα μικκυλίων, σε μικρό ποσοστό, επικάθονται στα τοιχώματα των σωληνώσεων [8]. Η ευαισθησία αυτή των οροπρωτεϊνών οφείλεται στην απουσία φωσφόρου στο μόριό τους, στη μικρή περιεκτικότητά τους σε προλίνη και στην υψηλή περιεκτικότητά σε κυστίνη, κυστεΐνη και μεθειονίνη. Όλες οι οροπρωτεΐνες δεν παρουσιάζουν φυσικά την ίδια ευαισθησία στη θέρμανση. Πιο ευαίσθητες είναι οι ανοσοσφαιρίνες, ακολουθούν οι γαλακτοσφαιρίνες και έπονται οι γαλακταλβουμίνες που μετουσιώνονται στους 100° C για 5 λεπτά [25].

Με θέρμανση άνω των 105° C σχηματίζονται θειούχες ενώσεις, όπως μερκαπτάνες, σουλφίδια και υδρόθειο, που δίνουν στο γάλα γεύση βρασμένου τόσο στο UHT, όσο και στο αποστειρωμένο εντός φιαλών. Σημειωτέον ότι η απελευθέρωση σουλφυδρυλικών ομάδων μπορεί να βλάψει τα θειούχα αμινοξέα σε ποσοστό 10-30% [26].

Η μετουσίωση των πρωτεϊνών δεν συνεπάγεται μείωση της θρεπτικής αξίας του γάλακτος, αντίθετα συμβάλλει στην αύξησή της πεπτικότητάς του. Μόνο ύστερα από θέρμανση στους 120° C πάνω από ένα λεπτό βλάπτεται η πεπτική ιδιότητα των πρωτεϊνών.

Βλάβη παρατηρείται στη λυσίνη, που μειώνεται 10-30% στο αποστειρωμένο εντός φιαλών γάλα και 2-10% στο γάλα UHT. Αυτή η μείωση οφείλεται στην αντίδραση Maillard, ενώ συντήρηση του UHT γάλακτος για μακρό διάστημα μειώνει τη λυσίνη έως και 30% [27].

Η δημιουργία λυσινοαλανίνης προκύπτει από θέρμανση σε αλκαλικό περιβάλλον και είναι ως ουσία τοξική για τον άνθρωπο και νεφροτοξική για τα ποντίκια [28].

Ασβέστιο

Έχει διαπιστωθεί μείωση του ελεύθερου ασβεστίου σε όλα τα αποστειρωμένα γάλατα. Αντίθετα σε πειράματα με βρέφη δεν παρατηρήθηκε ανεπάρκεια στη διατροφή τους σε ασβέστιο [29].

Το λίγων ημερών γάλα UHT έχει πολύ καλή θρεπτική αξία και είναι κατάλληλο για αποκλειστική ακόμα διατροφή. Ως τροφή για άτομα πρώιμης ηλικίας πρέπει να συμπληρώνεται με ορισμένες βιταμίνες (φυλλικό οξύ, B₁₂ και κυρίως βιταμίνη C).

7.2. Αλλοιώσεις

7.2.1. Παστεριωμένο γάλα και γάλα Extended Self Life (ESL)

Το παστεριωμένο γάλα και γάλα ESL δεν είναι στείρα προϊόντα. Έχουν μικρό αριθμό μη παθογόνων βακτηρίων, τα οποία σε < 6° C δεν πολλαπλασιάζονται σε ανησυχητικό βαθμό για όσο διάστημα προβλέπεται από τη συντήρηση. Υπάρχει όμως το ενδεχόμενο να υπάρξει αλλοίωση, αν οι συνθήκες συντήρησης αλλάξουν ή παραβιαστούν, λόγω υπέρμετρης αύξησης των βακτηρίων αυτών. Η οξίνιση είναι η συνηθέστερη αλλοίωση και εξελίσσεται σε πήξη με διαχωρισμό ορού. Ορισμένα είδη σπορογόνων βακτηρίων προκαλούν τη λεγόμενη γλυκιά πήξη, δηλαδή πήγμα ομοιογενές χωρίς οξίνιση.

Όσον αφορά την καλή ή κακή ποιότητα του παστεριωμένου γάλακτος, αυτή γίνεται αντιληπτή από τους καταναλωτές κυρίως μέσω των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών. Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά είναι βέβαια άμεσα συνδεδεμένα με τη χημική και μικροβιολογική ποιότητα του γάλακτος. Χημικές και ενζυμικές αντιδράσεις δημιουργούν άσχημη οσμή και γεύση στο φρέσκο παστεριωμένο γάλα, το οποίο μετά από κάποιο χρόνο αποθήκευσης δεν είναι αποδεκτό από τον καταναλωτή. Για παράδειγμα, μπορεί να αναπτυχθεί «καμμένη» ή «χάρτινη» γεύση, λόγω αποικοδόμησης των θειούχων αμινοξέων των πρωτεϊνών του ορού γάλακτος ή της οξειδωσης του λίπους του γάλακτος αντίστοιχα, ή ανεπιθύμητη οσμή και γεύση λόγω αύξησης του μικροβιακού φορτίου (κυρίως ψυχρότροφων βακτηρίων) του παστεριωμένου γάλακτος. Δυστυχώς, δεν έχουν θεσπιστεί όρια για τους παραπάνω δείκτες, ώστε να μπορεί εύκολα να καθοριστεί ο χρόνος ζωής του παστεριωμένου γάλακτος, με συνέπεια το σημαντικότερο κριτήριο να παραμένει η αποδοχή του από τον καταναλωτή. Κάποιες χώρες έχουν θεσπίσει ως χρόνο ζωής του γάλακτος το διάστημα κατά το οποίο το μικροβιακό του φορτίο θα φτάσει την τιμή των 20.000 μικροβίων/ml, όταν αυτό συντηρείται στην οριακή θερμοκρασία των 7° C.

Σημειώνουμε ότι επιτρέπεται η προώθηση παστεριωμένου γάλακτος, το οποίο στην ετικέτα του φέρει την ένδειξη «υψηλής παστερίωσης» (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2009). Το γάλα υψηλής παστερίωσης έχει γίνει γνωστό ως Παρατεταμένης

Διάρκειας Ζωής (Extended Self Life-ESL) και συντηρείται στο ψυγείο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από το παστεριωμένο. Κατά τη θερμική επεξεργασία του εφαρμόζονται διαφορετικοί συνδυασμοί θερμοκρασίας και χρόνου θέρμανσης και συνήθως χρησιμοποιούνται θερμοκρασίες γύρω στους 100° C. Θανατώνονται όλοι οι αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί, όχι όμως και τα σπόρια, ενώ μετουσιώνονται τα περισσότερα ένζυμα του γάλακτος. Τα συστατικά του γάλακτος, βέβαια, υφίστανται κάποιες επιδράσεις, με αποτέλεσμα π.χ. κάποιες πρωτεΐνες να μετουσιώνονται, κάποιες βιταμίνες να χάνουν ένα μέρος της θρεπτικής τους αξίας ή τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του να εμφανίζουν κάποιες μεταβολές, όπως ελαφριά γεύση «βρασμένου».

7.2.2. Αποστειρωμένο γάλα

Λόγω μακράς συντήρησης, το αποστειρωμένο γάλα είναι δυνατόν να έχει αποκλίσεις από τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του. Οι αποκλίσεις που έχουν τη μορφή αλλοίωσης είναι:

Πήξη

Είναι η σημαντικότερη αλλοίωση και μπορεί να οφείλεται:

α) Σε φυσικοχημικά αίτια (οξύτητα, αναλογία αλάτων κ.λπ.), παράγοντες σχετιζόμενους με την ποιότητα του γάλακτος. Σε αυτή την περίπτωση έχουμε πήξη αμέσως μετά την αποστείρωση, αλλά ακόμα και αργότερα στη συντήρηση, και

β) Στη δράση ενζύμων από ενεργό πληθυσμό βακτηρίων ή σε θερμοανθεκτικά ένζυμα, τα οποία δεν αδρανοποιήθηκαν κατά την αποστείρωση [9]. Τα ένζυμα αυτά παράγονται κυρίως από ψυχρότροφα είδη κλωστριδίων και βακίλων που υπήρχαν στο γάλα πριν από την αποστείρωση [13, 14].

Η δεύτερη περίπτωση αφορά συχνότερα το UHT, γιατί η ενδεδειγμένη θέρμανση δεν αδρανοποιεί πλήρως τα θερμοανθεκτικά ένζυμα. Σημειωτέον ότι υπάρχουν αμφιβολίες αν αυτή η θέρμανση αδρανοποιεί αποτελεσματικά και τη φωσφατάση [15].

Λιπόλυση-πρωτεόλυση

Εκδηλώνεται με οσμή και γεύση ταγγού και/ή με πικρότητα. Οφείλεται στη δράση πρωτεολυτικών και λιπολυτικών ενζύμων, που παράγονται από διάφορα βακτήρια πριν από την αποστείρωση [9, 16].

Αλλοιώσεις οσμής και γεύσης

Αμέσως μετά την αποστείρωση προκύπτουν οσμή και γεύση βρασμένου λάχανου από τη μετουσίωση των πρωτεϊνών του ορού. Η οσμή εξαφανίζεται μετά από λίγες μέρες.

Προκύπτει επίσης γεύση ελαιώδης ή ταγγή ή γεύση μπαγιάτικου κατά τη συντήρηση, που οφείλεται σε οξειδωτικές αντιδράσεις από ύπαρξη οξυγόνου στο γάλα. Η αφαίρεση του αέρα κατά τη συσκευασία προφυλάσσει από αυτές τις μεταβολές [17].

Καστανή χροιά – Αντίδραση Maillard

Πάνω από 115° C θέρμανση προκαλεί αντίδραση αλδεϋδων, κετονών και αναγωγικών σακχάρων με αμινοξέα, αμίνες, πεπτίδια και πρωτεΐνες. Αυτό θεωρείται αντίδραση Maillard. Κυρίως η β-γαλακτοσφαιρίνη αντιδρά με τη λακτόζη. Αποτέλεσμα αυτής της αντίδρασης είναι ο σχηματισμός ουσιών με καστανή χροιά. Μία ουσία που παράγεται είναι η υδροξυμεθυλφουρφουρόλη (HMF), που αυξάνει όσο αυξάνει ο βαθμός θέρμανσης. Εκτός από αυτή παράγονται και ετεροκυκλικές ενώσεις, όπως και θειούχες ενώσεις μικρού μοριακού βάρους. Όλα αυτά συμβάλλουν στη διαμόρφωση της λεγόμενης γεύσης «καραμέλας».

Η αλδεϋδη ενώνεται με αμινο-ομάδες και ιδιαίτερα με εκείνες του αμινοξέος λυσίνη, με αποτέλεσμα να σχηματίζονται ενώσεις, όπως λακτοζολυσίνη και πυριδοξίνη που είναι ανθεκτικές στα ένζυμα. Έτσι έχουμε μείωση της διαθέσιμης λυσίνης.

Όταν χρησιμοποιείται ενδεδειγμένη τεχνολογία για την αποστείρωση, η αντίδραση Maillard περιορίζεται σε μη ορατά επίπεδα και ιδιαίτερα στο γάλα UHT. Εάν όμως η θέρμανση είναι ισχυρή, τότε το γάλα εμφανίζει μια σαφώς καστανή χροιά, και αυτό θεωρείται ως αλλοίωση [26, 28].

7.3. Επίδραση των διαφόρων θερμικών επεξεργασιών από μικροβιολογική άποψη

7.3.1. Παστεριωμένο γάλα

Τόσο η παστερίωση Low Temperature Long Time (LTLT), όσο και η High Temperature Short time (HTST) θεωρείται ότι και οι δύο αυτοί τρόποι υγιεινής εξασφάλισης του γάλακτος καταστρέφουν τους επικίνδυνους μικροοργανισμούς. Κάποιοι ερευνητές ωστόσο υποστηρίζουν ότι στη βραδεία παστερίωση (LTLT), εάν υπάρχει μεγάλος αρχικός πληθυσμός μικροοργανισμών, τότε κάποια είδη μπορεί να επιβιώσουν. Πρόκειται για τα είδη *Coxiella burnetii*, *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium avium ssp. paratuberculosis* (MAP) και *Nocardia asteroides*. Αναφέρονται όμως και οι ιοί του αφθώδους πυρετού και της διφασικής εγκεφαλομυελίτιδας [18, 19, 20].

Τα σπόρια των βακτηρίων και των μυκήτων δεν καταστρέφονται κατά την παστερίωση. Έχει αναφερθεί και επιβίωση του ιού του αφθώδους πυρετού και του *Mycobacterium avium ssp.* (MAP) κατά την HTST παστερίωση [21].

Σωστή εφαρμογή της HTST παστερίωσης προκαλεί μείωση της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (OMX) άνω του 99% [22]. Σε ποσοστό έως και 50% επιβιώνουν οι εντερόκοκκοι, ο *Streptococcus thermophilus* και ορισμένοι λακτοβάκιλλοι. Από τα εντερικά βακτήρια, τα κολοβακτηριοειδή είναι θερμοευαίσθητα και καταστρέφονται, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν στο παστεριωμένο γάλα. Αν εντοπισθούν, αυτό σημαίνει ότι δεν έγινε σωστή παστερίωση ή ότι υπήρξε μεταπαστεριωτική μόλυνση.

Γενικά, όσο λιγότερα βακτήρια έχει το προς παστερίωση γάλα, τόσο πιο αποτελεσματική θα είναι η παστερίωση. Αν το νωπό γάλα έχει μικροβιακό φορτίο υψηλό (άνω του 5×10^5 βακτήρια/ml), τότε το παστεριωμένο θα έχει μάλλον βακτήρια που θα υπερβαίνουν το όριο.

7.3.2. Γάλα Extended Shelf Life (ESL)

Το γάλα ESL δεν είναι στείρο προϊόν. Με τη θερμική του επεξεργασία θέλουμε να καταστρέψουμε τους επικίνδυνους μικροοργανισμούς, να ελαττώσουμε και να αδρανοποιήσουμε μερικώς τους σπόρους των βακτηρίων που επιβιώνουν και να αποφύγουμε τις αλλοιώσεις με ελαχιστοποίηση του συνολικού αριθμού βακτηρίων. Οι *B. cereus* και *B. circulans* είναι θερμοάντοχοι και αν επιβιώσουν θα πολλαπλασιαστούν στη θερμοκρασία συντήρησης και θα αλλοιώσουν το γάλα. Άρα στην προκειμένη περίπτωση τα μέτρα πρέπει να είναι εξαιρετικά αυξημένα [23]. Οι συνθήκες συσκευασίας πρέπει να είναι «ασηπτικές», αλλιώς θα υπάρξουν επιμολύνσεις, οι οποίες θα ελαττώσουν το χρόνο διακίνησης. Γι' αυτό πρέπει να εφαρμόσουμε δοκιμαστική επώαση, με ικανό αριθμό δειγμάτων, πριν τα γάλατα προωθηθούν στην κατανάλωση.

7.3.3. Αποστειρωμένο γάλα

Στο αποστειρωμένο γάλα υπάρχει το ενδεχόμενο να ανευρεθούν είτε θερμοάντοχα σπορογόνα των γενεών *Bacillus* και *Clostridium* ή μη σπορογόνα. Αυτό μπορεί να συμβεί, επειδή η αποστείρωση πιθανώς να είναι ανεπαρκής λόγω κακού συνδυασμού χρόνου και θερμοκρασίας αποστείρωσης. Άλλος λόγος μπορεί να είναι η παρουσία στο γάλα αρχικώς μεγάλου αριθμού σπορίων και αυτή η αιτία είναι η πιο συχνή. Ο χρόνος θέρμανσης εξάλλου του γάλακτος στη ζώνη 110°-120° C δεν πρέπει να επιμηκυνθεί για πολύ, αφού υπάρχει κίνδυνος καστανώσης του γάλακτος [3].

Αντίθετα, στη ζώνη 135°-150° C οι σπόροι καταστρέφονται ραγδαία και ο ρυθμός καστανώσης δεν έχει τον ίδιο ρυθμό. Άρα το γάλα μπορεί να αποστειρωθεί αποτελεσματικά για χρόνο λίγων δευτερολέπτων χωρίς επίπτωση στο χρώμα [24].

Από άποψη Δημόσιας Υγείας, προσέχουμε μέσω αποστείρωσης να προκύπτει καταστροφή των σπόρων του *Clostridium botulinum* κατά 12 λογάριθμους. Έχει αποδειχθεί η παραγωγή αλλαντικής τοξίνης A και B, όταν το UHT γάλα ενοφθαλμίστηκε με σπόρους του *C. botulinum* και συντηρήθηκε σε θερμοκρασία περιβάλλοντος [25].

Για να υπάρχει ικανοποιητική αποστείρωση, το νωπό γάλα δεν πρέπει πριν από τη διαδικασία να περιέχει περισσότερους από 10³ θερμοάντοχους σπόρους ανά λίτρο. Για το UHT γάλα επιζητούμε μέσω της θέρμανσης μείωση των σπόρων του *B. subtilis* κατά 7 λογάριθμους.

Επομένως, ενίοτε λόγω προβλημάτων μπορεί να υπάρχει ατελής αποστείρωση σε κάποιες φιάλες ή κουτιά. Συνήθως ανευρίσκονται κατά τη μικροβιολογική εξέταση συχνά τα είδη *Bacillus lichniformis*, *B. subtilis*, *B. circulans*, *B. cereus*, *Raenibacillus macerans* και *B. coagulans* [17,26,, 27, 28].

Δεν αποκλείεται φυσικά να υπάρξει και επιμόλυνση του αποστειρωμένου γάλακτος στον ομογενοποιητή και στη μηχανή συσκευασίας. Συνήθως ανευρίσκουμε στη μικροβιολογική εξέταση, που ακολουθεί, ζύμες και μύκητες.

Βιβλιογραφία 7^ο Κεφαλαίου

1. Hall, C.W., and Trout, G.M., 1968. Milk pasteurization. A Vi Publ. Co. Westport, Connecticut.
2. Renner, E., 1983. Milk and dairy products in human nutrition. W. GmbH Volkswirtschaftlicher, Verlag. Munchen.

3. Van Eekelen, M., and Heijne J.J.I.G., 1965. Nutritive value of sterilized milk (In "milk sterilization"), pp 33-42. FAO Agr. Studies No. 65, Rome.
4. Gorner. F. and Uherova, R., 1980. Retention von einigen vitaminen wahrend der uchrachocherhitzung von milch. *Nachrung* 24:713 (*Dairy Sci. Abstr.* 43:1006).
5. Burton, H., Ford, J. E., Perkin, A.G., Porter, J.W.G., Scott, K.J., Thompson, S.Y., Toyce Toothill, and Edwards-Webb, J.D., 1970. Comparison of milks processed by the direct and indirect methods of Ultra-high temperature sterilization. IV. The vitamin composition of milks sterilized by different processes. *J. Dairy Res.* 37:529.
6. Thomas, E.L., Burton, H., Ford, J.E. and Perkins, A.G., 1975. The effect of oxygen content on flavour and chemical changes during aseptic storage of whole milk after ultra-high Temperature processing. *J. Dairy Res.* 42:285.
7. Gallmann, P.U., 2000. Possible quality improvement/benefits of ESL products. In "Proceedings of the conference on extended shelf life milk. IDF", Brussels.
8. Burton, H., 1969. Aseptic packaging (In "Ultra-High temperature of Ddairy products". pp. 17-22. Society of Dairy Technology monograph. London).
9. Adams, D.M., Barach, J.J, and speck, M., 1976. Effects of psychrotrophic bacteria from raw milk on milk protein and stability of milk proteins to ultra-high temperature. *J. Dairy Sci.* 59:823.
10. Aboshama, K., and Hansen, A.P., 1977. Effect of Ultra-high temperature steam injection processing on sulphur-containing amino acids. *J. Dairy Sci.* 60:1374.
11. Moller, A.B., Andrews, A.T., and Cheeseman, G.C., 1977. Chemical changes in Ultra-heat-treated milk during storage. II. Lactulose lysine and fructose lysine formation by the Maillard reaction. *J. Dairy Res.* 44:267.
12. Renner, E., 1983. Milk and dairy products in human nutrition. W. GmbH Volkswirtschaftlicher, Verlag. Munchen.
13. Bhadsavle, C.H., Shehata, T.E, and Collins, E.B., 1972. Isolation and identification of psychotropic clostridium from milk. *Appl. Microbiol.* 24:699.
14. Overcast. W.W. and Atamaran, K., 1974. The role of *Bacillus cereus* in sweet curdling of fluid milk. *J. Milk and Food Technol.* 37:333.
15. Murthy, G.K., Cox, S., and Kaylor, L., 1976. Reactivation of alkaline phosphatase in Ultra-high Temperature Short Time processed liquid milk products. *J. Dairy Sci.* 59:1699.
16. Mottar, J., 1981. Heat resistant enzymes in UHT milk and their influence on sensoric changes during uncool storage. *Milchwissenschaft.* 36:87.
17. Mehta, R.S., and Bassette, R., 1978. Organoleptic, chemical and microbiological changes in Ultra-high Temperature sterilized milk stored at room temperature. *J. Food Prot.* 41:806.
18. FAO/WHO., 1970. Expert committee on milk hygiene. Third report. WHO Technical Seires No 453. FAO Agriculture Studies no 83. Rome.
19. Kaplan, M.M., Abdussalam, A, and Bijlenga G., 1962. Diseases transmitted through milk. (In "Milk Hygiene". pp 11-64, WHO monograph. Series No 48. Geneva).
20. Kelly, A.L., Datta, N., Deeth, H.C., 2006. Thermalprocessing of dairy products. In "Thermal food processing. New technologies and quality issues". Da-Wen Sun. Ed. CRC Press.
21. Blackwell, J.H., Mckercher, P.D., Kosikowski, F.V, Carmichael L.E, and Gorewit, R.C., 1982. Concentration of Foot and Mouth Disease virus in milk of cows infected under simulated field conditions. *J. Dairy Sci.* 65:1624.
22. Πανέτσος, Α., Μάντης, Α., Γιωργάκης Σ., 1973. Επίδρασις επί μέρους τεχνολογικών μεθόδων επί του βαθμού εξυγιάνσεως του γάλακτος. *Ιατρ. Επιθ. Εν. Δυνάμ.* 7: 225.
23. Blake, M.R., Weimur, B.C., MacMahon, D.J., Savello, P.A., 1995. Sensory and microbial quality of milk processed for extended shelf life by direct steam injection. *J. Food Prot.* 58:1007-1013.
24. Burton, H., 1977. An introduction to ultra-high temperature processing and plant. *J. Soc. Dairy Technol.* 30:135.
25. Mehta, R. S., 1980. Milk processed at Ultra-high Temperature. A review. *J. Food Prot.* 43:212.

26. Galeslout, Th. E., 1962. The sterilization of milk. (In "Milk hygiene" pp. 269-302. WHO, Geneva).
27. Muschick, R., Suhren, G., Heeschen, W., and Tolle, A., 1981. Studies on the bacteriological situation of UHT Milk. *Milchwissenschaft*. 35:8028. Westhoff. D.C., 1981. Microbiology of ultrahigh temperature milk. *J. Dairy Sci.* 64:167.



Κεφάλαιο 8°. Συσκευασία και συντήρηση του θερμικά επεξεργασμένου γάλακτος, ποιοτικός έλεγχος

8.1. Είδη γάλακτος

8.1.1. Παστεριωμένο γάλα και γάλα υψηλής θερμικής επεξεργασίας

Το παστεριωμένο γάλα έχει περιορισμένη διάρκεια ζωής (self life), γι' αυτό είναι αναγκαία η ταχεία ψύξη του σε χαμηλές θερμοκρασίες που δεν υπερβαίνουν τους 6° C κατά τη διακίνησή του και μέχρι την κατανάλωσή του. Η διάρκεια ζωής του εξαρτάται κυρίως από την ποιότητα της πρώτης ύλης, δηλαδή τη μικροβιολογική (ολικό φορτίο και σωματικά κύτταρα) και τη χημική (κυρίως μέταλλα και ελεύθερα λιπαρά οξέα) ποιότητα του νωπού γάλακτος και από τον τρόπο επεξεργασίας της πρώτης ύλης (συλλογή, θερμική επεξεργασία, θερμοκρασία αποθήκευσης, έκθεση στο φως, είδος συσκευασίας, επιμολύνσεις μετά την παστερίωση από μέταλλα και μικροοργανισμούς κ.ά.).

Η συσκευασία του παστεριωμένου γάλακτος πρέπει να προστατεύει την υγιεινότητά του. Πραγματοποιείται στο τμήμα συσκευασίας ή εμφιάλωσης, που πρέπει να είναι απομονωμένο και να λειτουργεί κάτω από αυστηρές συνθήκες υγιεινής για πρόληψη τυχόν επιμολύνσεων.

Η συσκευασία μπορεί να γίνει:

α) Σε γυάλινες φιάλες ενός λίτρου ή μικρότερες που σφραγίζονται με πώμα από φύλλο αλουμινίου. Πριν από την πλήρωσή τους οι φιάλες πλένονται και αποστειρώνονται, ενώ όσες επαναχρησιμοποιούνται παρουσιάζουν συχνά προβλήματα υγιεινής. Σήμερα χρησιμοποιούνται γυάλινες φιάλες μίας χρήσης.

β) Σε πλαστικούς σάκους 10-20 λίτρων, με δεύτερη συσκευασία σκληρό χαρτοκιβώτιο.

γ) Σε πλαστικές φιάλες μίας χρήσης, από διάφορα πλαστικά υλικά επιτρεπόμενα για τα τρόφιμα.

δ) Σε χαρτοκιβωτίδια διαφόρων σχημάτων (τετράεδρο τύπου Tetrapack, Zurak κ.ά.), τα οποία μορφοποιούνται τη στιγμή της πλήρωσης από ειδικό μηχάνημα. Ως εσωτερική επένδυση υπάρχει πλαστικό φιλμ ειδικής προδιαγραφής, το οποίο δεν αφήνει κατάλοιπα και δεν αντιδρά με το γάλα.

Η τελευταία επιλογή αποτελεί τον κύριο τρόπο συσκευασίας του παστεριωμένου γάλακτος σήμερα, παρά τα μειονεκτήματά του (επιμολύνσεις). Το παστεριωμένο γάλα συντηρείται σε θερμοκρασία ψύξης (7° C), στην οποία συντηρείται για 5-10 ημέρες. Η νομοθεσία στη χώρα μας [14] κάνει λόγο για 7 ημέρες, με τις αντίστοιχες ημερομηνίες παραγωγής και διακίνησης στη συσκευασία.

Η διανομή στα καταστήματα πώλησης γίνεται με ειδικά φορτηγά-ψυγεία και η θερμοκρασία δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 10° C. Στα πρατήρια συντηρείται σε θερμοκρασία μικρότερη των 7° C.

Για το ESL γάλα χρησιμοποιούνται τα ίδια μέσα συσκευασίας και υλικά. Η διαφορά έγκειται στις προδιαγραφές υγιεινής. Στην «υψηλή υγιεινή» η διάρκεια

διακίνησης δεν υπερβαίνει τις 30 ημέρες. Αν είναι τύπου «ασηπτική», τότε η διάρκεια ζωής φτάνει έως 40 ημέρες [1, 2].

8.1.2. Αποστειρωμένο γάλα

Σημαντικό ρόλο εδώ παίζουν οι «άσηπτες συνθήκες» συσκευασίας, αφού στο στάδιο αυτό παρατηρούνται επιμολύνσεις. Κύριο πρόβλημα είναι η αποστείρωση του περιέκτη. Η αποστείρωση γίνεται κατά τη μορφοποίηση και πριν από την πλήρωση με θερμό αέρα 200° C και/ή υπεριώδη ακτινοβολία. Αν έχουμε μεταλλικά κουτιά, τότε αυτά αποστειρώνονται με υπέρθερμο ατμό και σφραγίζονται σε κλειστό κύκλωμα. Το εντός του περιέκτη αποστειρωμένο γάλα δεν έχει κάποιο πρόβλημα υγιεινής, διότι συσκευάζεται πριν από την αποστείρωση.

Η συντήρησή του γίνεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, η οποία όμως δεν πρέπει να είναι πολύ υψηλή. Η διάρκεια συντήρησης περιορίζεται κατά πολύ, αν η θερμοκρασία υπερβαίνει τους 25° C. Η διάφανη συσκευασία επίσης έχει το μειονέκτημα του φωτός, το οποίο επιδρά αρνητικά σε σχέση με τα μεταλλικά κουτιά.

Για το UHT γάλα χρησιμοποιείται το κιβωτίδιο τριών στοιβάδων σε Tetrapack ή το ορθογώνιο σχήμα (Tetrabick, Selfpak κ.ά.) σε διάφορα μεγέθη (250 ml, 500 ml και 1 λίτρου) [3]. Επίσης χρησιμοποιείται και η πλαστική ημιδιαφανής φιάλη.

8.2. Ποιοτικός έλεγχος

Η καλή ή κακή ποιότητα του παστεριωμένου γάλακτος γίνεται αντιληπτή από τους καταναλωτές, κυρίως μέσω των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών. Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά βέβαια είναι άμεσα συνδεδεμένα με τη χημική και μικροβιολογική ποιότητα του γάλακτος. Χημικές και ενζυμικές αντιδράσεις δημιουργούν άσχημη οσμή και γεύση στο φρέσκο παστεριωμένο γάλα, το οποίο μετά από κάποιο χρόνο αποθήκευσης δεν είναι αποδεκτό από τον καταναλωτή. Για παράδειγμα, μπορεί να αναπτυχθεί «καμένη» ή «χάρτινη» γεύση, λόγω αποικοδόμησης των θειούχων αμινοξέων των πρωτεϊνών του ορού γάλακτος ή της οξειδωσης του λίπους του γάλακτος αντίστοιχα, ή ανεπιθύμητη οσμή και γεύση λόγω αύξησης του μικροβιακού φορτίου (κυρίως ψυχρότροφων βακτηρίων) του παστεριωμένου γάλακτος.

Λόγω της τεράστιας σημασίας της μικροβιολογικής ποιότητας του νοπού γάλακτος για την ασφάλεια των καταναλωτών αλλά και την επεξεργασία του, εφαρμόζονται αυστηροί κανονισμοί σχετικά με της συνθήκες παραγωγής, αποθήκευσης και διακίνησης [13].

8.2.1. Μακροσκοπικός έλεγχος

Παστεριωμένο γάλα

Γίνεται έλεγχος της κατάστασης της συσκευασίας και της ημερομηνίας παραγωγής και λήξης επάνω στη συσκευασία. Το χρώμα του είναι λευκό και έχει οσμή και γεύση σαν του νοπού με πολύ μικρή απόκλιση. Πρέπει συνεχώς να συντηρείται σε 7° C, εντός της αρχικής συσκευασίας του. Σε περίπτωση παραλαβής δείγματος από τη συσκευασία η θερμοκρασία δεν πρέπει να υπερβεί τους 10° C, και η όλη διαδικασία γίνεται με αντισηπτικό τρόπο [12].

Γάλα ESL

Η μακροσκοπική εξέταση για τα δομαιοθητικά χαρακτηριστικά είναι η ίδια με του παστεριωμένου γάλακτος. Η εξαίρεση είναι ότι έχει μια γεύση θερμανθέντος.

Αποστειρωμένο γάλα

Ελέγχεται η συσκευασία, αν πληροί τις άσηπτες συνθήκες. Η οσμή και γεύση πρέπει να είναι σαφώς βρασμένου γάλακτος. Η σύσταση πρέπει να έχει ικανοποιητική ρευστότητα χωρίς πήγματα, ιζήματα ή διαχωρισμό λίπους.

8.2.2. Εργαστηριακός έλεγχος

Πίνακας 8.1. Μικροβιολογικές προδιαγραφές παστεριωμένου γάλακτος στην Ε.Ε. (Πηγή: Μαντής, Παπαγεωργίου, Φλετούρης, Αγγελίδης, «Υγιεινή και Τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του», Αφοί Κυριακίδη – Εκδόσεις Α.Ε., 2015)

Είδος εξέτασης	Όρια		Πλάνο δειγματοληψίας	
	m	M	n	c
Εντεροβακτηριοειδή	< 1 cfu/ml	5 cfu/ml	5	1
Παθογόνα	Απουσία σε 25 ml		5	0
Αλκαλική φωσφατάση	Αρνητική		-	-
Υπεροξειδάση	Θετική		-	-

Παστεριωμένο γάλα

Γίνεται διαπίστωση της κανονικότητας (ειδ. βάρος, λίπος κ.λπ.) και της καλής παστερίωσης. Η τελευταία γίνεται με δοκιμή της φωσφατάσης, που πρέπει να είναι αρνητική. Ακόμη γίνεται προσδιορισμός των εντεροβακτηριοειδών αλλά και αναζήτηση τυχόν παθογόνων. Το ένζυμο υπεροξειδάση πρέπει να είναι θετικό. Αν είναι αρνητικό, τότε το γάλα θεωρείται ESL. Τέλος, πρέπει να διαπιστώνεται απουσία αντιβιοτικών.

Γάλα ESL

Δεν πρέπει να έχει παθογόνους μικροοργανισμούς και η ψυχρότροφη χλωρίδα πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο μικρή σε αριθμούς. Το ESL γάλα δεν δίνεται στη κατανάλωση, πριν γίνει αντιπροσωπευτικός έλεγχος με εξέταση δοκιμαστικής επώασης. Το αποτέλεσμα της εξέτασης θεωρείται ικανοποιητικό, εφόσον η OMX είναι < 10³ cfu/ml και τα εντεροβακτηριοειδή με το *B. cereus* είναι < 1 cfu/ml.

Αποστειρωμένο γάλα

Προσδιορίζονται η περιεκτικότητα σε λίπος και στερεό υπόλειμμα. Ακολουθεί προσδιορισμός του δείκτη σχηματισμού κρέμας, δοκιμή θολερότητας για έλεγχο αποστείρωσης και έλεγχος pH και ολικής οξύτητας. Τέλος, γίνεται έλεγχος σταθερότητας της κολλοειδούς φάσης και μικροβιολογικός έλεγχος.

8.3. Νεότερες μέθοδοι θερμικής επεξεργασίας του γάλακτος

8.3.1. Γενικά

Οι θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας των προηγούμενων χρόνων αποτελούν τις βασικές τεχνολογίες επεξεργασίας του γάλακτος σήμερα, γιατί καταστρέφουν ή αδρανοποιούν τους παθογόνους μικροοργανισμούς και τα διάφορα ενζυμικά συστήματα που υπάρχουν στο γάλα. Έτσι εξασφαλίζεται η υγεία του καταναλωτή, η συντήρηση του γάλακτος για συγκεκριμένο χρόνο σε θερμοκρασίες ψύξης ή περιβάλλοντος. Στην υψηλή όμως θερμική επεξεργασία έχουμε κάποια μειονεκτήματα που υποβαθμίζουν την ποιότητα του γάλακτος. Γι' αυτό πάντοτε γίνονταν πειραματισμοί με διάφορες άλλες εναλλακτικές μεθόδους, που δεν θα είχαν αυτά τα μειονεκτήματα.

Από αυτές τις μεθόδους άλλες βασίζονται στη παραγωγή θερμότητας και άλλες όχι. Και οι δύο όμως κατηγορίες δεν εγγυώνται πλήρως την καταστροφή των παθογόνων οργανισμών και τη διασφάλιση της υγείας του καταναλωτή [4]. Έτσι σήμερα παίζουν απλά βοηθητικό ρόλο βελτιώνοντας την υγιεινή, τη συντήρηση του γάλακτος, ενώ συμβάλλουν στη συντομότερη και ηπιότερη θερμική επεξεργασία για ποιοτικότερο αποτέλεσμα. Οι κυριότερες από αυτές τις μεθόδους είναι με συντομία οι ακόλουθες [2, 5]:

Μικροκύματα

Έχουν παρατηρηθεί διάφορες χημικές μεταβολές σε αμινοξέα ή και σε ολόκληρα πρωτεϊνικά μόρια (αλλοδομή) ή αντίδραση τύπου Mailard, όπως κατά την αποστείρωση. Γι' αυτό και δεν έχει υπάρξει καμία ουσιαστική εφαρμογή των μικροκυμάτων στην επεξεργασία του γάλακτος σήμερα.

Υψηλή πίεση

Υπόσχεται δυνατότητες βιομηχανικής εφαρμογής αλλά προς το παρόν μόνο στην εξυγίανση της συσκευασμένης γιαούρτης από ζύμες και μύκητες, με αποτέλεσμα την παράταση του χρόνου συντήρησής της [6].

Παλμικό ηλεκτρικό πεδίο

Μειονεκτεί και αυτή η μέθοδος, διότι δεν καταστρέφει τους σπόρους των βακτηρίων και τους ιούς, ενώ δεν αδρανοποιεί τα ένζυμα [7]. Μέχρι στιγμής η μέθοδος έχει εφαρμοστεί εμπορικά, σε δεύτερο βαθμό, στην επεξεργασία του γάλακτος ESL, για αύξηση του χρόνου συντήρησής του [8].

Μικροδιήθηση

Δεν απομακρύνει τους ιούς και δεν είναι αυτοδύναμη μέθοδος στην εξυγίανση του γάλακτος. Συμβάλλει όμως ουσιαστικά, όπως και η βακτηριοκάθαρση, στη μείωση των βακτηρίων και των σπόρων τους, στο γάλα που πρόκειται να υποστεί θερμική επεξεργασία. Έτσι συμβάλλει στην αύξηση του χρόνου συντήρησης του παστεριωμένου γάλακτος [9].

Καινοτόμος τεχνολογία έγχυσης ατμού

Έχει εξαιρετικά αποτελέσματα στη συντήρηση και την εξυγίανση του γάλακτος. Καταστρέφει όλους τους μικροοργανισμούς, αδρανοποιεί τα ένζυμα και έχει πολύ μικρή επίδραση στα συστατικά του γάλακτος. Η μέθοδος προτείνεται ως εναλλακτική της παστερίωσης HTST, με πολύ καλύτερο εξυγιαντικό αποτέλεσμα και με προϊόν εφάμιλλο, από άποψη δομαιοσθητικών χαρακτηριστικών και θρεπτικής αξίας, με το παστεριωμένο γάλα, αλλά με ικανότητα συντήρησης, σε ψύξη, ίση με του γάλακτος UHT [10, 11].

Βιβλιογραφία 8^ο Κεφαλαίου

1. Gallmann, P.U., 2000. Possible quality improvement/benefits of ESL products. In "Proceedings of the conference on extended shelf life milk. IDF", Brussels.
2. Rysstad, G, and Kolstad, J., 2006. Extended shelf life milk-advances in technology. Intern. J. Of Dairy Techn. 59:85-96.
3. Burton, H., 1969. Aseptic packaging (In "Ultra-High temperature of Ddairy products". pp. 17-22. Society of Dairy Technology monograph. London).
4. Tewari, G. And Juneja, V.K. (eds), 2007. Advances in thermal and non-thermal food preservation. Blackwell Publ. Oxford, UK.
5. Μάντης, Α. και Τριανταφυλλίδης, Γ., 2011. Τεχνολογίες αιχμής στην παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων. 4^ο Πανελλ. Συν. Τροφ. Θεσσαλονίκη. Πρακτικά τόμος 2^{ος}, σελ. 207-213.
6. Anonymous, 2010. High pressure processing. <http://www.fonterra.com/wps>.
7. Sampedro, F., Rodrigo, M., Martinez, A., Rodrigo, D., Barbosa Canovas, G.V., 2005. Quality and safety aspects of PEF, application on milk and milk products. Critical reviews in Food Science and Nutrition, 45:25-47.
8. Sepulveda, D.R., Gongora-Nieto, M.M., Guerrero, J.A., Barbosa-Canovas , G.V., 2005. Production of extended-self life milk by processing pasteurized milk with pulsed electric fields. J. Of Food Eng., 67:81-86.
9. Pedersen, P.J., 1992. Microfiltration for the reduction of bacteria in milk and brine. International Dairy Federation (IDF) special issue 9201, 33-50.
10. Verdurmen, R.E., te Giffel, M., de Jong, P., 2002. Inactivation of microbial spores with flavour-preservation. Voedingsmiddelentecnologie, 35:10-12.
11. Huijs, G., van Asselt, A., Verdurmen, R.E., de Jong, P., 2004. High speed milk. Dairy industries international. 69:30-31.
12. Μαντής Α., Παπαγεωργίου Δημ., Φλετούρης Δημ., Αγγελίδης Αποστ. «Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του». Σχολή Επιστημών Υγείας, Τμήμα Κτηνιατρικής Α.Π.Θ. Αφοί Κυριακίδη, Εκδόσεις Α.Ε. Θεσσαλονίκη.
13. Ο ισχύον σχετικός κανονισμός είναι ο (ΕΚ) αριθ. 853/2004 ενώ τα ειδικά κριτήρια ποιότητας για το νωπό γάλα ορίζονται στο κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1662/2006.
14. Νόμος 4254/2014. «Μέτρα στήριξης και ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας στο πλαίσιο εφαρμογής του ν. 4046/2012 και άλλες διατάξεις» (Αρ. Φύλλου 85, 7η Απριλίου 2014).

*

Κεφάλαιο 9°. Μικροβιολογικές εκτιμήσεις για το παστεριωμένο γάλα

9.1 Εισαγωγή

Το μικροβιακό φορτίο, η συχνότητα εμφάνισης των βακτηριακών παθογόνων στα τρόφιμα και οι συνθήκες της παραγωγής τους είναι δείκτες της ποιότητας των τροφίμων [1, 2]. Εργασία αναφέρει ότι η κακή μικροβιολογική ποιότητα του νωπού γάλακτος οφείλεται σε βακτηριακή μόλυνση [3], στο ανεπαρκές σύστημα συσκευασίας [4] και στον καταχρηστικό έλεγχο της θερμοκρασίας [5], αιτίες που ευνοούν την ανάπτυξη μικροβίων και την επιβάρυνση του μεταβολισμού τους, προξενώντας ανεπιθύμητες μεταβολές. Έτσι συντομεύεται η διάρκεια ζωής του γάλακτος [6]. Ποικίλες τεχνικές επεξεργασίας όπως θέρμιση, παστερίωση με χαμηλή θερμοκρασία για πολύ καιρό (LTLT), παστερίωση με υψηλή θερμοκρασία για σύντομο χρονικό διάστημα (HTST), αποστείρωση, εξαιρετικά υψηλή θερμοκρασία επεξεργασίας [7], υπεριώδης ακτινοβολία [8], προστατευτικά μέτρα με μικροκύματα [9], τεχνική με μεμβράνες [10] και μικροδιήθηση [11] είναι δυνατόν να εγκριθούν για τη θεραπεία του νωπού γάλακτος, προκειμένου να το καταστήσουν ασφαλές για κατανάλωση από τον άνθρωπο με μείωση ή εξάλειψη των παθογόνων μικροοργανισμών και ακόμα να εξασφαλίσουν τη διάρκεια ζωής του, αδρανοποιώντας τους μικροοργανισμούς αλλοίωσής του. Μεταξύ των διαφόρων τεχνικών η παστερίωση έχει ευρέως υιοθετηθεί, αλλά δεν έχει σχεδιαστεί για την αποστείρωση του γάλακτος, με αποτέλεσμα η μικροβιολογική ποιότητα του παστεριωμένου γάλακτος να διέπεται από την αρχική χλωρίδα του νωπού γάλακτος και να επηρεάζεται από τις συνθήκες μεταποίησης και τη μόλυνση μετά τη θερμική επεξεργασία. Κατάλληλο πρόγραμμα ελέγχου των τροφίμων πρέπει να εφαρμόζεται σε όλες τις χώρες του κόσμου για την εξασφάλιση υγιεινών τροφίμων με εγγυημένες διατροφικές ιδιότητες, σε προσιτή τιμή. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα πρέπει να προωθούνται στην κατανάλωση σύμφωνα με τα μικροβιολογικά κριτήρια που καθορίζονται από τις ρυθμιστικές αρχές. Η ασφαλής προώθηση στην αγορά μπορεί να επιτευχθεί με την παστερίωση ή με πιο σοβαρές θερμικές επεξεργασίες και την πρόληψη της επιμόλυνσης μετά τη θερμική επεξεργασία [12]. Στην παρούσα συγκυρία έχουν γίνει προσπάθειες, για να επισημανθούν οι μικροβιολογικές εκτιμήσεις για την ασφάλεια του παστεριωμένου γάλακτος.

9.2. Μικροβιολογική ποιότητα του παστεριωμένου γάλακτος

Το γάλα συντίθεται σε εξειδικευμένα κύτταρα του μαστικού αδένου και είναι ουσιαστικά στείρο μικροβιακά, όταν εκκρίνεται μέσα στις κυψελίδες του μαστού [13]. Μπορεί να έχει μολυνθεί κατά τη διάρκεια του αρμέγματος και του χειρισμού του εξοπλισμού από το προσωπικό και από τις περιβαλλοντικές πηγές και μπορεί να περιέχει παθογόνα [14]. Η παστερίωση είναι η ευρέως υιοθετημένη διαδικασία για το γάλα, για να εξασφαλιστεί πλήρως η καταστροφή όλων των παθογόνων μικροοργανισμών και η αποφυγή της αλλοίωσης. Το δεύτερο γίνεται με την αδρανοποίηση ή τη μείωση των άλλων μη παθογόνων βακτηρίων αλλοίωσης και ορισμένων ανεπιθύμητων ενζύμων, για να προστατευθεί η αξία των ιδιοτήτων του γάλακτος [15].

Ο FAO / WHO (2004)[16] ορίζει την παστερίωση ως την «κύρια μικροβιοκτόνο θερμική επεξεργασία, με στόχο τη μείωση του αριθμού των τυχόν παθογόνων μικροοργανισμών στο γάλα και στα υγρά γαλακτοκομικά προϊόντα, εάν υπάρχουν, σε ένα επίπεδο ώστε να μην αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για την υγεία».

Οι συνθήκες της παστερίωσης έχουν σχεδιαστεί, για να καταστρέψουν αποτελεσματικά τους οργανισμούς *Mycobacterium tuberculosis* και *Coxiella burnetii*. Αρχικά, οι συνθήκες παστερίωσης επινοήθηκαν για την αδρανοποίηση του *M. tuberculosis* [17], αλλά στη συνέχεια και του *C. burnetii* που εμφανίστηκε ως ο πιο ανθεκτικός στη θερμότητα μικροοργανισμός που υπάρχει στο γάλα. Ακολούθως, η παστερίωση ξανασχεδιάστηκε για να επιτύχει τουλάχιστον 5 log μείωση του *C. burnetii* σε πλήρες γάλα [18]. Η παστερίωση HTST σκοτώνει το 99,999% των παθογόνων (FDA, 2009)[19] και είναι αποτελεσματική στη μείωση του βιώσιμου πληθυσμού του *Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis* (4-5 log), αλλά η αποτελεσματικότητά της εξαρτάται από τη συνολική βιώσιμη συγκέντρωση [20]. Οι Stabel και Lambertz (2004)[21] σημείωσαν μεγαλύτερη θερμική καταστροφή (7,7 log έναντι 5 log), λόγω της παστερίωσης του γάλακτος με υπερ-υψηλή θερμοκρασία εμβολιάζοντας με υψηλότερες συγκεντρώσεις (108 έναντι 105 CFU mL⁻¹) του *M. paratuberculosis*, ανεξάρτητα από τους συνδυασμούς χρόνου-θερμοκρασίας που είχαν εγκριθεί. Κατά τη διάρκεια της παστερίωσης, η αρχική ταχεία μείωση του πληθυσμού του *M. paratuberculosis* στο αγελαδινό γάλα δεν οφείλεται στο θερμικό θάνατο, αλλά στη συσσώρευση των κυττάρων σε συστάδες [22]. Διάφοροι συνιστώμενοι συνδυασμοί θερμοκρασίας-χρόνου ισχύουν για τους διαφόρους παθογόνους οργανισμούς και έχουν οριοθετηθεί στον Πίνακα 10.1. Η αποδοτικότητα της παστερίωσης μπορεί να προσδιοριστεί με τη δοκιμή της φωσφατάσης. Η αλκαλική φωσφατάση, ένα ένζυμο που υπάρχει από τη φύση στο γάλα όλων των θηλαστικών, έχει μια θερμική αντίσταση μεγαλύτερη από εκείνη των πλέον ανθεκτικών στη θερμότητα παθογόνων μη-σπορίων που βρίσκονται συνήθως στο γάλα [23] και όταν καταστραφεί, επιβεβαιώνει την ορθή παστερίωση [24]. Θετική δράση της φωσφατάσης είναι ενδεικτική ανεπαρκούς παστερίωσης ή μόλυνσης του παστεριωμένου γάλακτος από νωπό γάλα ή βακτηριακής μόλυνσης μετά την θερμική διαδικασία [25].

Πίνακας 9.1. Δεκαδικός χρόνος μείωσης των Παθογόνων στο γάλα
(Πηγή: Int. J. Dairy Sci., 10 (5): 206-218, 2015)

Pathogens	Temperature (°C)	D* Time	References
<i>Bacillus spp.</i>	95	1.2-36.0 min	Wong et al. (1988)
	100	2.0-5.4 min	Wong et al. (1988)
<i>Brucella abortus</i>	61,5	23 min	Foster et al. (1953)
	72	12-14 sec	Foster et al. (1953)
<i>Campylobacter spp.</i>	60	0.12-0.14 min	Sorqvist (1989)
<i>Clostridium botulinum</i>	100	240 min	Jay (1986)
»	125	5 sec	Collins-Thompson and Wood
<i>Coxiella burnetii</i>	62,2	30 min	Enright et al. (1957)
»	73,4	15,2-17 sec	Enright et al. (1957)

<i>Escherichia coli</i> <i>O157:H7</i>	63	16,2 sec	D'Aoust et al. (1988)
<i>Listeria</i> <i>monocytogenes</i>	63,3	33,3 sec	Bunning et al. (1986)
»	68,9	7 sec	Bunning et al. (1986)
<i>Mycobacterium</i> <i>avium subsp.</i> <i>paratuberculosis</i>	63	12,2-17,8 sec	Pearce et al. (2001)
»	66	5,2-6,3 sec	Pearce et al. (2001)
<i>Mycobacterium</i> <i>bovis</i>	64	6,6 sec	Kells and Lear (1960)
»	69	0,6 sec	Kells and Lear (1960)
<i>Pathogenic</i> <i>Streptococcus</i>	66	0,1-0,2 min	ICMSF (1996a)
<i>Salmonella spp.</i>	62,8	0,11 min	Doyle and Mazzotta (2000)
»	71,7	0,004 min	Doyle and Mazzotta (2000)
<i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i>	65	0,2 min	ICMSF (1996b)
»	75	0,02 min	ICMSF (1996b)
<i>Yersinia</i> <i>enterocolitica</i>	62,8	0,7-17,8 sec	Francis et al. (1980)

* D-values (the time required to reduce the number of microorganisms by one log cycle)

Η μικροβιολογική ανάλυση του παστεριωμένου γάλακτος έδειξε παρουσία διαφόρων παθογόνων, όπως *Staphylococcus sp.*, *Salmonella sp.* [26], κολοβακτηρίδια από την Ινδία [27], σαλμονέλα από τη Νιγηρία [28], *Enterobacter spp.*, *Escherichia coli* από την Τζαμάικα [29], *Staphylococcus aureus* από τη Βραζιλία [30], κολοβακτηρίδια και *B. cereus* από το Κουβέιτ [31], *E. coli* και *S. aureus* από το Ιράν [32]. Οι Silva et al. (2010)[33] σημείωσαν πλήρη απενεργοποίηση της φωσφατάσης και της *Salmonella sp.*, αλλά παρουσία των κολοβακτηριδίων στο 57,5% από τα δείγματα παστεριωμένου γάλακτος από τη Βραζιλία. Η συχνότητα εμφάνισης των παθογόνων σε παστεριωμένο γάλα [34] και σε εστίες τροφιμογενών λοιμώξεων οφείλεται σε ανεπαρκή παστερίωση ή μόλυνση μετά την παστερίωση [35] και έχει αναφερθεί. Παρουσία σαλμονέλας σε παστεριωμένο γάλα, λόγω της ακατάλληλης παστερίωσης που προκύπτει από κακή λειτουργία μιας βαλβίδας του παστεριωτήρα [36] και από μόλυνση μετά την παστερίωση του παστεριωμένου γάλακτος με *Bacillus cereus* από τη συσκευασία χαρτιού και χαρτονιού [37] ή της μηχανής πλήρωσης [38], έχει επίσης αναφερθεί. Ο Murphy (1997)[39] αποδίδει αυτά τα δεδομένα σε ακάθαρτο εξοπλισμό, στις καταχρηστικές πρακτικές απολύμανσης και στην εναπόθεση επιμολυσμένου γάλακτος, με αποτέλεσμα τον υψηλότερο συνολικό μικροβιακό αριθμό στο παστεριωμένο γάλα του εργαστηρίου. Κατά συνέπεια, είναι πολύ σημαντικό να εξασφαλίζονται η σωστή παστερίωση, η πρόληψη της μόλυνσης μετά την παστερίωση και το υγιεινό τελικά, το ακίνδυνο παστεριωμένο γάλα.

9.3. Παράγοντες που επιδρούν στην ποιότητα του παστεριωμένου γάλακτος

Η μικροβιολογική ποιότητα του παστεριωμένου γάλακτος επηρεάζεται από την ποιότητα του νωπού γάλακτος [40], τη διάρκεια της αποθήκευσης του νωπού γάλακτος πριν από την επεξεργασία, τη θερμική επεξεργασία που εφαρμόζεται, τη συγκέντρωση των ανθεκτικών στη θερμότητα μικροοργανισμών, την έκταση των επιμολυντών μετά την παστερίωση, το σύστημα συσκευασίας που χρησιμοποιείται, τις συνθήκες αποθήκευσης μετά την παστερίωση [41] και την επίδραση του φωτός [42].

Τύπος του γάλακτος. Ο τύπος του γάλακτος επηρεάζει τη ζωή στο ράφι του γάλακτος, λόγω της διαφορετικής χημικής σύνθεσης και της δραστηριότητας των ενζύμων. Ο σημαντικά μικρότερος χρόνος ζωής στο ράφι του αποβουτυρωμένου γάλακτος σε σύγκριση με το πλήρες, κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης στους 4,5° C ή στους 7° C, μπορεί να αποδοθεί στη σχετικά υψηλότερη δραστηριότητα της πρωτεάσης στο αποβουτυρωμένο γάλα ή ακόμα στην πιθανή συστολή της πρωτεάσης ή στην προστασία των πρωτεϊνών από ενζυματική πρωτεόλυση, λόγω του λίπους σε ολόκληρο το γάλα [43].

Μικροβιολογική ποιότητα του νωπού γάλακτος. Η μικροβιολογική ποιότητα του παστεριωμένου γάλακτος εξαρτάται από το αρχικό μικροβιακό φορτίο, καθώς και το είδος των οργανισμών που υπάρχουν στο νωπό γάλα. Το νωπό γάλα μπορεί να περιέχει ανθεκτικά στη θερμότητα σπόρια από διαφορετικά γένη, όπως *Bacillus spp.* και *Paenibacillus spp.* [44], [45], [46], και να αποτελέσει την κύρια πηγή των σπορίων του *Bacillus cereus* στο παστεριωμένο γάλα [47], δεδομένου ότι ο *Paenibacillus spp.* μπορεί να αναπτυχθεί σε θερμοκρασίες ψύξης, αποβαίνοντας έτσι σημαντική αιτία για την περιορισμένη διάρκεια ζωής του [48]. Μεταξύ ψυχρόφιλων, θερμοανθεκτικών και θερμοφίλων οργανισμών οι ψυχρότροφοι είναι ο κύριος παράγοντας της συνολικής μικροβιακής χλωρίδας στο νωπό γάλα (98,1%, 1,4% και 0,5%, αντίστοιχα), ενώ τα αντίστοιχα στοιχεία σε παστεριωμένο γάλα είναι 53%, 39,5% και 7,5% [49]. Ο *Bacillus cereus*, ένα Gram θετικό, αερόβιο ή προαιρετικά αναερόβιο, σπορογόνο, κινητικό, ραβδόμορφο βακτήριο είναι θερμικά ανθεκτικό και μπορεί να επιβιώσει στην παστερίωση του γάλακτος. Οι Sutherland et al. (1996)[50] υποδηλώνουν ότι ανάλογα με τη θερμοκρασία ανάπτυξης ο *Bacillus cereus* μπορεί να χωριστεί σε δύο ομάδες, αυτή των ψυχρότροφων (μεγαλώνουν στους 5° C και σχετικά ταχέως στους 10° C) και αυτή των μεσόφιλων (αποτυγχάνουν να αναπτυχθούν κάτω από 8° C και αναπτύσσονται μόνο αργά στους 10 ° C). Η παστερίωση προκαλεί στην πραγματικότητα τη βλάστηση των σπορίων με την εξάλειψη της ανταγωνιστικής χλωρίδας [51]. Ως εκ τούτου, τα ψυχρότροφα σπόρια τελικά θα βλαστήσουν και θα αναπτυχθούν κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης σε ψυγείο [52].

Θερμική επεξεργασία που εφαρμόζεται. Όταν εφαρμόζεται θερμική επεξεργασία σε οποιαδήποτε τροφή, η μείωση του αριθμού των μικροοργανισμών που προκαλείται στον παροντικό χρόνο και το βακτηριοκτόνο αποτέλεσμα επηρεάζονται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Τις ιδιότητες του μικροοργανισμού,
- Τις διακυμάνσεις στη θερμότητα και την ευαισθησία των διαφόρων στελεχών του μικροοργανισμού,
- Τη φυσιολογική κατάσταση του μικροοργανισμού πριν από τη θεραπεία και
- Τη χημική σύνθεση του τροφίμου.

Γενικά, αν το γάλα υποβάλλεται σε υψηλής θερμοκρασίας για σύντομο χρονικό διάστημα (HTST) παστερίωση στους 71° C / 15 sec [53] ή σε χαμηλής θερμοκρασίας για μεγάλο διάστημα (LTLT) παστερίωση στους 63° C / 30 λεπτά [54], τότε η επιλογή των κριτηρίων πρέπει να βασίζεται στον τύπο και στην αρχική συγκέντρωση βακτηρίων στο γάλα [55]. Οι Jayamanne και Samarajeewa (2010) [56] ανέφεραν ότι τόσο η HTST όσο και η LTLT παστερίωση του γάλακτος ήταν αποτελεσματικές στην καταστροφή του μικροοργανισμού *L. monocytogenes*, όταν υπήρχε σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις (102 CFU mL⁻¹), όχι όμως όταν υπήρχε σε υψηλότερες συγκεντρώσεις (107 CFU mL⁻¹). Οι Ranieri et al. (2009) [57] συμπέραναν ότι συνάντησαν μικρότερο μικροβιακό πληθυσμό στο παστεριωμένο γάλα, όταν αυτό είχε θερμανθεί στους 60° C και στη συνέχεια είχε υποστεί μια θερμική επεξεργασία στους 72,9° C / 25 sec, σε σχέση με εκείνο που είχε υποβληθεί κατευθείαν σε θερμική επεξεργασία στους 85,2° C / 25 sec. Παστερίωση του γάλακτος σε χαμηλότερη θερμοκρασία (76,1° C έναντι 79,4° C) ανέδειξε σημαντικά χαμηλότερο αριθμό βακτηρίων (log CFU mL⁻¹) στο παστεριωμένο γάλα (1,39 έναντι 1,58). Αυτή η ένδειξη παρέμεινε χαμηλότερη (3,74 έναντι 4,82) ακόμη και έπειτα από 21 ημέρες μετά την επεξεργασία και την αποθήκευση στους 6° C [58], λόγω της φυσικής αντιβακτηριακής δραστηριότητας του συστήματος της λακτο-υπεροξειδάσης. Η πλήρης καταστροφή του ενζύμου της λακτο-υπεροξειδάσης στο γάλα έγινε στους 80° C / 15 sec [59] αλλά η διατήρηση μέχρι και 90% της δραστηριότητάς της αναφέρεται στους 72° C / 2 min, με αποτέλεσμα να έχουμε δραστηριότητα 36% στους 76° C / 40 sec [60].

Η θέρμανση του γάλακτος σε μία περιοχή θερμοκρασιών από 72,9° C έως 85,2° C δεν παρουσίασε καμία διακύμανση στη θανατηφόρο επίδραση επί των διαφόρων απομονωμένων βακτηριακών γενών. Τα σχηματιζόμενα όμως ψυχροανθεκτικά βακτήρια, που υπάρχουν στο γάλα, αναπτύσσονται πιο αποτελεσματικά στο παστεριωμένο γάλα [57], γεγονός που έχει αναδειχθεί ως ένα σημαντικό εμπόδιο για την επέκταση της διάρκειας ζωής του προϊόντος στο ράφι πέρα από τις 14 ημέρες [61]. Η βέλτιστη θερμοκρασία για την παραγωγή των σπορίων είναι 65° C-75° C [62] και μια αυξημένη θερμοκρασία παστερίωσης 80°-90° C οδηγεί σε μείωση της διάρκειας ζωής του γάλακτος, που αποδίδεται στην αναπτυξιακή τόνωση των σπορίων, μείωση της αποδοτικότητας των αντιμικροβιακών ενώσεων και την παραγωγή των αυξητικών παραγόντων [63]. Επεξεργασία του γάλακτος στους 76° C επέφερε το χαμηλότερο βακτηριακό ρυθμό ανάπτυξης και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στο ράφι. Ακόμα καμία βελτίωση της διάρκειας ζωής δεν μπορεί να επιτευχθεί σε αυξημένες θερμοκρασίες παστερίωσης μεταξύ 84° C και 92,2° C, αφού η μέγιστη βακτηριακή ανάπτυξη παρατηρήθηκε στους 86° C [64].

9.4. Συνθήκες συντήρησης και επίδραση αυτών στο παστεριωμένο γάλα

Το παστεριωμένο γάλα έχει διάρκεια ζωής 2-20 ημέρες και εξαρτάται από την ποιότητα του νωπού γάλακτος, τη μέθοδο επεξεργασίας, τις συνθήκες υγιεινής κατά την πλήρωση και την διατήρηση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια ολόκληρης της ψυκτικής αλυσίδας [65]. Οι Janzen et al. (1982) [43] ανέφεραν ότι δεν υπάρχει σημαντική επίδραση της ηλικίας του νωπού γάλακτος (0-6 ημέρες στους 4,5° C) ή της διάρκειας της αποθήκευσης του παστεριωμένου γάλακτος (0-20 ημέρες σε 4,5° C) στην μικροβιολογική ποιότητα του παστεριωμένου γάλακτος με αρχικό βακτηριακό πληθυσμό <math><1.000</math> και <math><100</math> mLGI κολοβακτηρίδια. Η θερμοκρασία αποθήκευσης έχει μεγαλύτερη επιρροή στη μικροβιολογική διάρκεια ζωής του παστεριωμένου γάλακτος [66] και στο ψυγείο το παστεριωμένο γάλα έχει διάρκεια ζωής περίπου 10-20 ημέρες, όταν φυλάσσεται σε 6,1° C [67]. Οι Burdova et al. (2002) [68], αναφέρουν μία μείωση στη διάρκεια ζωής του πλήρους κρέμας παστεριωμένου γάλακτος (11-31 ημέρες) και του παστεριωμένου αποκορυφωμένου γάλακτος (32,57 - 10,71 ημέρες), με μια ανύψωση της θερμοκρασίας αποθήκευσης, από 4°-10° C. Αυτό, λόγω της πιο ενισχυμένης πρωτεολυτικής και λιπολυτικής δραστηριότητας ψυχρότροφων μικροοργανισμών, γίνεται μετά από 2-3 ημέρες στους 10° C, σε αντίθεση με 4-6 ημέρες στους 4° C. Κατά την αποθήκευση του γάλακτος συμβαίνει ακόμα ελάχιστη ανάπτυξη βακτηριδίων στους 4-7 ° C, αλλά καταγράφεται 15 φορές περισσότερη δραστηριότητα σε αυξημένη θερμοκρασία 15° C [69]. Οι Schroder et al. (1982) [70] παρατήρησαν μια μείωση του χρόνου ζωής του εμπορικού παστεριωμένου γάλακτος από 5-13 ημέρες με μια ανύψωση της θερμοκρασίας αποθήκευσης από 5 έως 11°C. Οι Zahar et al. (1996) [71] παρατήρησαν ότι η αποθήκευση του παστεριωμένου γάλακτος σε υψηλότερη θερμοκρασία (25° C) προκάλεσε ταχεία αύξηση στην μικροβιακή ανάπτυξη (CFU mLGI), μετά από 20-24 h (10^7 - 10^8), σε αντίθεση με την περίπτωση που το γάλα διατηρείται σε χαμηλότερη θερμοκρασία (7° C), μετά από 5 ημέρες (10^5 - 10^6) ή 7 ημέρες (10^7 - 10^8).

Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης στο ψυγείο, τα ψυχρότροφα στελέχη εμφανίζονται ως τα πιο σημαντικά και περιορίζουν τη διάρκεια ζωής του παστεριωμένου γάλακτος [72]. Αυτό συμβαίνει, ακόμα και αν μεσόφιλα στελέχη δεν αναπτύσσονται σε χαμηλές θερμοκρασίες, αφού αυτά χρησιμεύουν ως γόνιμο έδαφος για τον αποικισμό άλλων βακτηρίων σε βιομεμβράνες [73]. Περαιτέρω μελέτες για την αποθήκευση του παστεριωμένου γάλακτος στους 6° C αποδεικνύουν την κυριαρχία του γένους *Bacillus* (> 85%) μετά από 7 ημέρες, με συνακόλουθο το γένος *Paenibacillus* (92%) μετά από 21 ημέρες [74].

9.5. Επιμόλυνση του παστεριωμένου γάλακτος

Η μικροβιακή αλλοίωση επεξεργασμένων γαλάτων οφείλεται σε Gram (+) οργανισμούς που επιβίωσαν σε θερμοκρασίες παστερίωσης ή μολύνθηκαν μετά την παστερίωση από Gram (-) βακτήρια [75]. Ανίχνευση των *L. monocytogenes*, *E. coli* [76], *M. avium subsp. paratuberculosis* [77], *Pseudomonas spp.* [78] και της βακτηριακής φωσφατάσης [79] στο παστεριωμένο γάλα αποδόθηκε σε ελαττωματική διαδικασία παστερίωσης [76], ή σε μόλυνση μετά την παστερίωση [77], ή σε ακατάλληλη αποθήκευση μετά την παστερίωση [76]. Μεσόφιλες μετρήσεις αερόβιων βακτηρίων παστεριωμένου γάλακτος (7×10^5 CFU mLGI) παρουσιάζουν αύξηση 2-4 φορές, δεδομένου ότι στη μονάδα παστερίωσης συμβαίνει μόλυνσή του

με τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τις εργασίες. Συγκεκριμένα, σημαντική αιτία μόλυνσης είναι τα πλαστικά φύλλα που χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία του παστεριωμένου γάλακτος [80].

Μετά την παστερίωση οι επιμολύνσεις των γαλακτοκομικών προϊόντων οφείλονται κυρίως στις μηχανές πλήρωσης [81], στις φλάντζες με βιοφίλμ [82] και ακόμα στο σχηματισμό των επιφανειών των βιοφίλμ στο γάλα μετά την παστερίωση [83]. Ακόμη η απομόνωση του *Bacillus cereus* από τον εξοπλισμό μετά την παστερίωση, στις επιφάνειες μιας μονάδας επεξεργασίας γαλακτοκομικών, έδειξε ότι οι επιφάνειες του εξοπλισμού μπορούν να δράσουν ως δεξαμενές για επιμόλυνση του γάλακτος [84], με αποτέλεσμα να μειωθεί έτσι η αποτελεσματικότητα της παστερίωσης και της αποχέτευσης [85]. Οι βιομεμβράνες είναι κυψέλες βακτηριακών πληθυσμών, που είναι προσκολλημένοι ο ένας στον άλλο ή σε επιφάνειες ή σε διασυνδέσεις [86] και μπορεί να έχουν βακτηριακό φορτίο μέχρι 10⁸ CFU cm² [87]. Οι βιομεμβράνες είναι δύσκολο να αποφορτιστούν με συμβατικό καθαρισμό και απολυμαντικές αγωγές λόγω του ανθεκτικού φαινοτύπου τους [88], ενώ τα απολυμαντικά δεν διεισδύουν στη μήτρα των βιοφίλμ [89]. Μεταξύ των διαφόρων απολυμαντικών το χλώριο [90] και το όζον [91] αποδείχτηκαν αποτελεσματικά για την αδρανοποίηση της μικροχλωρίδας των βιοφίλμ [92]. Αναφέρθηκε μια μείωση του συνολικού μικροβιακού φορτίου (3,11 ± 0,30 έως 2,18 ± 0,54) στο παστεριωμένο γάλα, και αυτός ο τρόπος προτείνεται ως πρόσθετη μέθοδος για ένα αυτοματοποιημένο σύστημα καθαρισμού και απολύμανσης.

9.6. Καινοτόμες τεχνολογίες για παρατεταμένη συντήρηση του παστεριωμένου γάλακτος

Καινοτόμες διαδικασίες για εκτεταμένη διάρκεια ζωής του παστεριωμένου γάλακτος έχουν εφαρμοστεί κατά διαστήματα. Η επιμήκυνση του χρόνου ζωής του νοπού γάλακτος θα μπορούσε να επιτευχθεί με την προσθήκη CO₂ [93] και N₂ [94] ή με έγχυση N₂ δια της κεφαλής του δοχείου που περιέχει το γάλα [95]. Αυτό επιφέρει μείωση του βακτηριακού φορτίου και μείωση των πρωτεολυτικών και λιπολυτικών δραστηριοτήτων (King και Mabbit, (1982) [93], Rajagopal et al, (2005) [98]). Η παστερίωση HTST ήταν αναποτελεσματική στην καταστροφή των σπορίων [96]. Τα σπόρια από το γάλα μπορεί να αφαιρεθούν με βακτηριοκάθαρση ή μικροδιήθηση. Σημειώτεον ότι η τελευταία τεχνολογία είναι πιο αποτελεσματική από την πρώτη. Οι Giffel και van der Horst (2003) [97] ανέφεραν μεγαλύτερη απομάκρυνση των αερόβιων σπόρων από το γάλα με τη μικροδιήθηση (99,1 έως 99,9%) από ό, τι με τη βακτηριοκάθαρση (94-98%). Η μικροδιήθηση στο γάλα για 10 λεπτά, με 0,8 μm μεμβράνη, είναι ικανή να απομακρύνει 5.91 ± 0.05 log₁₀ σπόρια / mL, πριν από τη HTST παστερίωση (72° C / 18.6 sec) και ενδείκνυται. Το παστεριωμένο γάλα που λαμβάνεται με αυτή τη διαδικασία δεν έδειξε αύξηση των σπορίων που σχηματίζουν τα βακτήρια μέχρι και 7 ημέρες, όταν αποθηκεύεται στους 4 ° C [96]. Οι Schmidt et al. (2012) [98] ανέφεραν ότι η εφαρμογή της μικροδιήθησης προκάλεσε μείωση των μικροβιακών φορτίων (5-6 log₁₀ μονάδες σε <1 CFU mL⁻¹), καθώς και μείωση της αλλοίωσης κατά τη διάρκεια αποθήκευσης (4°-10° C). Τελικά το μικροβιακό φορτίο έφθασε να είναι >6 log₁₀ CFU mL⁻¹.

9.7. Συμπέρασμα

Η κατανάλωση νωπού γάλακτος μπορεί να δημιουργήσει κινδύνους για την υγεία, αφού το γάλα είναι ιδιαίτερα δεκτικό στην ανάπτυξη μικροβίων, ακόμα και παθογόνων. Η παστερίωση είναι η ευρέως υιοθετημένη και η πιο αποτελεσματική μέθοδος, για να εξασφαλιστεί πλήρως η καταστροφή όλων των παθογόνων μικροοργανισμών, που βρίσκονται συνήθως στο γάλα, και ακόμα για να εμποδιστεί η αλλοίωση με την αδρανοποίηση ορισμένων ανεπιθύμητων ενζύμων στα βέλτιστα επίπεδα και με την καταστροφή λοιπών μη παθογόνων βακτηρίων. Αυτά έχουν ως συνέπεια την περιφρούρηση της αξίας του γάλακτος ως τροφίμου. Η σωστή παστερίωση, η αποθήκευση του παστεριωμένου γάλακτος σε χαμηλή θερμοκρασία και η αποφυγή της μόλυνσης μετά την παστερίωση είναι τα κλειδιά για την προώθηση υγιεινού γάλακτος στην κατανάλωση. Οι ορθές πρακτικές υγιεινής κατά την άμελξη και η μετέπειτα σωστή διαχείριση του γάλακτος είναι ανάγκες απαραίτητης τακτικής για τη μείωση του κινδύνου μόλυνσης στο αγρόκτημα και στο εργοστάσιο επεξεργασίας. Η υιοθέτηση τεχνικών μικροδιήθησης πριν από την παστερίωση προτείνεται απαραίτητα, για να εξασφαλιστεί η πλήρης απομάκρυνση των σπορίων και να διοχετευτεί έτσι το παστεριωμένο γάλα εντελώς ακίνδυνο στην αγορά.

Βιβλιογραφία 9^ο Κεφαλαίου

1. Rosmini, M.R., M.L. Signorini, R. Schneider and J.C. Bonazza, 2004. Evaluation of two alternative techniques for counting mesophilic aerobic bacteria in raw milk. *Food Control*, 15: 39-44.
2. Guerreiro, P.K., M.R.F. Machado, G.C. Braga, E. Gasparino and A.S.M. Franzener, 2005. Milk microbiological quality according to prophylactic techniques in production management. *Agrotech. Sci.*, 29: 216-222.
3. Ahmed, K. and N. Abdellatif, 2013. Quality control of milk in the dairy industry. *World J. Dairy Food Sci.*, 8: 18-26.
4. Singh, P., A.A. Wani, A.A. Karim and A.A. Langowski, 2012. The use of carbon dioxide in the processing and packaging of milk and dairy products: A review. *Int. J. Dairy Technol.*, 65: 161-177.
5. Moussa, O.B., M. Mankai, A.B. Fekih and M. Hassouna, 2013. Effect of the lactoperoxidase system on proteolysis and physicochemical changes in ultra high temperature milk during storage. *Afr. J. Biotechnol.*, 12: 2041-2050.
6. Fromm, H.I. and K.J. Boor, 2004. Characterization of pasteurized fluid milk shelf-life attributes. *J. Food Sci.*, 69: M207-M214.
7. Gedam, K., R. Prasad and V.K. Vijay, 2007. The study on UHT processing of milk: A versatile option for rural sector. *World J. Dairy Food Sci.*, 2: 49-53.
8. Reinemann, D.J., P. Gouws, T. Cilliers, K. Houck and J.R. Bishop, 2006. New methods for UV treatment of milk for improved food safety and product quality. *Proceedings of the Annual International Meeting of the American Society of Agricultural and Biological Engineers*, July 9-12, 2006, Portland, Oregon, pp: 1-9.
9. Tremonte, P., L. Tipaldi, M. Succi, G. Pannella and L. Falasca et al., 2014. Raw milk from vending machines: Effects of boiling, microwave treatment and refrigeration on microbiological quality. *J. Dairy Sci.*, 97: 3314-3320.
10. Eckner, F.K. and E.A. Zottola, 1991. Potential for the low-temperature pasteurization of dairy fluids using membrane processing. *J. Food Prot.*, 54: 793-797.
11. Elwell, M.W. and D.M. Barbano, 2006. Use of microfiltration to improve fluid milk quality. *J. Dairy Sci.*, 89: E10-E30.

12. NRC., 1985. An Evaluation of the Role of Microbiological Criteria for Foods and Food Ingredients. National Academies Press, Washington, DC., pp: 6.
13. Tolle, A., 1980. The microflora of the udder. Factors Influencing the Bacteriological Quality of Raw Milk, International Dairy Federation Bulletin, Document 120, pp: 4.
14. ICMSF., 1998. Microorganisms in Foods. Volume 6, Microbial Ecology of Food Commodities. Blackie Academic and Professional, New York, pp: 521-576.
15. Teka, G., 1997. Food hygiene principles and food borne disease control with special reference to Ethiopia. Faculty of Medicine, Department of Community Health, Addis Ababa University, Ethiopia, pp: 73-86.
16. FAO/WHO., 2004. Code of hygienic practice for milk and milk products. Joint FAO/WHO Food Standards Programme-Codex Committee on Food Hygiene, 26th Session , March 29-April 2, 2004, Washington, DC., USA.
17. North, C.E. and W.H. Park, 1927. Standards for milk pasteurization. *Am. J. Hyg.*, 7: 147-173.
18. Hudson, A., T. Wong and R. Lake, 2003. Pasteurisation of dairy products: Times, temperatures and evidence for control of pathogens. Institute of Environmental Science and Research Limited, Christchurch Science Centre, New Zealand, pp: 1-55.
19. FDA., 2009. Grade A pasteurized milk ordinance. Food and Drug Administration, USA., pp: 1-26.
20. Okura, H., N. Toft and S.S. Nielsen, 2012. Occurrence of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in milk at dairy cattle farms: A systematic review and meta-analysis. *Vet. Microbiol.*, 157: 253-263.
21. Stabel, J.R. and A. Lambertz, 2004. Efficacy of pasteurization conditions for the inactivation of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in milk. *J. Food Protect.*, 67: 2719-2726.
22. Grant, I.R., H.J. Ball, S.D. Neill and M.T. Rowe, 1996. Inactivation of *Mycobacterium paratuberculosis* in cows milk at pasteurization temperatures. *Applied Environ. Microbiol.*, 62: 631-636.
23. Sharma, S.K., N. Sehgal and A. Kumar, 2003. Dry-reagent strips for testing milk pasteurization. *LWT-Food Sci. Technol.*, 36: 567-571.
24. Ludikhuyze, L., W. Claeys and M. Hendrickx, 2000. Combined pressure-temperature inactivation of alkaline phosphatase in bovine milk: A kinetic study. *J. Food Sci.*, 65: 155-160.
25. Vega-Warner, A.V., C.H. Wang, D.M. Smith and Z. Ustunol, 1999. Milk alkaline phosphatase purification and production of polyclonal antibodies. *J. Food Sci.*, 64: 601-605.
26. Singh, V., S. Kaushal, A. Tyagi and P. Sharma, 2011. Screening of bacteria responsible for the spoilage of milk. *J. Chem. Pharm. Res.*, 3: 348-350.
27. Aglawe, P.P. and C.M. Wadatkar, 2012. Microbial examination of milk sample from nagpur region with reference to coliform. *Food Sci. Technol. Lett.*, 3: 24-26.
28. Okpalugo, J., K. Ibrahim, K.S. Izebe and U.S. Inyang, 2008. Aspects of microbial quality of some milk products in Abuja Nigeria. *Trop. J. Pharm. Res.*, 7: 1169-1177.
29. Anderson, M., P. Hinds, S. Hurditt, P. Miller, D. McGrowder and R. Alexander-Lindo, 2011. The microbial content of unexpired pasteurized milk from selected supermarkets in a developing country. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.*, 1: 205-211.
30. De Oliveira, L.P., L.S. Soares e Barros, V.C. Silva and M.G. Cirqueira, 2011. Study of *Staphylococcus aureus* in raw and pasteurized milk consumed in the Reconcavo area of the State of Bahia, Brazil. *J Food Process. Technol.*, Vol. 2. 10.4172/2157-7110.1000128.
31. Al-Mazeedi, H.M., F.A. Gholoum and B.H. Akbar, 2013. Microbiological status of raw and pasteurized milk in the state of Kuwait. *Int. J. Eng. Sci.*, 3: 15-19.
32. Vahedi, M., M. Nasrolahei, M. Sharif and A.M. Mirabi, 2013. Bacteriological study of raw and unexpired pasteurized cow's milk collected at the dairy farms and super markets in Sari city in 2011. *J. Prev. Med. Hyg.*, 54: 120-123.
33. Silva, R., A.G. Cruz, J.A. Faria, M.M. Moura, L.M. Carvalho, E.H. Water and A.S. Sant'Ana, 2010. Pasteurized milk: Efficiency of pasteurization and its microbiological conditions in Brazil. *Foodborne Pathog. Dis.*, 7: 217-219.

34. Ryan, C.A., M.K. Nickels, N.T. Hargrett-Bean, M.E. Potter and L. Mayer et al., 1987. Massive outbreak of antimicrobial-resistant Salmonellosis traced to pasteurized milk. *J. Am. Med. Assoc.*, 258: 3269-3274.
35. Da Silva, M.C.D., E. Hofer and A. Tibana, 1998. Incidence of *Listeria monocytogenes* in cheese produced in Rio de Janeiro, Brazil. *J. Food Prot.*, 61: 354-356.
36. Bergquist, L. and B. Pogolian, 2000. *Microbiology: Principles and Health Science Applications*. 1st Edn., W.B. Saunders Company, Philadelphia, ISBN-13: 978-0721676630, Pages: 581.
37. Vaisanen, O.M., N.J. Mwaisumo and M.S. Salkinoja-Salonen, 1991. Differentiation of dairy strains of the *Bacillus cereus* group by phage typing, minimum growth temperature and fatty acid analysis. *J. Applied Bacteriol.*, 70: 315-324.
38. Eneroth, A., B. Svensson, G. Molin and A. Christiansson, 2001. Contamination of pasteurized milk by *Bacillus cereus* in the filling machine. *J. Dairy Res.*, 68: 189-196.
39. Murphy, S.C., 1997. Raw milk bacteria tests: Standard plate count, preliminary incubation count, lab pasteurization count and coliform count-What do they mean for your farm? Proceedings of the National Mastitis Council Regional Meeting, (NMCRM'97), Syracuse, New York, pp: 34-42.
40. Rysstad, G. and J. Kolstad, 2006. Extended shelf life milk-advances in technology. *Int. J. Dairy Technol.*, 59: 85-96.
41. Cromie, S.J., 1991. Microbiological aspects of extended shelf life products. *Aust. J. Dairy Technol.*, 46: 101-104.
42. Rysstad, G. and J. Kolstad, 2006. Extended shelf life milk-advances in technology. *Int. J. Dairy Technol.*, 59: 85-96.
43. Janzen, J.J., J.R. Bishop, A.B. Bodine and C.A. Caldwell, 1982b. Shelf-life of pasteurized fluid milk as affected by age of raw milk. *J. Dairy Sci.*, 65: 2233-2236.
44. Ralyea, R.D., M. Wiedmann and K.J. Boor, 1998. Bacterial tracking in a dairy production system using phenotypic and ribotyping methods. *J. Food Prot.*, 61: 1336-1340.
45. Fromm, H.I. and K.J. Boor, 2004. Characterization of pasteurized fluid milk shelf-life attributes. *J. Food Sci.*, 69: M207-M214.
46. Huck, J.R., N.H. Woodcock, R.D. Ralyea and K.J. Boor, 2007b. Molecular subtyping and characterization of psychrotolerant endospore-forming bacteria in two New York state fluid milk processing systems. *J. Food Protect.*, 70: 2354-2364.
47. Lin, S., H. Schraft, J.A. Odumeru and M.W. Giffiths, 1998. Identification of contamination sources of *Bacillus cereus* in pasteurized milk. *Int. Food Microbiol.*, 43: 159-171.
48. Huck, J.R., B.H. Hammond, S.C. Murphy, N.H. Woodcock and K.J. Boor, 2007a. Tracking sporeforming bacterial contaminants in fluid milk-processing systems. *J. Dairy Sci.*, 90: 4872-4883.
49. Mahari, T. and B.A. Gashe, 1990. A survey of the microflora of raw and pasteurized milk and the sources of contamination in a milk processing plant in Addis Ababa, Ethiopia. *J. Dairy Res.*, 57: 233-238.
50. Sutherland, J.P., A. Aherne and A.L. Beaumont, 1996. Preparation and validation of a growth model for *Bacillus cereus*: The effects of temperature, pH, sodium chloride and carbon dioxide. *Int. J. Food Microbiol.*, 30: 359-372.
51. Granum, P.E. and T. Lund, 1997. *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiol. Lett.*, 157: 223-228.
52. Kramer, J.M. and R.J. Gilbert, 1989. *Bacillus cereus* and other *Bacillus* species. In: *Foodborne Bacterial Pathogens*, Doyle, M.P. (Ed.). Marcel Dekker Inc., New York, pp: 21-70.
53. Linton, A.H., 1982. *Microbes, Man and Animals: The Natural History of Microbial Interaction*. John Willey and Sons Ltd., Chichester, England, pp: 150.
54. Teka, G., 1997. *Food hygiene principles and food borne disease control with special reference to Ethiopia*. Faculty of Medicine, Department of Community Health, Addis Ababa University, Ethiopia, pp: 73-86.

55. Dimalisile, P., R.C. Witthuhn and T.J. Britz, 2005. Impact of different pasteurization temperatures on the survival of microbial contaminants isolated from pasteurized milk. *Int. J. Dairy Technol.*, 58: 74-82.
56. Jayamanne, V.S. and U. Samarajeewa, 2010. Evaluation of the heat resistance of pathogenic *Listeria monocytogenes* in milk and milk products in Sri Lanka. *Trop. Agric. Res. Extension*, 13: 73-80.
57. Ranieri, M.L., J.R. Huck, M. Sonnen, D.M. Barbano and K.J. Boor, 2009. High temperature, short time pasteurization temperatures inversely affect bacterial numbers during refrigerated storage of pasteurized fluid milk. *J. Dairy Sci.*, 92: 4823-4832.
58. Martin, N.H., M.L. Ranieri, M. Wiedmann and K.J. Boor, 2012. Reduction of pasteurization temperature leads to lower bacterial outgrowth in pasteurized fluid milk during refrigerated storage: A case study. *J. Dairy Sci.*, 95: 471-475.
59. Griffiths, M.W., 1986. Use of milk enzymes as indices of heat treatment. *J. Food Protect.*, 49: 696-705.
60. Marin, E., L. Sanchez, M.D. Perez, P. Puyol and M. Calvo, 2003. Effect of heat treatment on bovine lactoperoxidase activity in skim milk: Kinetic and thermodynamic analysis. *J. Food Sci.*, 68: 89-93.
61. Meer, R.R., J. Baker, F.W. Bodyfelt and M.W. Griffiths, 1991. Psychrotrophic *Bacillus* spp. in fluid milk products: A review. *J. Food Prot.*, 54: 969-979.
62. Coghill, D. and H.S. Juffs, 1979. Incidence of psychrotrophic sporeforming bacteria in pasteurised milk and cream products and effect of temperature on their growth. *Aust. J. Dairy Technol.*, 34: 150-153.
63. Vatne, K.B. and H.B. Castberg, 1991. Processing and packaging aspects of extended shelf life products. *Aust. J. Dairy Technol.*, 46: 98-100.
64. Simon, M. and A.P. Hansen, 2001. Effect of various dairy packaging materials on the shelf life and flavor of pasteurized milk. *J. Dairy Sci.*, 84: 767-773.
65. Rysstad, G. and J. Kolstad, 2006. Extended shelf life milk-advances in technology. *Int. J. Dairy Technol.*, 59: 85-96.
66. Petrus, R.R., C.G. Loiola and C.A.F. Oliveira, 2010. Microbiological shelf life of pasteurized milk in bottle and pouch. *J. Food Sci.*, 75: M36-M40.
67. Labuza, T.P., 1982. *Shelf Life Dating of Foods*. Food and Nutrition Press, Westport, CT., pp: 189-231.
68. Burdova, O., M. Baranova, A. Laukova, H. Rozanska and J.G. Rola, 2002. Hygiene of pasteurized milk depending on psychrotrophic microorganisms. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*, 46: 325-329.
69. Calderon, A., F. Garcia and G. Martinez, 2006. [Indicators of raw milk quality in different regions of Colombia]. *Revista MVZ Cordoba*, 11: 725-737, (In Spanish).
70. Schroder, M.J.A., C.M. Cousins and C.H. McKinnon, 1982. Effect of psychrotrophic post-pasteurization contamination on the keeping quality at 11 and 5°C of HTST-pasteurized milk in the UK. *J. Dairy Res.*, 49: 619-630.
71. Zahar, M., S.R. Tatinj, A. Hamama and S. Fousshi, 1996. Effect of storage temperature on the keeping quality of commercially pasteurized milk. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Veterinaires*, 16: 5-10.
72. Griffiths, M.W., 1992. *Bacillus cereus* in liquid milk and other milk products. *Bull. IDF.*, 275: 36-39.
73. Kumar, C.G. and S.K. Anand, 1998. Significance of microbial biofilms in food industry: A review. *Int. J. Food Microbiol.*, 42: 9-27.
74. Ranieri, M.L., J.R. Huck, M. Sonnen, D.M. Barbano and K.J. Boor, 2009. High temperature, short time pasteurization temperatures inversely affect bacterial numbers during refrigerated storage of pasteurized fluid milk. *J. Dairy Sci.*, 92: 4823-4832.
75. Ternstrom, A., A.M. Lindberg and G. Molan, 1993. Classification of the spoilage flora of raw and pasteurized bovine milk, with special reference to *Pseudomonas* and *Bacillus*. *J. Applied Bacteriol.*, 75: 25-34.

76. Hosein, A., K. Munoz, K. Sawh and A. Adesiyun, 2008. Microbial load and the prevalence of *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and *Listeria* spp. in ready-to-eat products in Trinidad. *Open Food Sci. J.*, 2: 23-28.
77. Paolicchi, F., K. Cirone, C. Morsella and A. Gioffre, 2012. First isolation of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* from commercial pasteurized milk in Argentina. *Braz. J. Microbiol.*, 43: 1034-1037.
78. Samet-Bali, O., I. Felfoul, R. Lajnaf, H. Attia and M. Ali, 2013. Study of proteolytic and lipolytic activities of *Pseudomonas* spp. isolated from pasteurized milk in Tunisia. *J. Agric. Sci.*, 5: 46-50.
79. Moshoeshe, S.L. and D. Olivier, 2012. Incidence of aerobic spoilage- and psychrotrophic bacteria in non-pasteurised and pasteurised bovine milk from Maseru. *Med. Technol. SA*, 26: 22-27.
80. Mahari, T. and B.A. Gashe, 1990. A survey of the microflora of raw and pasteurized milk and the sources of contamination in a milk processing plant in Addis Ababa, Ethiopia. *J. Dairy Res.*, 57: 233-238.
81. Dogan, B. and K.J. Boor, 2003. Genetic diversity and spoilage potentials among *Pseudomonas* spp. isolated from fluid milk products and dairy processing plants. *Applied Environ. Microbiol.*, 69: 130-138.
82. Austin, J.W. and G. Bergeron, 1995. Development of bacterial biofilms in dairy processing lines. *J. Dairy Res.*, 62: 509-519.
83. Chmielewski, R.A.N. and J.F. Frank, 2003. Biofilm formation and control in food processing facilities. *Comprehens. Rev. Food Sci. Food Safe.*, 2: 22-32
84. Salustiano, V.C., N.J. Andrade, N.F.F. Soares, J.C. Lima, P.C. Bernardes, L.M.P. Luiz and P.E. Fernandes, 2009. Contamination of milk with *Bacillus cereus* by post-pasteurization surface exposure as evaluated by automated ribotyping. *Food Control*, 20: 439-442.
85. Malek, F., B. Moussa-Boudjema, F. Khaouani-Yousfi, A. Kalai and M. Kihal, 2012. Microflora of biofilm on algerian dairy processing lines: An approach to improve microbial quality of pasteurized milk. *Afr. J. Microbiol. Res.*, 6: 3836-3844.
86. Costerton, J.W., Z. Lewandowski, D.E. Caldwell, D.R. Korber and H.M. Lappin-Scott, 1995. Microbial biofilms. *Annu. Rev. Microbiol.*, 49: 711-745. Costerton, J.W., Z. Lewandowski, D.E. Caldwell, D.R. Korber and H.M. Lappin-Scott, 1995. Microbial biofilms. *Annu. Rev. Microbiol.*, 49: 711-745.
87. Marques, S.C., J.D.G.O.S. Rezende, L.A.D.F. Alves, B.C. Silva, E. Alves, L.R.D. Abreu and R.H. Piccoli, 2007. Formation of biofilms by *Staphylococcus aureus* on stainless steel and glass surfaces and its resistance to some selected chemical sanitizers. *Braz. J. Microbiol.*, 38: 538-543.
88. Simoes, M., L.C. Simoes and M.J. Vieira, 2010. A review of current and emergent biofilm control strategies. *LWT- Food Sci. Technol.*, 43: 573-583.
89. Simoes, M., L.C. Simoes, I. Machado, M.O. Pereira and M.J. Vieira, 2006. Control of flow-generated biofilms with surfactants: Evidence of resistance and recovery. *Food Bioprod. Process.*, 84: 338-345.
90. Trachoo, N. and J.F. Frank, 2002. Effectiveness of chemical sanitizers against *Campylobacter jejuni*-containing biofilms. *J. Food Prot.*, 65: 1117-1121.
91. Dosti, B., Z. Guzel-Seydim and A.K. Greene, 2005. Effectiveness of ozone, heat and chlorine for destroying common food spoilage bacteria in synthetic media and biofilms. *Int. J. Dairy Technol.*, 58: 19-24.
92. Nada, S., D. Ilija, T. Igor, M. Jelena and G. Ruzica, 2012. Implication of food safety measures on microbiological quality of raw and pasteurized milk. *Food Control*, 25: 728-731.
93. King, J.S. and L.A. Mabbit, 1982. Preservation of raw milk by the addition of carbon dioxide. *J. Dairy Res.*, 49: 439-447.
94. Murray, S.K., K.K.H. Kwan, B.J. Skura and R.C. McKellar, 1983. Effect of nitrogen flushing on the production of proteinase by psychrotrophic bacteria in raw milk. *J. Food Sci.*, 48: 1166-1169.

95. Munsch-Alatossava, P., O. Gursoy and T. Alatossava, 2010. Potential of nitrogen gas (N₂) to control psychrotrophs and mesophiles in raw milk. *Microbiol. Res.*, 165: 122-132.
96. Tomasula, P.M., S. Mukhopadhyay, N. Datta, A. Porto-Fett and J.E. Call et al., 2011. Pilot-scale crossflow-microfiltration and pasteurization to remove spores of *Bacillus anthracis* (Sterne) from milk. *J. Dairy Sci.*, 94: 4277-4291.
97. Schmidt, V.S.J., V. Kaufmann, U. Kulozik, S. Scherer and M. Wenning, 2012. Microbial biodiversity, quality and shelf life of microfiltered and pasteurized extended shelf life (ESL) milk from Germany, Austria and Switzerland. *Int. J. Food Microbiol.*, 154: 1-9.
98. Rajagopal, M., B.G. Werner and J.H. Hotchkiss, 2005. Low pressure CO₂ storage of raw milk: Microbiological effects. *J. Dairy Sci.*, 88: 3130-3138.



Σκοπός και αντικείμενο της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της σταθερότητας του φρέσκου παστεριωμένου γάλακτος εμπορικών δειγμάτων, κατά την συντήρησή τους σε συνθήκες ψύξης 6°-8° C, και η αποτύπωση των ποιοτικών αλλαγών του κατά την περίοδο συντήρησης τους, με στόχο να εκτιμηθεί η δυνατότητα της επιμήκυνσης του εμπορικού χρόνου ζωής τους.

Ο προσδιορισμός της ποιότητας έγινε με σειρά Χημικών και Μικροβιολογικών αναλύσεων στο Εργαστήριο Γαλακτοκομίας του ΓΠΑ.

Γ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Κεφάλαιο 10^ο. Διαδικασία εφαρμογών

10.1 Εισαγωγή - Εξετασθέντα δείγματα

Οι Χημικές αναλύσεις αφορούσαν μέτρηση pH και Οξύτητας, προσδιορισμό Ειδικού βάρους, έλεγχο για πιθανή παρουσία αντιβιοτικών, καθώς και μέτρηση, με συσκευή Milkoscan, της επί τοις εκατό περιεκτικότητας σε Λίπος, Πρωτεΐνη και Λακτόζη. Ο προσδιορισμός του Λίπους έγινε επικουρικά και με δεύτερο έλεγχο, με τη μέθοδο Gerber. Όλες οι Χημικές αναλύσεις έγιναν την 1^η ή το αργότερο τη 2^η ημέρα της παραλαβής του κάθε δείγματος. Επιπρόσθετα έγινε και μέτρηση Πρωτεόλυσης (OPA) και Λιπόλυσης (ADV) για κάθε δείγμα ξεχωριστά και σε διάφορες προκαθορισμένες χρονικές περιόδους: 0 , 2 , 5 , 7 , 10 και 15 ημερών* από την παραλαβή κάθε δείγματος, που ήταν και η 1^η ημέρα από την τυποποίησή του.

Οι Μικροβιολογικές εξετάσεις έγιναν και αυτές σε προκαθορισμένες χρονικές περιόδους: 0 , 2 , 5 , 7 , 10 και 15 ημερών* από την ημέρα παραλαβής του κάθε δείγματος. Αφορούσαν μέτρηση Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (OMX), Ψυχοτρόφων, Θερμοανθεκτικών, Λιπολυτικών και Πρωτεολυτικών βακτηρίων έπειτα από προκαθορισμένη επώαση σε ειδικούς κλιβάνους για όλα τα τρυβλία, με τη χρήση ειδικού εργαστηριακού εξοπλισμού και με τη λήψη όλων των αναγκαίων μέτρων για εξασφάλιση ασηπτικών συνθηκών.

Τα τελικά αποτελέσματα και συμπεράσματα παρουσιάζονται εδώ, στο «Πειραματικό μέρος» αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και με τη βοήθεια γραφημάτων.

* Η ημέρα (0) είναι η ημέρα τυποποίησης του γάλακτος στο εργοστάσιο.

Από γνωστές εταιρείες παρασκευής φρέσκου Παστεριωμένου γάλακτος εξετάστηκαν 31 δείγματα με διάρκεια ζωής 7 ημερών και 10 δείγματα με διάρκεια ζωής 5 ημερών.

Πίνακας 10.1. Παρουσίαση δειγμάτων

Εταιρεία	Δείγματα	Διάρκεια ζωής	Τύπος γάλακτος
Δέλτα=1	1, 2, 18, 19	7 ημέρες	Φρέσκο γάλα
Δέλτα=2	6, 15, 23, 31	7 ημέρες	Μικρές οικογ. φάρμες
Δωδώνη=3	4, 7, 25, 33, 35	7 ημέρες	Φρέσκο γάλα
Όλυμπος=4	5, 9, 16, 22	7 ημέρες	Φρέσκο γάλα
Μεβγάλ=5	32, 33	7 ημέρες	Φρέσκο γάλα
Τρίκκη=6	10, 12, 24	7 ημέρες	Φρέσκο γάλα
Αγρόκτημα το εκλεκτό=7	11, 13, 20, 21, 34	7 ημέρες	Φρέσκο γάλα
Δημητρίου=8	14	7 ημέρες	Φρέσκο γάλα
Private label	-	-	Φρέσκο γάλα
ΑΒ Βασιλόπουλος=9	17, 36	7 ημέρες	Φρέσκο γάλα
Σκλαβενίτης=9	26	7 ημέρες	Φρέσκο γάλα
Φάρμα Κουκάκη=10	1, 27, 28, 37, 39	5 ημέρες	Φρέσκο γάλα
ΕΒΟΛ=11	2, 3, 29, 30, 38	5 ημέρες	Φρέσκο γάλα

10.2 Υλικά και μέθοδοι

10.2.1 Αντιβιοτικά

Για ανίχνευση παρουσίας πιθανών υπολειμμάτων στο γάλα χρησιμοποιήθηκε το Delvotest sp NT 100 (Amp.), με το κάθε δείγμα να μένει στο υδατόλουτρο για 3 ώρες στους 64° C. Τα ανώτατα όρια αντιβιοτικών στο γάλα καθορίζονται από τον κανονισμό 675/1992 της Ε.Ε. σε µg/kg (ppb).

10.2.2 Υπεροξειδάση

Για τη δοκιμή χρησιμοποιήθηκε το Peroxtesmo MI, στο οποίο παίζουν καθοριστικό ρόλο ειδικές επιφάνειες - αντιδραστήρια για το τεστ. Με τη βοήθεια ειδικής πιπέτας αποστάζεται επάνω σε κάθε επιφάνεια - αντιδραστήριο μια σταγόνα, και αν αυτή γίνει σε λίγα δευτερόλεπτα από άσπρη μπλε, τότε θεωρούμε το τεστ θετικό.

10.2.3 Φωσφατάση

Για τη δοκιμή χρησιμοποιήθηκε το Lactorast Biomedix, το οποίο είναι ένα γρήγορο τεστ ανίχνευσης Αλκαλικής Φωσφατάσης, στο γάλα, στον ορό, στην κρέμα και στο βούτυρο. Επιτρέπει τον έλεγχο της επαρκούς επεξεργασίας HTST τόσο του γάλακτος όσο και συναφών προϊόντων, καθώς και τον εντοπισμό νωπού γάλακτος στο παστεριωμένο. Η ευαισθησία του τεστ είναι η μεγαλύτερη δυνατή για μέτρηση μεταξύ 5 και 300 δευτερολέπτων.

10.2.4 Μέτρηση pH

Για τη μέτρηση του pH χρησιμοποιήθηκε το «Hanna 92240» της Hanna Instruments, με τα ειδικά διαλύματα για τη σωστή ρύθμισή του πριν από τη χρήση. Τα διαλύματα αυτά ήταν 2: pH 7 και pH 4 και η ρύθμιση γινόταν πάντοτε σύμφωνα με τις οδηγίες του μηχανήματος και υπό την επίβλεψη έμπειρου και υπεύθυνου προσώπου.

10.2.5 Μέτρηση Οξύτητας

Η τιτλοδότηση γινόταν με καυστικό Νάτριο N/9, για εξουδετέρωση 10 ml γάλακτος, και η μέτρηση σε βαθμούς Dornic (°D). Σε κάθε δείγμα ως δείκτης χρησιμοποιούνταν 2-3 σταγόνες Φαινολοφθαλεΐνης πριν από τη μέτρηση, για να γίνεται αντιληπτή η αλλαγή του χρώματος προς ελαφρύ μωβ.

10.2.6 Ειδικό βάρος

Η μέτρηση κάθε δείγματος γινόταν στους 20° C με τη βοήθεια πυκνομέτρου, το οποίο ήταν και γαλακτόμετρο και θερμόμετρο μαζί.

10.2.7 Μέτρηση Πρωτεΐνης, Λακτόζης και Λίπους με Milkoscan

Οι μετρήσεις γίνονται πάντα σύμφωνα με τις οδηγίες χρήσης και υπό την επίβλεψη έμπειρου και υπεύθυνου προσώπου. Χρησιμοποιήθηκε το μηχάνημα «Milkoscan 133 A/S N. Foss electric», δανέζικης κατασκευής. Χρησιμοποιήθηκαν για τη σωστή λειτουργία του μηχανήματος και σύμφωνα με τις οδηγίες χρήσης τα διαλύματα «Stella cleaning agent» και «Triton x-100», έπειτα από ενδεδειγμένη θέρμανση στο υδατόλουτρο του Milkoscan, όπως και τα δείγματα προς ανάλυση.

10.2.8 Μέτρηση Λίπους με τη μέθοδο Gerber

Έγινε σύμφωνα με τις οδηγίες χρήσης, και χρησιμοποιήθηκαν βουτυρόμετρα (0- 6%), σιφόνια (των 11 ml), θειικό οξύ (10 ml), αμυλική αλκοόλη (1 ml) και ειδική φυγόκεντρος Gerber του εργαστηρίου, πάντοτε υπό την επίβλεψη καταρτισμένου προσώπου και με τις ενδεδειγμένες προφυλάξεις.

10.2.9 Πρωτεόλυση: Μέθοδος o-Phthaldialdehyde (OPA)

Ο βαθμός Πρωτεόλυσης στα δείγματα γάλακτος κατά τη συντήρησή τους στους 6° C μετρήθηκε με τη φωτομετρική μέθοδο o-phthaldialdehyde (OPA)[1]. Οι αμινομάδες (α-amino groups), που απελευθερώνονται με την υδρόλυση, αντιδρούν με το αντιδραστήριο (OPA) και σχηματίζουν ένα «σύμπλοκο» που απορροφά σε μήκος κύματος $\lambda=340$ nm. Η συγκέντρωση των ελεύθερων αμινομάδων στα υπερκείμενα των μελετηθέντων δειγμάτων εκφράστηκε σε ισοδύναμα Λευκίνης (mM).

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής:

Προετοιμασία δείγματος

1. Σε 5 ml άπαχου γάλακτος προστέθηκαν 5 ml τριχλωροξικού οξέος (TCA).
2. Το μίγμα αναμίχθηκε και παρέμεινε για 10 λεπτά σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.
3. 1 ml από το πιο πάνω μίγμα μεταφέρθηκε σε σωληνάκι τύπου Eppendorf.
4. Ακολούθησε φυγόκεντρωση στις 12.500 rpm/min, για 5 λεπτά, στους 10° C.
5. Το υπερκείμενο μεταφέρθηκε σε eppendorf, κωδικοποιήθηκε και διατηρήθηκε στην κατάψυξη -20° C μέχρι την εξέτασή του.

Το αντιδραστήριο της ο-φθαλδουαλδεϋδης (OPA) πρέπει να είναι φρέσκο και παρασκευάζεται αυθημερόν, λίγο πριν από την ανάλυση, με ανάμειξη 25 ml διαλύματος 100 mM τετραβορικού νατρίου, 2.5 ml 20% SDS, 40 mg OPA (σε 1 ml μεθανόλη) και 100 μl β-μερκαπτοαιθανόλης, μέχρι τελικού όγκου 50 ml με αποσταγμένο H₂O.

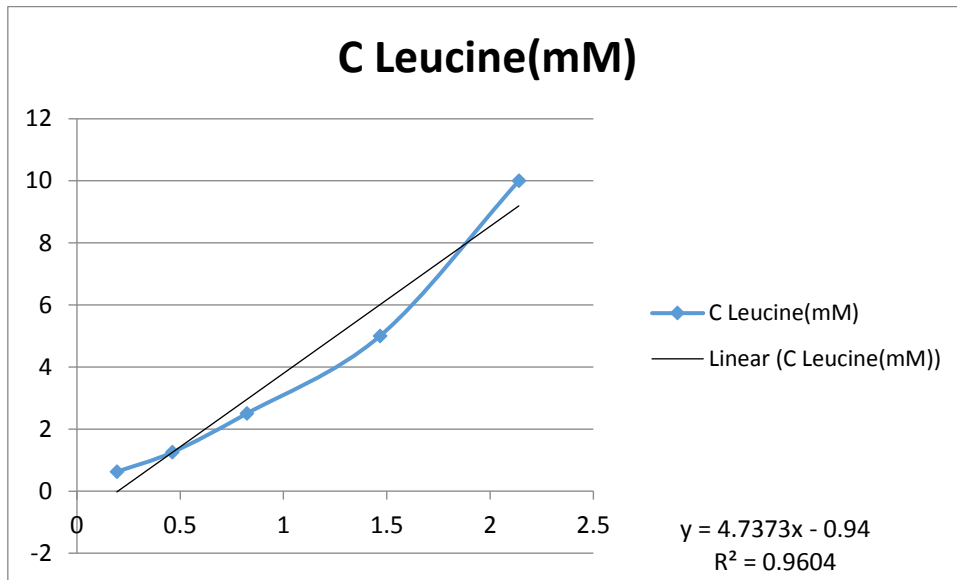
Προσδιορισμός

Ποσότητα 50 μl από το υπερκείμενο (στάδιο 5) αναμίχθηκε με 1 ml αντιδραστηρίου OPA, αναδεύτηκε καλά και μετρήθηκε η απορρόφηση στα 340 nm, ακριβώς μετά από 2 min, έναντι τυφλού.

Ως τυφλό της ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε αποστειρωμένο, ανεπώαστο γάλα 10% (w/v), για το οποίο ακολουθήθηκε η διαδικασία που αναφέρθηκε προηγουμένως.

Ως τυφλό της φωτομέτρησης χρησιμοποιήθηκε δείγμα που περιείχε 50 μl αποσταγμένου νερού και 1 ml αντιδραστηρίου OPA.

Για το σχεδιασμό της πρότυπης καμπύλης παρασκευάστηκε μια σειρά πρότυπων διαλυμάτων Λευκίνης με συγκεντρώσεις 0 , 0,625 , 1,25 , 2,5 , 5 και 10 mM, και ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία, όπως παρουσιάστηκε προηγουμένως.



Γράφημα 10.1. Πρότυπη καμπύλη C Leucine (mM)

10.2.10 Λιπόλυση – Δείκτης Acid Degree Value (ADV)

Ο δείκτης ADV αναφέρεται στη μέτρηση των ελεύθερων λιπαρών οξέων που βρίσκονται σε δείγμα Λίπους. Αποτελεί ποσοτικό δείκτη εκτίμησης της Λιπόλυσης στα γαλακτοκομικά προϊόντα. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με Standard Methods for the Examination of Dairy Products και πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με τους Pillay et al., 1980 [2]. Το αποτέλεσμα εκφράζεται σε ADV ισοδύναμα Αλκάλεως, για 100γρ. Λίπους.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής:

1. Σε πλαστικό περιέκτη φυγοκέντρου (με ερμητικό κλείσιμο) προστέθηκαν 4ml γάλα.
2. Στη συνέχεια προστέθηκαν 4ml 95% αιθανόλης και έγινε ανάδευση στο vortex (ταχύτητα 5) για 15 sec.
3. Στη συνέχεια προστέθηκαν 6ml από μίγμα διαλυτών (διαιθυλαιθέρα και πετρελαϊκού αιθέρα, 40:60) και ακολούθησε ανάδευση σε vortex (ταχύτητα 9) για 30 sec.
4. Ακολούθησε φυγοκέντρηση στις 1500rpm (516g) για 3 λεπτά.
5. Μετά την ολοκλήρωση της φυγοκέντρησης, 2ml από την υπερκείμενη στιβάδα του διαλύτη αναμειχθηκαν με 6 ml εξουδετερωμένης Αλκοόλης 95%.
6. Το μείγμα τιτλοδοτήθηκε έναντι αλκοολικού KOH διαλύματος 0,1 N με τη βοήθεια του δείκτη Φαινολοφθαλεΐνης-End Point: απαλό ροζ χρώμα.

Παρασκευή Μάρτυρα:

1. 4ml αποσταγμένου νερού αναμίχθηκαν με 12ml εξουδετερωμένης αλκοόλης 95%.
2. Το μίγμα τιτλοδοτήθηκε έναντι 0,1 N αλκοολικού KOH με χρήση Φαινολοφθαλείνης-End Point: απαλό ρόζ χρώμα.

Αντιδραστήρια

1. Αλκοόλη 95%,
2. Μίγμα διαλυτών (διαιθυλεθέρα και πετρελαϊκού αιθέρα, 40:60), Diethyl ether Sigma Aldrich 32203-2,5lt -Petroleum ether Sigma Aldrich 32299-2,5lt,
3. Εξουδετερωμένη αλκοόλη, που παρασκευαζόταν παρουσία δείκτη Φαινολοφθαλείνης, με την προσθήκη αλκοολικού διαλύματος KOH υπό ανάδευση, μέχρι του χαρακτηριστικού ρόδινου χρώματος,
4. 0,01N αλκοολικό KOH Potassium Hydroxide solution 0,1M in ethanol Fluka 35127-1lt,
5. Φαινολοφθαλείνη (1%) σε αλκοολικό διάλυμα.

Τύπος υπολογισμού του δείκτη Λιπόλυσης (ADV):

$$ADV = T \times 3 \times 100 \times N / 4 \times E.B. \times \% \text{ Λίπος}$$

T: Ο καθαρός όγκος τιτλοδότησης (όγκος τιτλοδότησης δείγματος πλην όγκος τιτλοδότησης μάρτυρα).

E.B.: Το ειδικό βάρος στους 20° C κάθε δείγματος.

N: 0,1N αλκοολικό διάλυμα KOH, επειδή αντί για 4ml υπερκείμενης στιβάδας λαμβάνονταν 2ml για την αντίδραση εξουδετέρωσης.

(3): Ο συντελεστής που διορθώνει τον όγκο του Αλκάλεως που απαιτείται, για να εξουδετερώσει όλη την υπερκείμενη στιβάδα του αιθέρα.

(%) Λίπος: Η λιποπεριεκτικότητα κάθε εξεταζομένου δείγματος.

10.2.11 Μικροβιολογικές αναλύσεις

Όλες οι δεκαδικές αραιώσεις γίνονταν με διάλυμα Ringer (Oxoid, BR52, Basingstoke, Hampshire, UK).

Εξετάσθηκαν οι παρακάτω ομάδες μικροοργανισμών ως εξής:

1) Για την αρίθμηση της **Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (OMX)** χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα Plate Count Agar (PCA, Oxoid CM325) με τη μέθοδο της ενσωμάτωσης και επώαση στους 30° C για 72 ώρες, σύμφωνα με τα IDF Standard No100B (IDF1991a). Έγινε αρίθμηση μέσω της μεθόδου Mesophilic Spore Count (MSC).

2) Για την αρίθμηση των **Ψυχρότροφων** βακτηρίων χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα Plate Count Agar (PCA, Oxoid CM325), με τη μέθοδο της ενσωμάτωσης και επώαση στους 21° C για 25 ώρες, σύμφωνα με τα IDF Standard No132A (IDF 1991β). Έγινε αρίθμηση μέσω της μεθόδου Psychrotolerant Spore Count (PSC).

3) Για την αρίθμηση των **Θερμοανθεκτικών** βακτηρίων χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα Plate Count Agar (PCA, Oxoid CM325) με τη μέθοδο της ενσωμάτωσης και επώαση στους 30° C για 72 ώρες. Κάθε δείγμα είχε προηγουμένως θερμανθεί στους 63° C, για 30 λεπτά σε υδατόλουτρο. Έγινε αρίθμηση μέσω της μεθόδου Mesophilic Spore Count (MSC).

4) Για την αρίθμηση των **Σταφυλόκοκκων** χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα Baird Parker agar (CM0275) με προσθήκη Egg York Tellurite (SR0054), στους 37° C για 48 ώρες. Η τεχνική που χρησιμοποιήθηκε ήταν της επίστρωσης σε τρυβλία. Έγινε αρίθμηση μέσω της μεθόδου Mesophilic Spore Count (MSC).

5) Για την αρίθμηση των **Λιπολυτικών** μικροοργανισμών χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα Tributyrin agar (HiMedia M157), με τη μέθοδο της επιφανειακής εξάπλωσης και επώαση στους 21° C για 5 ημέρες. Έγινε αρίθμηση μέσω της μεθόδου Psychrotolerant Spore Count (PSC).

6) Για την αρίθμηση των **Πρωτεολυτικών** μικροοργανισμών χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα Skim milk agar (HiMedia M763), με επιφανειακή εξάπλωση και επώαση στους 21° C για 5 ημέρες. Έγινε αρίθμηση μέσω της μεθόδου Psychrotolerant Spore Count (PSC).

7) Για την αρίθμηση των **Κολοβακτηριδίων** χρησιμοποιήθηκε υπόστρωμα Violet Red Bile agar (VRBL agar, LAB 031), με ενσωμάτωση διπλού στρώματος στους 37°C για 24 ώρες, σύμφωνα με το IDF Standard 73A (IDF 1985). Έγινε αρίθμηση μέσω της μεθόδου Mesophilic Spore Count (MSC).

Τα δείγματα Παστεριωμένου γάλακτος εξετάζονταν αρχικά όπως παραλαμβάνονταν, στη μηδενική αραίωση. Έπειτα από τις κατάλληλες διαδοχικές δεκαδικές αραιώσεις, οι οποίες πραγματοποιούνταν σε δοκιμαστικούς σωλήνες με αποστειρωμένο διάλυμα Ringer (IDF Standard no 122C, 1996), ακολουθούσε επιφανειακή εξάπλωση ή ενσωμάτωση σε διπλά τρυβλία Petri με το κατάλληλο θρεπτικό υπόστρωμα ανά εξεταζόμενη ομάδα μικροοργανισμών.

Για τις μικροβιολογικές αναλύσεις χρησιμοποιήθηκαν βοηθητικά:

- Επωαστικοί κλίβανοι ρυθμιζόμενοι στους 25° C, 30° C και 37° C,
- Μηχανικός αναδευτήρας (vortex) του οίκου Scientific industries INC, USA,
- Διάφορα γυάλινα όργανα και σκεύη γενικής χρήσης όπως πιπέτες, σωλήνες, φιάλες, φιαλίδια, ποτήρια, ογκομετρικοί κύλινδροι, υδατόλουτρο κ.ά.

10.3 Επεξεργασία

Με το πρόγραμμα **Stargraphics Centurion** έγινε πολλαπλή σύγκριση των μέσων, ώστε να προσδιορισθεί ποιοι μέσοι διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Χρησιμοποιήθηκε το Fisher's least significant difference (LSD) σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

(95% σημαίνει ότι υπάρχει ποσοστό 5% οι επισημάνσεις των διαφορών να μην ισχύουν και οι μέσοι να είναι ίσοι).

10.4 Χημικά αποτελέσματα και συζήτηση

10.4.1 Αντιβιοτικά

Σε όλα τα εξεταζόμενα δείγματα έγινε έλεγχος για ύπαρξη αντιβιοτικών και τα αποτελέσματα σε ποσοστό 100% ήταν αρνητικά.

10.4.2 Υπεροξειδάση

Όλα τα δείγματα ήταν θετικά (100%), γεγονός που επιβεβαιώνει ότι τα γάλατα ήταν παστεριωμένα με ενδεδειγμένο τρόπο.

10.4.3 Φωσφατάση

Όλα τα δείγματα ήταν αρνητικά (100%), γεγονός που επιβεβαιώνει ότι δεν έγινε υψηλότερη θερμική επεξεργασία από αυτήν της παστερίωσης.

10.4.4 pH

Πίνακας 10.2. Αποτελέσματα κλάσεων pH (Time=0)

Εξετασθέντα δείγματα (n=41),(Time=0)	Γάλα με διάρκεια ζωής 7 ημέρες (n=31)		Γάλα με διάρκεια ζωής 5 ημέρες (n=10)
	Μέση τιμή και τυπική απόκλιση παραμέτρων		
Κλάση	pH: 6,7421±0,051		6,74±0,019
1	6,6-6,7	28,9%	
2	6,7-6,8	65,79%	
3	6,85-6,9	5,26%	

Δεν βρέθηκε ποσοστό δειγμάτων με pH μικρότερο από 6,5, που υποδηλώνει αυξημένες συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος, άρα βακτηριακή αλλοίωση. Σε ποσοστό 5,26% είχαμε δείγματα με pH 6,85-6,9, γεγονός που υποδηλώνει γάλα μαστιτικό ή του τέλους της γαλακτικής περιόδου. Κατά συνέπεια, τα περισσότερα δείγματα ήταν μέσα σε θεμιτά για την κατανάλωση πλαίσια (pH 6,6-6,8), με τον κύριο όγκο (65,79%) να είναι μεταξύ 6,7 και 6,8. Η μέση τιμή τόσο των δειγμάτων διάρκειας ζωής 7 ημερών, όσο και των δειγμάτων 5 ημερών, είναι σχεδόν πανομοιότυπη (pH 6,74). Συμπερασματικά, η συνολική διάρκεια σε ημέρες δε φαίνεται να επηρεάζει το pH του γάλακτος κατά την πρώτη ημέρα τυποποίησης, ημέρα πραγματοποίησης των χημικών εξετάσεων.



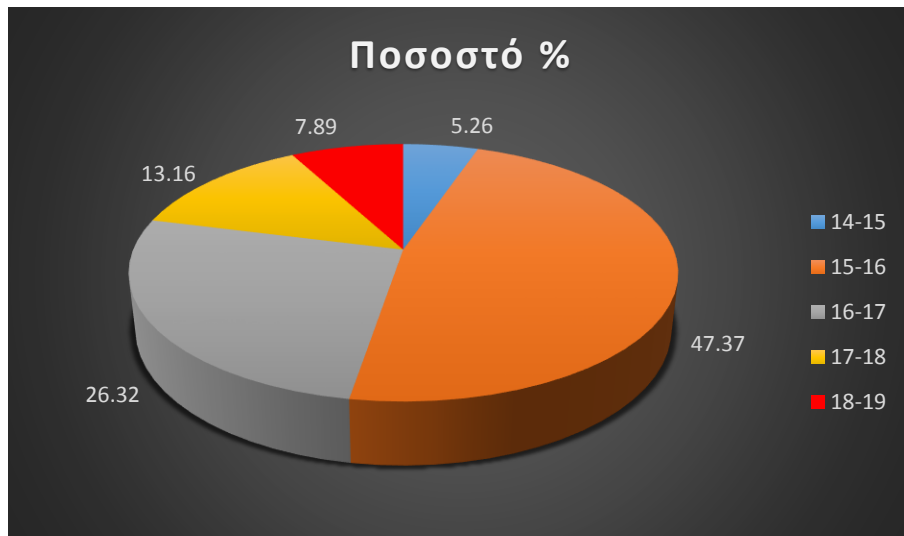
Γράφημα 10.2. Κατανομή κλάσεων pH (%) των δειγμάτων γάλακτος της πρώτης ημέρας

10.4.5 Οξύτητα

Πίνακας 10.3. Αποτελέσματα κλάσεων Οξύτητας (Time=0)

Εξετασθέντα δείγματα (n=41),(Time=0)		Γάλα με διάρκεια ζωής 7 ημέρες (n=31)	Γάλα με διάρκεια ζωής 5 ημέρες (n=10)
Μέση τιμή και τυπική απόκλιση παραμέτρων			
Κλάση	Οξύτητα: 16,3289±0,99	16,45±0,1738	15,78±0,3658
1	14-15	5,26%	
2	15-16	47,37%	
3	16-17	26,32%	
4	17-18	13,16%	
5	18-19	7,89%	

Η Οξύτητα μεταξύ 14°-16° Dornic θεωρείται φυσιολογική για το αγελαδινό γάλα. Σε ποσοστό 52,63% το γάλα είναι σε αυτά τα όρια. Με την πάροδο των ημερών η Οξύτητα αυξάνει, αλλά μόνο ένα ποσοστό, 7,89%, είναι άνω των 18° Dornic και θεωρείται ακατάλληλο. 26,32% είναι μεταξύ 16°-17° D και 13,16% μεταξύ 17°-18° D, Οξύτητα που κρίνεται ως φυσιολογική αύξηση της μέσης τιμής σε διάστημα 15 ημερών κράτησης των δειγμάτων. Το γάλα διάρκειας ζωής 5 ημερών (15,78±0,3658) έχει σχετικά χαμηλότερη μέση τιμή από αυτή των 7 ημερών (16,45±0,1738), γεγονός που φανερώνει ελαφρά καλύτερη αντοχή στο χρόνο.



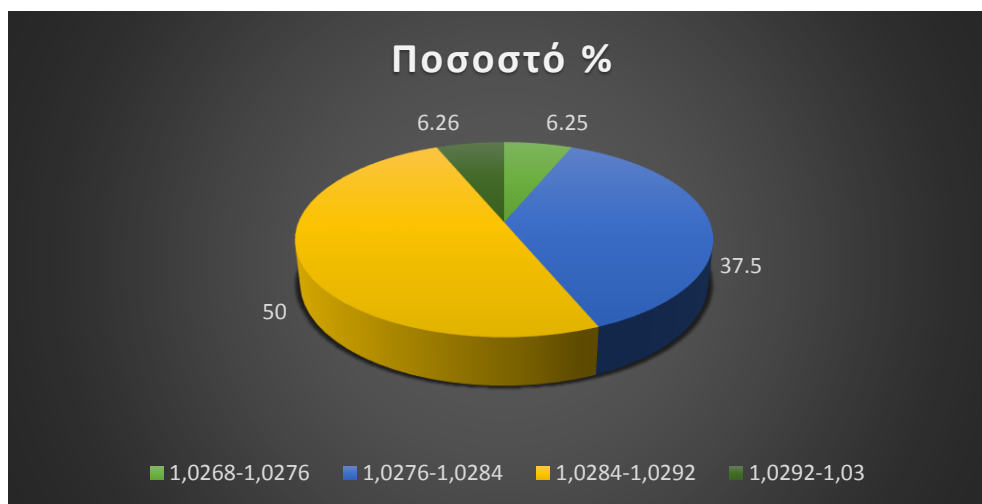
Γράφημα 10.3. Κατανομή κλάσεων Οξύτητας (%) των δειγμάτων γάλακτος της πρώτης ημέρας

10.4.6 Ειδικό βάρος

Το Ειδικό βάρος του γάλακτος αγελάδας κυμαίνεται από 1,028-1,033. Όλα τα δείγματα που εξετάστηκαν ανήκαν σε κλάσεις μέσα σε αυτά τα όρια.

Πίνακας 10.4. Αποτελέσματα κλάσεων Ειδικού βάρους (Time=0)

Εξετασθέντα δείγματα (n=41),(Time=0)		Γάλα με διάρκεια ζωής 7 ημέρες (n=31)	Γάλα με διάρκεια ζωής 5 ημέρες (n=10)
Μέση τιμή και τυπική απόκλιση παραμέτρων			
Κλάσεις	Ειδικό βάρος: 1,02856±0,0007	1,0286±0,0002	1,028±0,0007
1	1,0268-1,0276	6,25%	
2	1,0276-1,0284	37,5%	
3	1,0284-1,0292	50,0%	
4	1,0292-1,03	6,26%	



Γράφημα 10.4. Κατανομή κλάσεων Ειδικού βάρους (%) των δειγμάτων γάλακτος της πρώτης ημέρας

10.4.7 Πρωτεΐνη (Milkoscan)

Από τις αναλύσεις της περιεκτικότητας σε Πρωτεΐνη των δειγμάτων γάλακτος που αναλύθηκαν προέκυψε η παρακάτω κατηγοριοποίηση αυτών, όπως φαίνεται στον Πίνακα 10.5.

Πίνακας 10.5. Αποτελέσματα κλάσεων Πρωτεΐνης (Milkoscan, Time=0)

Κλάσεις	Μέση τιμή και τυπική απόκλιση παραμέτρων		
	Εξετασθέντα δείγματα (n=41),(Time=0)	Γάλα με διάρκεια ζωής 7 ημέρες (n=31)	Γάλα με διάρκεια ζωής 5 ημέρες (n=10)
	Πρωτεΐνη: 3,335±0,1631	3,3457±0,03103	2,921±0,062
1	2,9-3,12	11,43%	
2	3,12-3,34	40,00%	
3	3,34-3,56	40,00%	
4	3,56-3,78	8,57%	

Η Πρωτεΐνη κυμαίνεται από 2,3% έως 4,4% στο αγελαδινό γάλα και εξαρτάται από τη φυλή, την ατομικότητα, τη διατροφή, το στάδιο της γαλακτικής περιόδου, την εποχή και την υγεία του ζώου. Όλες οι κλάσεις που προέκυψαν είναι μεταξύ 2,9% και 3,78% και εντάσσονται στα θεμιτά όρια. Τα αποτελέσματα προέρχονται έπειτα από ανάλυση των δειγμάτων στο Milkoscan. Παρατηρείται μια διαφοροποίηση στη μέση τιμή των δειγμάτων γάλακτος διάρκειας ζωής 7 και 5 ημερών.



Γράφημα 10.5. Κατανομή κλάσεων Πρωτεΐνης (%) των δειγμάτων γάλακτος της πρώτης ημέρας

10.4.8 Λακτόζη (Milkoscan)

Πίνακας 10.6. Αποτελέσματα κλάσεων Λακτόζης (Time=0)

Εξετασθέντα δείγματα (n=41),(Time=0)	Γάλα με διάρκεια ζωής 7 ημέρες (n=31)		Γάλα με διάρκεια ζωής 5 ημέρες (n=10)
	Μέση τιμή και τυπική απόκλιση παραμέτρων		
Κλάσεις	Λακτόζη: 4,85729±0,1032	4,8730±0,019	4,79±0,037
1	4,6-4,72	17,14%	
2	4,72-4,84	20,00%	
3	4,84-4,96	51,43%	
4	4,96-5,08	11,43%	

Ο δισακχαρίτης Λακτόζη είναι ο κύριος υδατάνθρακας του γάλακτος και στο αγελαδινό γάλα ανέρχεται περίπου στο 4,8%. Στο 71,43 % των αναλυθέντων δειγμάτων βρέθηκε εντός του προαναφερθέντος ορίου, το 17,14 % βρέθηκε να έχει τη μικρότερη περιεκτικότητα (4,6-4,72), ενώ το 11,43 % να έχει τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα (4,96-5,08).



Γράφημα 10.6. Κατανομή κλάσεων Λακτόζης (%) των δειγμάτων γάλακτος της πρώτης ημέρας

10.4.9 Λίπος (Gerber – Milkoscan)

Στον Πίνακα 10.7 παρουσιάζεται κατανομή των αποτελεσμάτων εξέτασης της Λιποπεριεκτικότητας των δειγμάτων γάλακτος. Κυρίως βασιστήκαμε στα αποτελέσματα του Milkoscan, ενώ αναφέρεται ότι για αρκετά δείγματα έγινε επανάληψη με τη μέθοδο Gerber.

Πίνακας 10.7. Αποτελέσματα κλάσεων Λίπους (Gerber, Milkoscan, Time=0)

Εξετασθέντα δείγματα (n=41),(Time=0)		Γάλα με διάρκεια ζωής 7 ημέρες (n=31)	Γάλα με διάρκεια ζωής 5 ημέρες (n=10)
Μέση τιμή και τυπική απόκλιση παραμέτρων			
Κλάσεις	Λίπος (G.): 3,7311±0,2796	3,712±0,0735	3,82667±0,1643
1	3-3,4	5,6%	
2	3,4-3,8	60,0%	
3	3,8-4,2	27,7%	
4	4,2-4,6	5,6%	
Κλάσεις	Λίπος (M.): 4,03729±0,2988	4,07±0,055	3,8993±0,1115
1	3,32-3,616	8,57%	
2	3,616-3,912	25,71%	
3	3,912-4,208	40,00%	
4	4,208-4,504	22,86%	
5	4,504-4,8	2,86%	

Παρατηρείται ότι περίπου στο 95% των εξετασθέντων δειγμάτων η Λιποπεριεκτικότητα προσδιορίστηκε μεγαλύτερη του 3,5%, που αποτελεί το σχετικό αναγραφόμενο όριο και μόνο περίπου στο 5,6% η Λιποπεριεκτικότητα ήταν μικρότερη του 3,5%.



Γράφημα 10.7. Κατανομή κλάσεων Λίπους (%) (Milkoscan) των αποτελεσμάτων της πρώτης ημέρας

10.4.10 Λιπόλυση (ADV)

Σε ότι αφορά την εκτίμηση της πιθανής αλλοίωσης του γάλακτος με κριτήριο τη μέτρηση της Λιπόλυσης, τα δείγματα αναλύθηκαν την ημέρα αγοράς τους (time=0) και κατά τη διάρκεια συντήρησής τους στους 6° C με 8° C. Την πρώτη ημέρα οι μετρήσεις του ADV κυμάνθηκαν από 0-8,40, με το μεγαλύτερο ποσοστό (63,33%) να βρίσκεται από 0-3,8. Στον Πίνακα 10.8 φαίνεται η κατανομή των δειγμάτων την πρώτη ημέρα ανάλυσης.

Πίνακας 10.8. Ομαδοποίηση αποτελεσμάτων των δειγμάτων της 1^{ης} ημέρας (Δείκτης Λιπόλυσης ADV, Χρόνος= 0 ημέρες) (ADV, Time=0)

Κλάσεις	Λιπόλυση (ADV)	Συχνότητα Εμφάνισης (%)
1	0-3,80	63,33
2	3,8-7,60	26,67
3	7,6-8,40	10,00

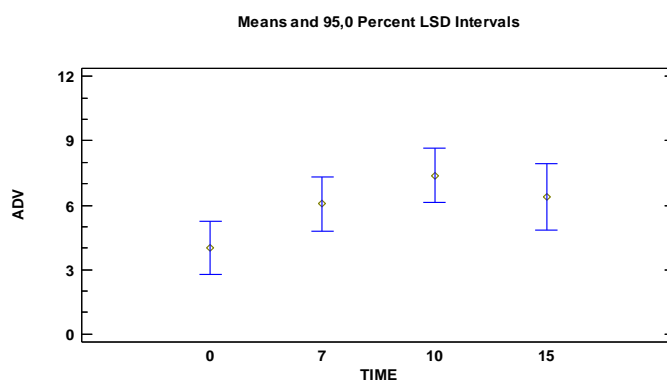


Γράφημα 10.8. Ομαδοποίηση αποτελεσμάτων (%) των δειγμάτων της 1^{ης} ημέρας (Δείκτης Λιπόλυσης ADV, Χρόνος= 0 ημέρες) (ADV, Time=0)

Σε ότι αφορά τη διαχρονική μεταβολή του δείκτη εκτίμησης της Λιπόλυσης (ADV), όπως φαίνεται στους Πίνακες 10.9 και 10.10, παρατηρείται ότι για τα δείγματα γάλακτος με διάρκεια ζωής 7 ημερών ο δείκτης εκτίμησης στο διάστημα των 15 ημερών μεταβλήθηκε κατά περίπου 60% σε σχέση με την ημέρα 0. Το αντίστοιχο ποσοστό για το γάλα με διάρκεια ζωής 5 ημερών, πάλι όσον αφορά τον ίδιο δείκτη, είναι περίπου 100%.

Πίνακας 10.9. Μεταβολή του Δείκτη Λιπόλυσης (ADV) συναρτήσει του χρόνου, σε δείγματα γάλακτος με διάρκεια ζωής 7 ημερών κατά τη διάρκεια της συντήρησης (6°-8° C) και εξέτασής τους

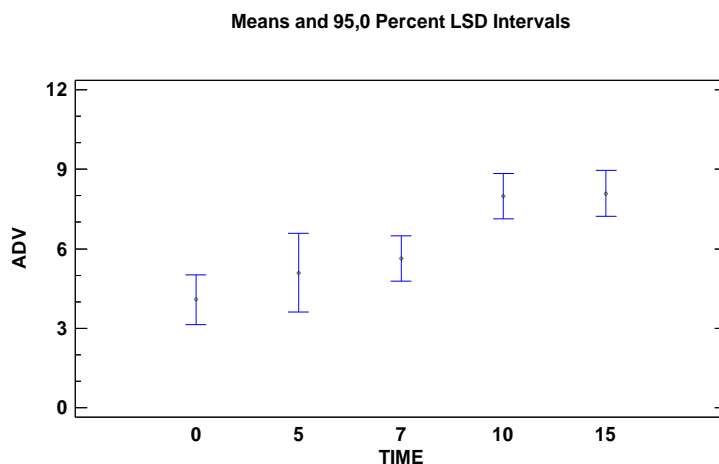
Ημέρες συντήρησης	Αριθμός μετρήσεων	Μέσοι (1)	Τυπικό σφάλμα = (Τυπική απόκλιση: \sqrt{N})
0	29	4,010 ^a	0,8840
7	28	6,058 ^{ab}	0,8997
10	28	7,371 ^b	0,8997
15	19	6,392 ^{ab}	1,0922



Γράφημα 10.9. Απεικόνιση των μέσων τιμών του Δείκτη Λιπόλυσης (ADV) σε δείγματα γάλακτος με διάρκεια ζωής 7 ημερών κατά το χρονικό διάστημα 0 , 7 , 10 και 15 ημερών

Πίνακας 10.10. Μεταβολή του Δείκτη Λιπόλυσης (ADV) συναρτήσει του χρόνου, σε δείγματα γάλακτος με διάρκεια ζωής 5 ημερών κατά τη διάρκεια της συντήρησης (6°-8° C) και εξέτασής τους

Ημέρες συντήρησης	Αριθμός μετρήσεων	Μέσοι (2)	Τυπικό σφάλμα = (Τυπική απόκλιση: \sqrt{N})
0	5	4,076 ^a	0,637713
5	2	5,095 ^a	1,00831
7	6	5,63667 ^a	0,58215
10	6	7,98833 ^b	0,58215
15	6	8,09 ^b	0,58215



Γράφημα 10.10. Απεικόνιση των μέσων τιμών του Δείκτη Λιπόλυσης (ADV) σε δείγματα γάλακτος με διάρκεια ζωής 7 ημερών κατά το χρονικό διάστημα 0 , 5 , 7 , 10 και 15 ημερών

Τόσο για το γάλα με διάρκεια ζωής 7 ημέρες, όσο και για το γάλα με διάρκεια ζωής 5 ημέρες, σε ό,τι αφορά την Λιπόλυση οι 10 ημέρες αποτελούν το όριο αλλοίωσης.

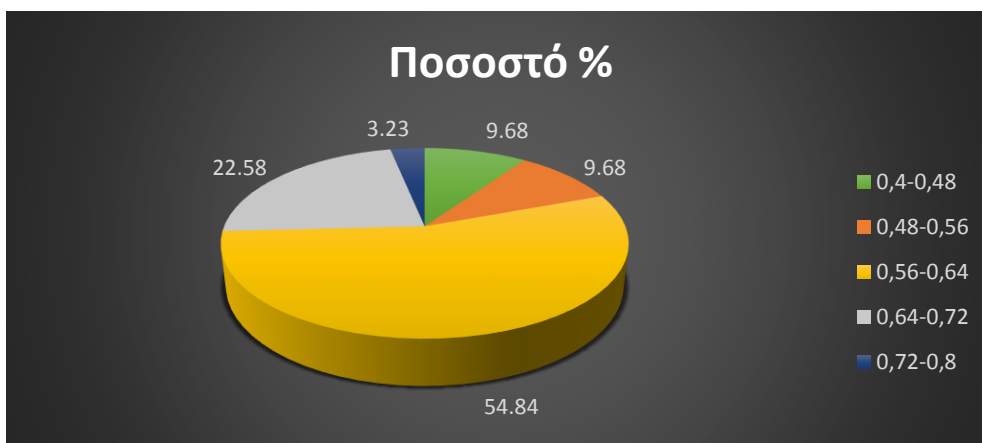
10.4.11 Πρωτεόλυση (OPA - mM Leucine)

Για την εκτίμηση της πιθανής αλλοίωσης του γάλακτος συμπληρωματικά χρησιμοποιήθηκε και η εκτίμηση της Πρωτεόλυσης με τη μέθοδο (OPA) στα δείγματα που αναλύθηκαν τόσο την ημέρα αγοράς τους (time=0) όσο και κατά τη διάρκεια συντήρησής τους υπό ψύξη (6°-8°C). Όπως φαίνεται στη συνέχεια στον Πίνακα 10.11 οι τιμές της OPA την πρώτη ημέρα κυμάνθηκαν από 0,4-0,8.

Κατά τη διάρκεια συντήρησης των δειγμάτων οι μέσες τιμές από τη μηδενική ημέρα και μέχρι τη 15^η αυξήθηκαν κατά 11%.

Πίνακας 10.11. Ομαδοποίηση αποτελεσμάτων των δειγμάτων της 1^{ης} ημέρας (OPA, Χρόνος= 0 ημέρες) (OPA – mM leucine, Time=0)

Εξετασθέντα δείγματα (n=41), (Time= 0)		
Κλάσεις	Πρωτεόλυση (OPA)	Συχνότητα Εμφάνισης (%)
1	0,40-0,48	9,68
2	0,48-0,56	9,68
3	0,56-0,64	54,84
4	0,64-0,72	22,58
5	0,72-0,8	3,23

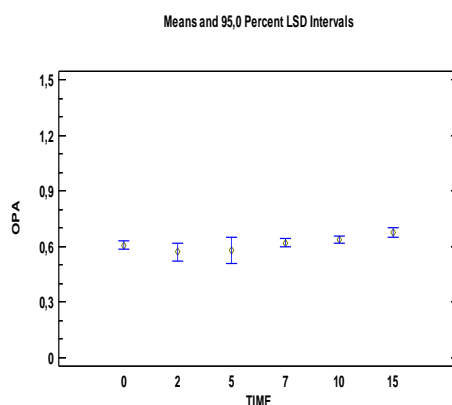


Γράφημα 10.11. Κατανομή κλάσεων Πρωτεόλυσης (%) των αποτελεσμάτων της πρώτης ημέρας

Ο κύριος όγκος σε ποσοστό 54,84% είναι της κλάσης 0,56-0,64. Ακολουθεί η κλάση 0,64-0,72 με ποσοστό 22,58%.

Πίνακας 10.12. Μεταβολή της Πρωτεόλυσης (OPA) συναρτήσει του χρόνου, σε δείγματα γάλακτος με διάρκεια ζωής 7 ημερών (σε συντήρηση 6°-8° C)
(1)

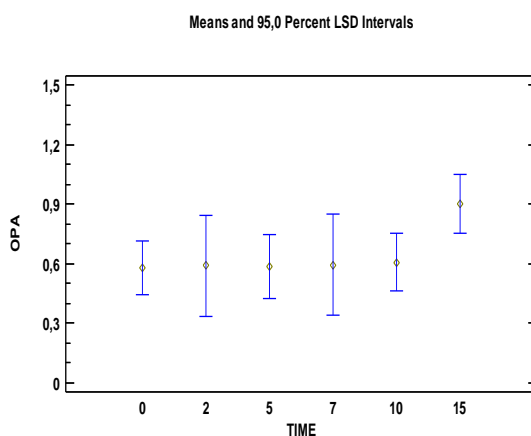
Ημέρες συντήρησης	Αριθμός μετρήσεων	Μέσοι (1)	Τυπικό σφάλμα= (Τυπική απόκλιση: \sqrt{N})
0	31	0,606 ^a	0,0154
2	6	0,571 ^a	0,0350
5	3	0,581 ^{ab}	0,0495
7	30	0,620 ^a	0,0156
10	29	0,6371 ^{ab}	0,0159
15	20	0,674 ^b	0,0191



Γράφημα 10.12. Μεταβολή της Πρωτεόλυσης (OPA) συναρτήσει του χρόνου, σε δείγματα γάλακτος με διάρκεια ζωής 7 ημερών (σε συντήρηση 6°-8° C)

Πίνακας 10.13. Μεταβολή της Πρωτεόλυσης (OPA) συναρτήσει του χρόνου, σε δείγματα γάλακτος με διάρκεια ζωής 5 ημερών (σε συντήρηση 6°-8° C)
(2)

Ημέρες συντήρησης	Αριθμός μετρήσεων	Μέσοι (2)	Τυπικό σφάλμα =(Τυπική απόκλιση: \sqrt{N})
0	7	0,580 ^a	0,0925
2	2	0,592 ^{ab}	0,1729
5	5	0,588 ^a	0,1094
7	2	0,595 ^{ab}	0,1729
10	6	0,6067 ^a	0,0998
15	6	0,900 ^b	0,0998



Γράφημα 10.13. Μεταβολή της Πρωτεόλυσης (OPA) συναρτήσει του χρόνου, σε δείγματα γάλακτος με διάρκεια ζωής 5 ημερών (σε συντήρηση 6°-8° C)

Παρατηρείται ότι το γάλα με διάρκεια ζωής 7 ημερών παρουσιάζει αισθητά μεγαλύτερη σταθερότητα ως προς τη Πρωτεόλυση σε σχέση με το γάλα διάρκειας ζωής 5 ημερών. Κατά τη διάρκεια συντήρησης των δειγμάτων γάλακτος με διάρκεια ζωής 5 ημερών, οι μέσες τιμές από τη μηδενική ημέρα και μέχρι τη 15^η αυξήθηκαν κατά περίπου 60%.

Θα μπορούσαμε να υποθέσουμε ότι πιθανώς το γάλα με διάρκεια ζωής 5 ημερών είναι αρχικά περισσότερο επιφορτισμένο με Ψυχρότροφα βακτήρια, αν και στη συνέχεια η εξέλιξη διαφέρει κατά τη διάρκεια της συντήρησης των δύο.

10.5 Διαχρονική εξέλιξη μικροβιολογικών ιδιοτήτων

10.5.1 Γάλα διάρκειας ζωής 7 ημερών (μικροβιολογικές ιδιότητες)

Πίνακας 10.14. Αποτελέσματα μετρήσεων μικροβιολογικών ομάδων στα εξετασθέντα δείγματα παστεριωμένου γάλακτος διάρκειας ζωής 7 ημερών ($\text{Log}_{10}\text{CFU/ml}$)

Ημέρα	ΟΜΧ	Ψυχρότροφα	Θερμοανθεκτικά	Λιπολυτικά	Πρωτεολυτικά
0	3,00±0,235 ^a	1,82±0,610 ^a	2,93±0,283 ^{ab}	2,18±1,000 ^{ab}	1,64±0,214 ^a
2	3,34±0,24 ^a	1,99±0,482 ^a	2,64±0,315 ^a	2,01±1,300 ^{ab}	1,97±0,279 ^{ab}
5	3,52±0,24 ^{ab}	2,80±0,468 ^a	2,75±0,331 ^{ab}	1,78±1,41 ^{ab}	1,85±0,266 ^{ab}
7	4,08±0,24 ^b	3,53±0,431 ^b	3,37±0,278 ^{bc}	1,99±0,500 ^a	1,62±0,254 ^a
10	4,97±0,235 ^c	4,46±0,402 ^c	3,62±0,278 ^{cd}	3,096±0,632 ^{ab}	2,46±0,235 ^{bc}
15	6,04±0,235 ^d	5,11±0,411 ^d	4,26±0,295 ^d	4,08±0,816 ^b	2,81±0,266 ^c

Από την ανάλυση διασποράς της διαχρονικής εξέλιξης των πληθυσμών για τις μικροβιολογικές ομάδες Ολικής Μεσόφιλης Μικροχλωρίδας, Ψυχρότροφων, Θερμοανθεκτικών, Λιπολυτικών και Πρωτεολυτικών προέκυψαν τα παρακάτω:

Η **Ολική Μεσόφιλη Μικροχλωρίδα** στο χρονικό διάστημα της πρώτης εξέτασης των δειγμάτων βρίσκεται στις 3 λογαριθμικές μονάδες. Μέχρι τις 5 ημέρες δεν διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά. Στις 7 ημέρες αυξάνει κατά μία και πλέον λογαριθμική μονάδα και διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά σε σύγκριση με τη μηδενική ημέρα, όπως και με τη 2^η ημέρα. Στις 10 ημέρες αυξάνει ακόμη κατά μία περίπου μονάδα (4,97±0,235) και στις 15 ημέρες αυξάνει ακόμη περισσότερο κατά δύο λογαριθμικές μονάδες (6,04 λογαριθμικοί κύκλοι), πάντα σε σύγκριση με τις 7 ημέρες.



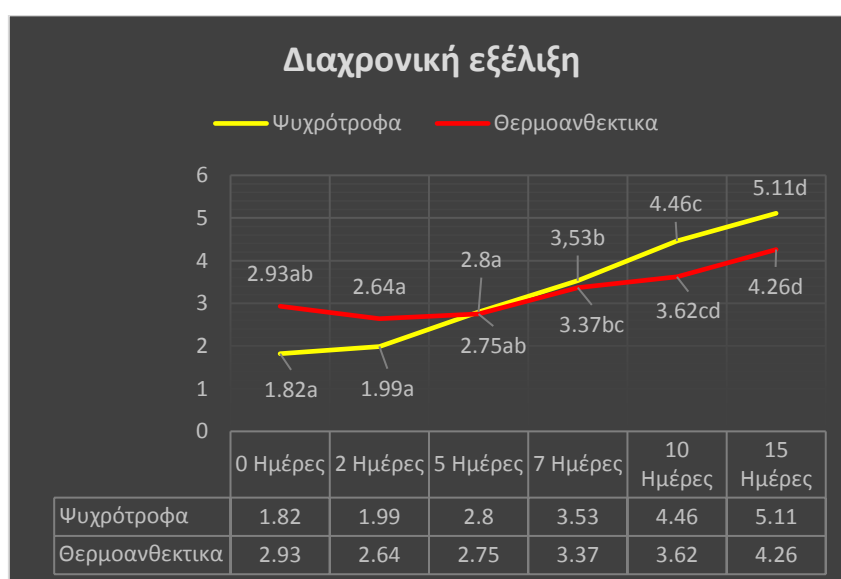
Γράφημα 10.14. Διαχρονική εξέλιξη OMX σε γάλα διάρκειας ζωής 7 ημερών

Η ομάδα των **Ψυχρότροφων βακτηρίων** βρίσκεται στις 1,82 λογαριθμικές μονάδες και διπλασιάζεται περίπου στο χρονικό διάστημα εξέτασης των 7 ημερών, διαφοροποιούμενη στατιστικά σημαντικά. Στις 10 ημέρες αυξάνει στατιστικά

σημαντικά κατά μία λογαριθμική μονάδα σε σχέση με τις 7 ημέρες, ενώ στις 15 ημέρες ο πληθυσμός των Ψυχρότροφων φτάνει τις 5,11 λογαριθμικές μονάδες. Από τις 7 ημέρες και έπειτα οι πληθυσμοί διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους για τα διαστήματα 7, 10 και 15 ημερών, αλλά και σε σύγκριση με τα προηγούμενα διαστήματα (0, 2 και 5 ημερών).

Δεδομένου ότι τα δείγματα γάλακτος παρέμειναν για «επώαση» για διαφορετικά χρονικά διαστήματα, η ομάδα των Ψυχρότροφων θεωρείται σαν η «ομάδα after pre-incubation» (Plate incubation Count-PIC), έτσι όπως ορίζεται στην Κοινοτική οδηγία 92/46 [3], η οποία καθορίζει ότι το Παστεριωμένο γάλα πριν δοθεί στη κατανάλωση δεν πρέπει να έχει μικροβιακό φορτίο PIC μεγαλύτερο των 50.000 (4,6989 log), αφού επιτρέπεται στους ελέγχους εντός της βιομηχανίας, μόνο σε μία από πέντε μονάδες δειγματοληψίας, το PIC μικροβιακό φορτίο να κυμαίνεται από 50.000-500.00 cfu ml⁻¹ (4,6989-5,6989).

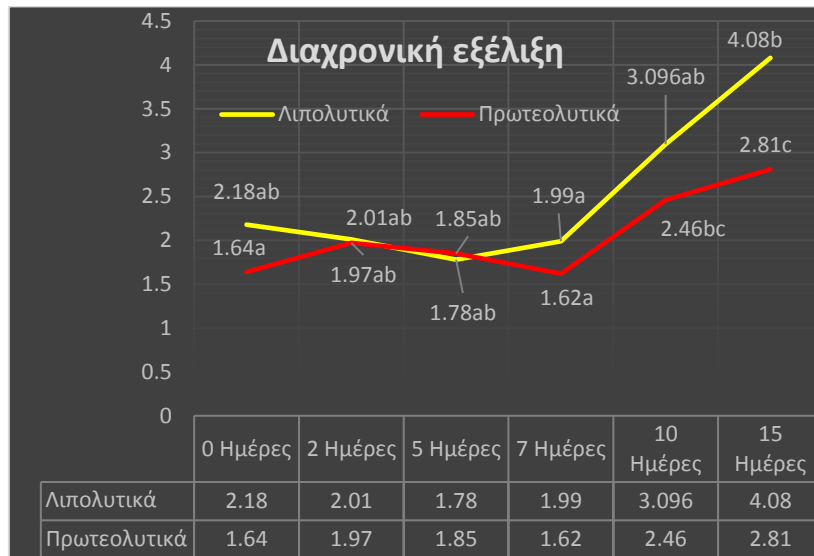
Τα **Θερμοανθεκτικά βακτήρια**, που μετρούνται στις 2,93 λογαριθμικές μονάδες αρχικά, μέχρι τις 5 ημέρες δεν διαφοροποιούνται στατιστικά σημαντικά. Στις 10 ημέρες ο πληθυσμός τους διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τους πληθυσμούς που καταμετρήθηκαν στις 0, 2 και 5 ημέρες. Εφεξής και μέχρι τις 15 ημέρες δεν μεταβάλλονται στατιστικά σημαντικά.



Γράφημα 10.15. Διαχρονική εξέλιξη Ψυχροτρόφων και Θερμοανθεκτικών σε γάλα διάρκειας ζωής 7 ημερών

Τα **Λιπολυτικά βακτήρια** μετρήθηκαν αρχικά στις 2,18 λογαριθμικές μονάδες και μέχρι τις 10 ημέρες βρέθηκαν στατιστικά σε όχι σημαντικά επίπεδα. Ο πληθυσμός τους στις 15 ημέρες σχεδόν διπλασιάστηκε σε σχέση με την αρχική ημέρα και διαφέρει στατιστικά σημαντικά από εκείνον των 7 ημερών.

Τα **Πρωτεολυτικά βακτήρια** μετρήθηκαν αρχικά στις 1,64 λογαριθμικές μονάδες και μεταβλήθηκαν στατιστικά σημαντικά στις 10 ημέρες (2,46 λογαριθμικές μονάδες), σε σύγκριση με τις 7 ημέρες. Στις 15 ημέρες ο πληθυσμός τους δε μεταβλήθηκε στατιστικά σημαντικά σε σχέση με τις 10 ημέρες.



Γράφημα 10.16. Διαχρονική εξέλιξη Λιπολυτικών και Πρωτεολυτικών σε γάλα διάρκειας ζωής 7 ημερών

Παρατηρείται ότι :

- οι ομάδες OMX και τα Ψυχρότροφα από τις 7 ημέρες και εξής αυξάνονται στατιστικά σημαντικά,
- για τα Θερμοανθεκτικά το χρονικό διάστημα των 10 ημερών είναι αυτό που τα διαφοροποιεί στατιστικά σημαντικά από τα προηγούμενα διαστήματα,
- τα Λιπολυτικά βακτήρια βρέθηκαν σε υψηλότερο πληθυσμό σε σχέση με τα Πρωτεολυτικά και στις 15 ημέρες ο πληθυσμός τους σχεδόν διπλασιάστηκε σε σχέση με την αρχική μέτρηση,
- τα Πρωτεολυτικά απαντούν σε χαμηλότερους πληθυσμούς σε σχέση με τα Λιπολυτικά και στις 10 ημέρες αυξάνονται στατιστικά σημαντικά, με κορύφωση στις 15 ημέρες.

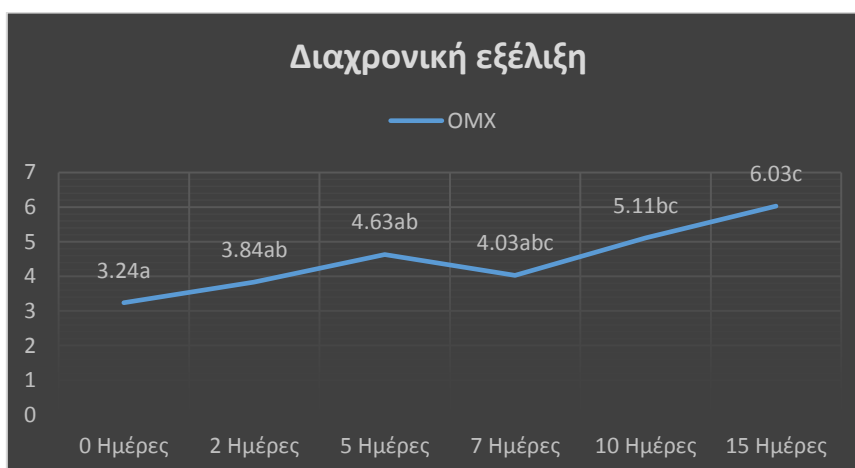
10.5.2 Γάλα διάρκειας ζωής 5 ημερών (μικροβιολογικές ιδιότητες)

Πίνακας 10.15: Αποτελέσματα εξετασθέντων δειγμάτων Παστεριωμένου γάλακτος διάρκειας ζωής 5 ημερών, εκφρασμένα σε λογαριθμικές μονάδες ($\text{Log}_{10}\text{CFU/ml}$), από την ανάλυση διασποράς της διαχρονικής εξέλιξης των πληθυσμών στις εξής μικροβιολογικές ομάδες: Ολική Μεσόφιλη Μικροχλωρίδα (OMX), Ψυχρότροφα, Θερμοανθεκτικά, Λιπολυτικά και Πρωτεολυτικά.

Ημέρα	OMX	Ψυχρότροφα	Θερμοανθεκτικά	Λιπολυτικά	Πρωτεολυτικά
0	$3,24 \pm 0,511^a$	$1,43 \pm 0,486^a$	$3,62 \pm 0,381^{ab}$	$1,3 \pm 0,360^a$	$1,10 \pm 0,190^b$
2	$3,84 \pm 0,511^{ab}$	$1,71 \pm 0,485^{ab}$	$3,35 \pm 0,347^{ab}$	$1,0 \pm 0,360^a$	$0,3 \pm 0,191^a$
5	$4,63 \pm 0,511^{ab}$	$2,16 \pm 0,532^{ab}$	$4,098 \pm 0,381^{abc}$	$0,8 \pm 0,245^a$	$0,66 \pm 0,2206^{ab}$
7	$4,03 \pm 0,511^{abc}$	$2,40 \pm 0,485^{ab}$	$4,50 \pm 0,348^{bc}$	$0,7 \pm 0,147^a$	$0,375 \pm 0,191^a$
10	$5,11 \pm 0,511^{bc}$	$3,02 \pm 0,485^{bc}$	$4,80 \pm 0,348^c$	$0,43 \pm 0,211^a$	$1,01 \pm 0,220^b$
15	$6,03 \pm 0,511^c$	$4,35 \pm 0,486^c$	$5,17 \pm 0,381^c$	$0,24 \pm 0,258^a$	$0,8 \pm 0,269^{ab}$

Από την εκτίμηση της διαχρονικής εξέλιξης των μικροβιακών ομάδων προκύπτει ότι:

Η **Ολική Μεσόφιλη Μικροχλωρίδα (OMX)** στο χρονικό διάστημα της πρώτης εξέτασης των δειγμάτων βρίσκεται στις 3,24 λογαριθμικές μονάδες. Μέχρι τις 5 ημέρες δεν διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά. Στις 7 ημέρες αυξάνει κατά μία περίπου λογαριθμική μονάδα, αλλά πάλι δεν διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά. Στις 10 ημέρες αυξάνει κατά μία περίπου μονάδα σε σχέση με τη μηδενική ημέρα και διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά πάλι σε σχέση με τη μηδενική ημέρα ενώ παράλληλα ο πληθυσμός είναι εκτός του Κανονισμού. Κατά συνέπεια, η 10^η ημέρα είναι οριακή ως προς τον μικροβιακό πληθυσμό. Τα γάλατα θεωρούνται εκτός προδιαγραφών, με βάση το κριτήριο της OMX που καθορίζεται στον Κανονισμό 653/2004 ($\text{Log } 5 \times 10^4$). Στις 15 ημέρες αυξάνει περαιτέρω κατά μία λογαριθμική μονάδα (6,03 λογαριθμικοί κύκλοι), σε σχέση με τις 10 ημέρες, χωρίς αυτός ο πληθυσμός να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τον πληθυσμό των 7 και των 10 ημερών αντίστοιχα.

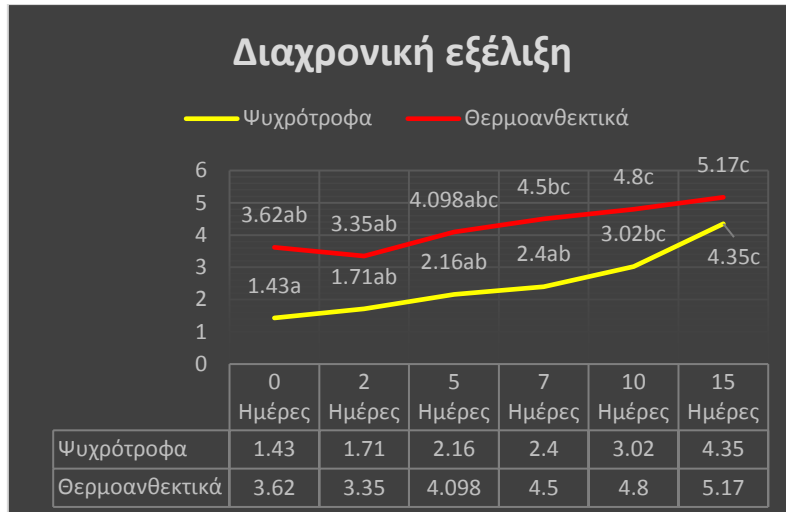


Γράφημα 10.17. Διαχρονική εξέλιξη OMX σε γάλα διάρκειας ζωής 5 ημερών

Η ομάδα των **Ψυχρότροφων βακτηρίων** βρίσκεται αρχικά στις 1,43 λογαριθμικές μονάδες. Στις 7 ημέρες αυξάνεται κατά μία περίπου λογαριθμική μονάδα, ενώ στις 10 ημέρες ο πληθυσμός των Ψυχροτρόφων διπλασιάζεται σε σχέση με τον πληθυσμό εκκίνησης και διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά από αυτόν. Στις 15 ημέρες ο πληθυσμός αυξάνει περαιτέρω κατά μία περίπου λογαριθμική μονάδα σε σχέση με τις 10 ημέρες, αλλά δεν διαφοροποιείται από αυτόν στατιστικά σημαντικά.

Τα **Θερμοανθεκτικά βακτήρια**, που αρχικά μετρούνται στις 3,62 λογαριθμικές μονάδες, μέχρι τις 5 ημέρες δεν διαφοροποιούνται στατιστικά σημαντικά. Στις 10 ημέρες ο πληθυσμός τους διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τους πληθυσμούς που καταμετρήθηκαν στα προηγούμενα χρονικά διαστήματα και μέχρι τις 15 ημέρες δεν μεταβάλλονται στατιστικά σημαντικά, αν και αυξάνονται τελικώς στους $5,17 \pm 0,381^c$.

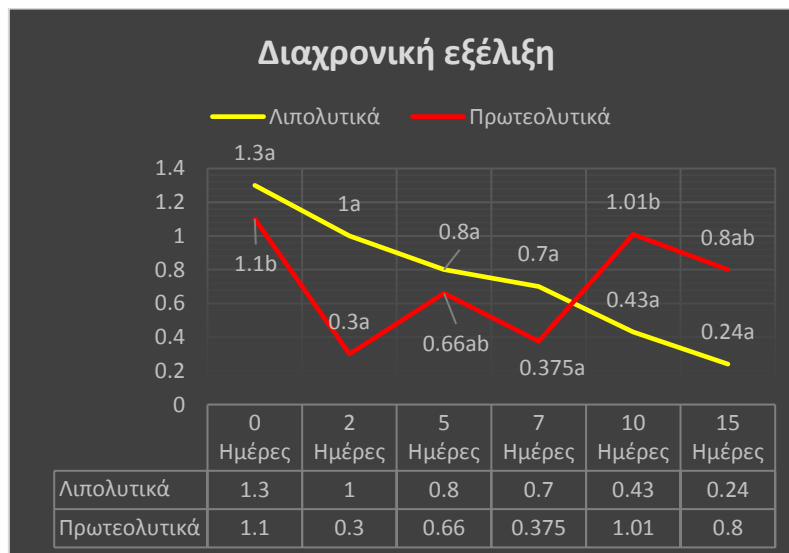
Παρατηρείται ότι στα γάλατα με διάρκεια ζωής 5 ημέρες από τη μηδενική ημέρα επικρατεί μεγαλύτερος πληθυσμός Θερμοανθεκτικών σε σχέση με αυτόν στα γάλατα με διάρκεια ζωής 7 ημέρες.



Γράφημα 10.18. Διαχρονική εξέλιξη Ψυχρότροφων και Θερμοανθεκτικών σε γάλα διάρκειας ζωής 5 ημερών

Τα **Λιπολυτικά** βακτήρια μετρήθηκαν στις 1,3 λογαριθμικές μονάδες και μέχρι τις 15 ημέρες βρέθηκαν σε πληθυσμούς που δεν διέφεραν στατιστικά σε αξιοσημείωτο βαθμό μεταξύ τους.

Τα **Πρωτεολυτικά** βακτήρια μετρήθηκαν στις 1,10 λογαριθμικές μονάδες και μεταβλήθηκαν στατιστικά με σημαντική διαφορά στο διάστημα των 2 και 7 ημερών. Στις 15 ημέρες ο πληθυσμός τους δεν μεταβλήθηκε στατιστικά σε αξιοσημείωτο επίπεδο και τελικά έφτασε τις 0,8 λογαριθμικές μονάδες.



Γράφημα 10.19. Διαχρονική εξέλιξη Λιπολυτικών και πρωτεολυτικών σε γάλα διάρκειας ζωής 5 ημερών

Παρατηρείται ότι:

- για την OMX τα Ψυχρότροφα και τα Θερμοανθεκτικά βακτήρια οι 10 ημέρες είναι ένα οριακό διάστημα για την εξέλιξή τους,

- για τα Θερμοανθεκτικά συγκεκριμένα το χρονικό διάστημα των 10 ημερών είναι αυτό που τα διαφοροποιεί από στατιστική άποψη σημαντικά από τα προηγούμενα,
- τα Λιπολυτικά και τα Πρωτεολυτικά βακτήρια βρέθηκαν σε χαμηλούς πληθυσμούς που δεν διαφοροποιήθηκαν στατιστικά σε αξιόλογο επίπεδο στα χρονικά διαστήματα, κατά τα οποία μελετήθηκαν.

10.6 Διαχρονική εξέλιξη Χημικών ιδιοτήτων

10.6.1 Γάλα διάρκειας ζωής 7 ημερών (Χημικές ιδιότητες)

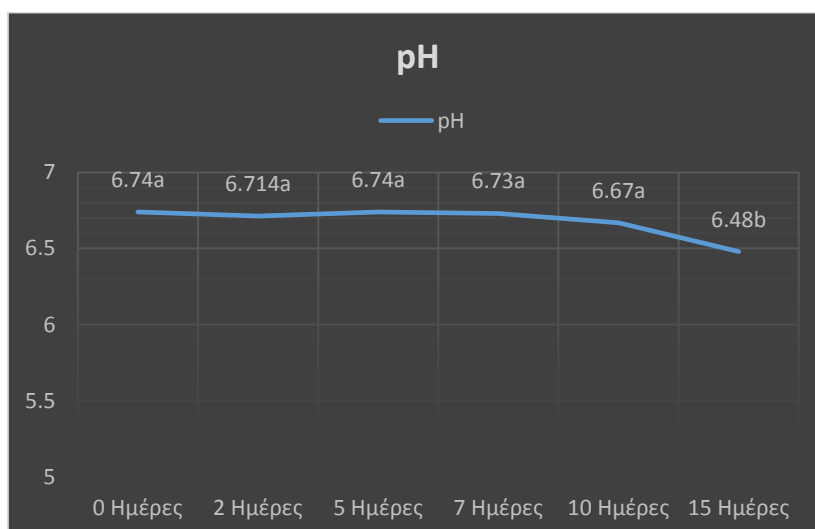
Πίνακας 10.16. Αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς της διαχρονικής εξέλιξης των χημικών παραμέτρων: **pH, Οξύτητας, Δείκτη Λιπόλυσης, Δείκτη Πρωτεόλυσης** για τα δείγματα Παστεριωμένου γάλακτος διάρκειας ζωής 7 ημερών.

One-Way Anova-Data. Parameters by Time for Shelf life=1

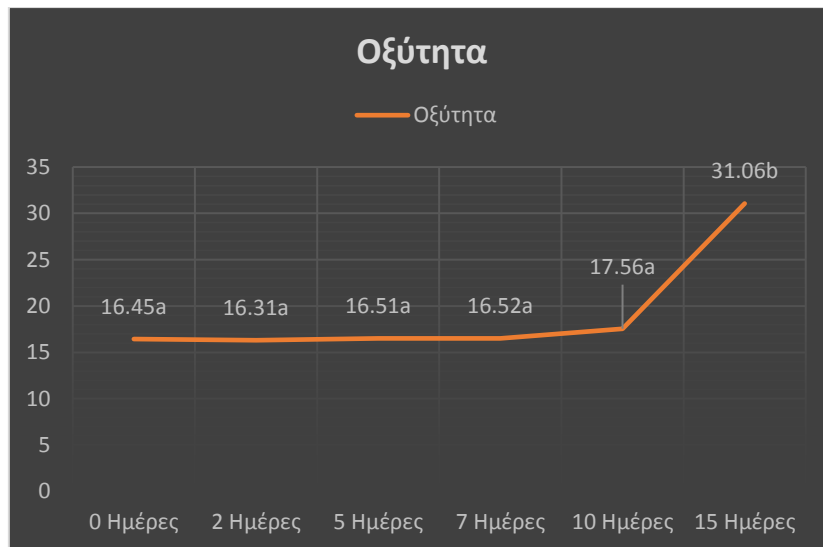
TIME	pH	ΟΞΥΤΗΤΑ	ADV	OPA
0	6,74±0,028 ^a	16,45±2,95 ^a	4,010 ^a ±0,8840	0,606 ^a ±0,0154
2	6,714±0,0298 ^a	16,31±3,058 ^a	4,920 ^a ±0,8840	0,571 ^a ±0,0350
5	6,74±0,0298 ^a	16,51±3,058 ^a	5,120 ^a ±0,8860	0,581 ^{ab} ±0,0495
7	6,73±0,0298 ^a	16,52±3,058 ^a	6,058 ^{ab} ±0,8997	0,620 ^a ±0,0156
10	6,67±0,0298 ^a	17,56±3,058 ^a	7,371 ^b ±0,8997	0,6371 ^{ab} ±0,0156
15	6,48±0,030 ^b	31,06±3,058 ^b	6,392 ^{ab} ±1,0922	0,674 ^b ±0,0191

Σχετικά με την πολλαπλή σύγκριση των μέσων, προκειμένου να διερευνηθεί αν υπάρχει και πού υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, μέσω της διαδικασίας της δοκιμής Fisher's least significant difference (LSD), προέκυψαν τα παρακάτω:

Για το **pH και την Οξύτητα** εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά στην τιμή των 15 ημερών, που διαφέρει στατιστικά σε αξιοσημείωτο επίπεδο από τις τιμές pH και Οξύτητας όλων των άλλων χρονικών διαστημάτων. Οι τιμές στα υπόλοιπα διαστήματα δεν διαφέρουν στατιστικά σε σημαντικό βαθμό μεταξύ τους.

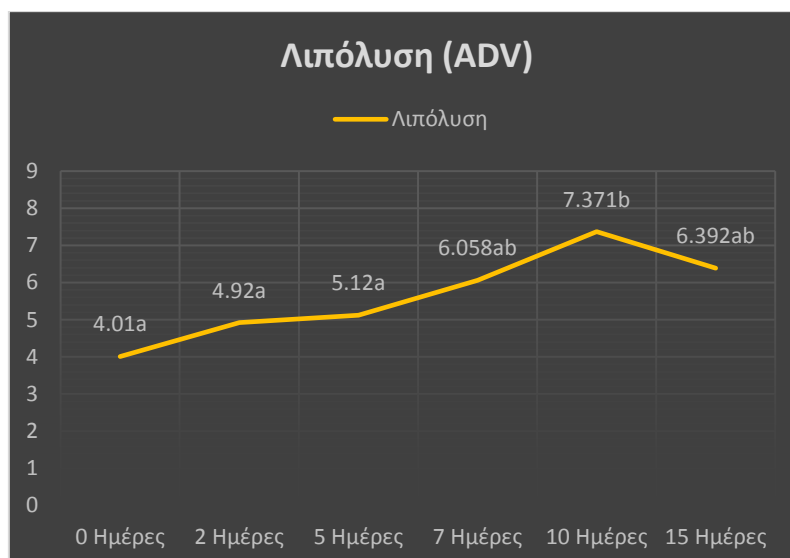


Γράφημα 10.20. Διαχρονική εξέλιξη pH σε γάλα διάρκειας ζωής 7 ημερών



Γράφημα 10.21. Διαχρονική εξέλιξη Οξύτητας σε γάλα διάρκειας ζωής 7 ημερών

Για το δείκτη εκτίμησης της **Λιπόλυσης (ADV)** στο χρονικό διάστημα των 10 ημερών εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά με τις τιμές των 0 , 2 και 5 ημερών. Μεταξύ 10 και 15 ημερών δεν εμφανίζεται να υπάρχει επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά στους αντίστοιχους μέσους όρους. Δηλαδή στις 15 ημέρες δεν εκδηλώνεται στατιστικά σημαντική διαφορετική Λιπόλυση, σε σύγκριση με τις 10 ημέρες, αν και οι 10 ημέρες θεωρούνται το κομβικό σημείο της αλλοίωσης.



Γράφημα 10.22. Διαχρονική εξέλιξη Λιπόλυσης (ADV) σε γάλα διάρκειας ζωής 7 ημερών

Αντίθετα, για το δείκτη εκτίμησης της **Πρωτεόλυσης (OPA)** παρατηρείται ότι εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά στο λογάριθμο των 15 ημερών έναντι των μέσων όρων των 0 , 2 , 5 και 7 ημερών. Όμως σχετικά με τις 10 ημέρες δεν υπάρχει σημαντική διαφορά.



Γράφημα 10.23. Διαχρονική εξέλιξη Πρωτεόλυσης (OPA) σε γάλα διάρκειας ζωής 7 ημερών

Συμπερασματικά, από αυτούς τους δύο δείκτες προκύπτει ότι η Λιπόλυση προηγείται ως αλλοίωση της Πρωτεόλυσης (στις 10 ημέρες έναντι των 15). Στις 15 ημέρες η αλλοίωση συνεκτιμάται και από το pH και την Οξύτητα.

10.6.2 Γάλα διάρκειας ζωής 5 ημερών (Χημικές ιδιότητες)

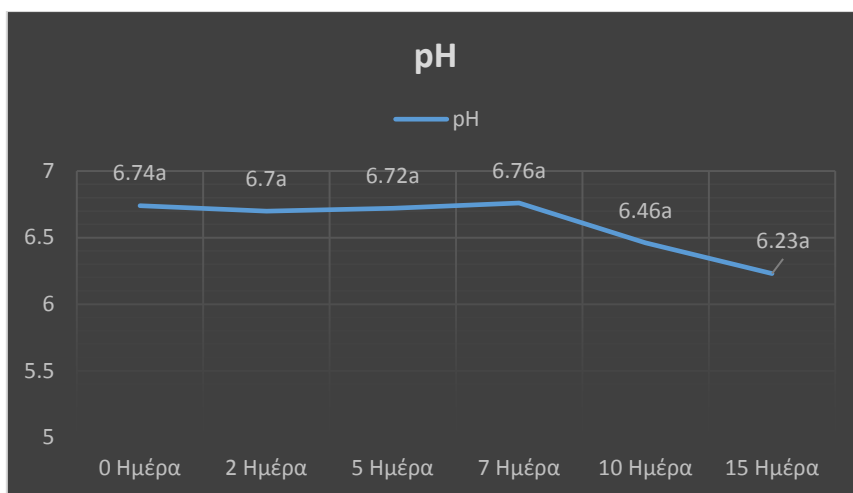
Πίνακας 10.17. Αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς της διαχρονικής εξέλιξης των Χημικών παραμέτρων: **pH**, **Οξύτητας**, **Δείκτη Λιπόλυσης**, **Δείκτη Πρωτεόλυσης** για τα δείγματα Παστεριωμένου γάλακτος διάρκειας ζωής 5 ημερών.

One-Way Anova-Data. Parameters by Time for Shelf life=2

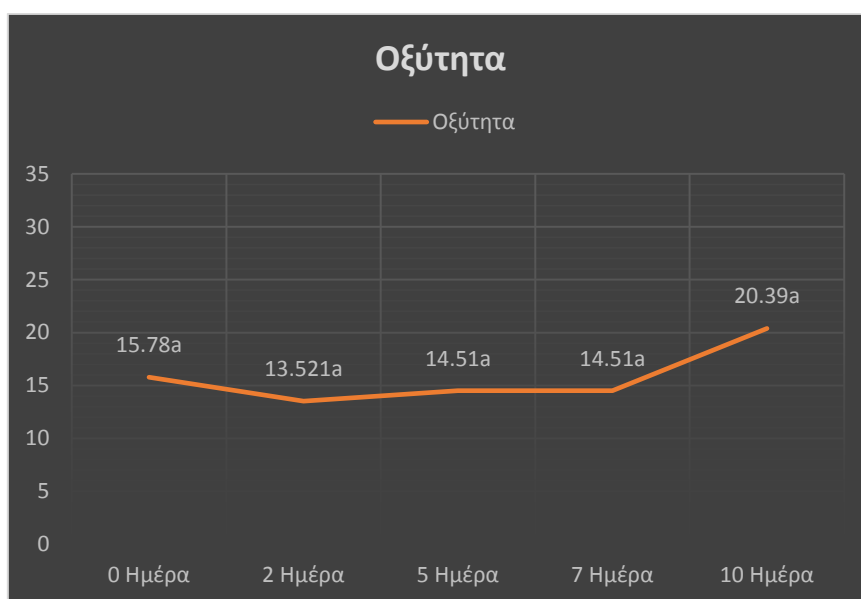
Ημέρα	pH	ΟΞΥΤΗΤΑ	ADV	OPA
0	6,74±0,175 ^a	15,78±4,97 ^a	4,076 ^a ±0,637713	0,580 ^a ±0,0925
2	6,70±0,1998 ^a	13,521±4,97 ^a	4,500 ^a ±0,637713	0,592 ^{ab} ±0,1729
5	6,72±0,1898 ^a	14,51±4,97 ^a	5,095 ^a ±1,00831	0,588 ^a ±0,1094
7	6,76±0,1898 ^a	14,51±4,97 ^a	5,63667 ^a ±0,58215	0,595 ^{ab} ±0,1729
10	6,46±0,1898 ^a	20,39±4,94 ^a	7,98833 ^b ±0,58215	0,6067 ^a ±0,0998
15	6,23±0,1898 ^a	27,42±4,97 ^a	8,09 ^b ±0,58215	0,900 ^b ±0,0998

Σχετικά με την πολλαπλή σύγκριση των μέσων, προκειμένου να διερευνηθεί αν υπάρχει και πού υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, μέσω της διαδικασίας της δοκιμής Fisher's least significant difference (LSD), προέκυψαν τα παρακάτω:

Το **pH** δεν διαφοροποιείται σημαντικά καμία ημέρα, αλλά κυμαίνεται σε παρόμοια επίπεδα, αφού η κλάση είναι πάντα η ίδια (a). Ομοίως η **Οξύτητα** κυμαίνεται σε παρόμοια επίπεδα. Τη 15^η ημέρα τελικά εγγίζει το 27,42±4,97^a. Όλες οι κλάσεις και εδώ δεν διαφοροποιούνται σημαντικά μεταξύ τους.

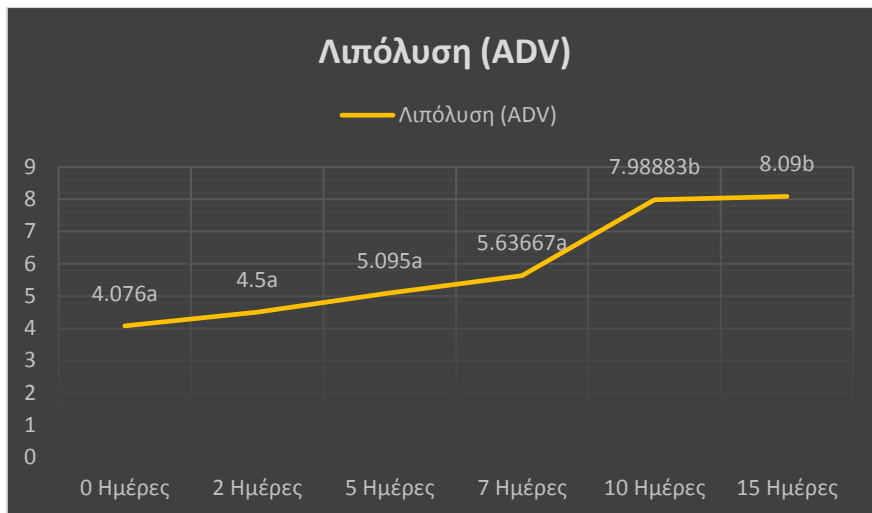


Γράφημα 10.24. Διαχρονική εξέλιξη pH σε γάλα διάρκειας ζωής 5 ημερών



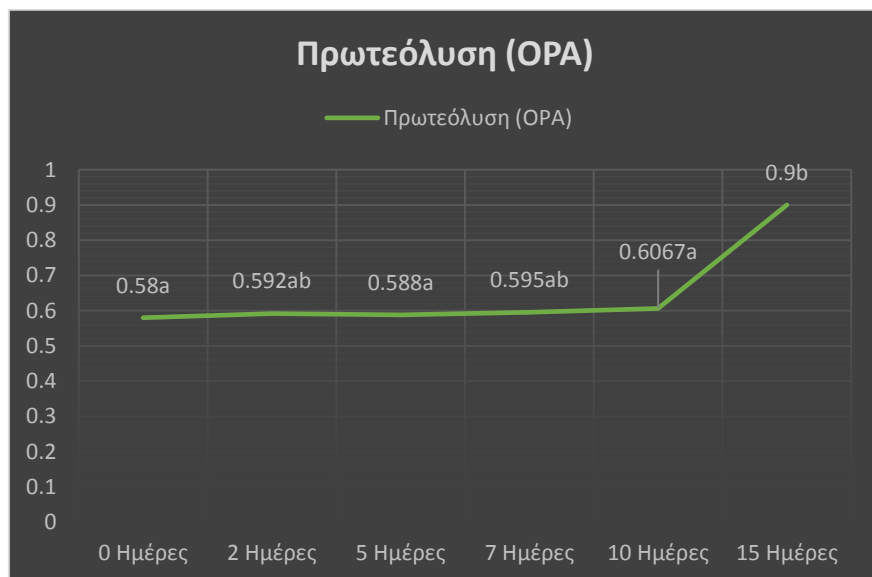
Γράφημα 10.25. Διαχρονική εξέλιξη Οξύτητας σε γάλα διάρκειας ζωής 5 ημερών

Όσον αφορά τη **Λιπόλυση (ADV)**, στις 10 ημέρες, σχετικά με προηγούμενες καταγραφές, παρατηρούμε μια αισθητή διαφοροποίηση σε σχέση με τις 0, 2 και 5 ημέρες. Στις 15 ημέρες αυτή η παράμετρος φτάνει στον ύψιστο βαθμό ($8,09^b \pm 0,58215$) και διαφοροποιείται σημαντικά σε σχέση με τις 0, 2, 5 και 7 ημέρες, αλλά όχι σε σχέση με τις 10 ημέρες. Οι 10 ημέρες και εδώ αποτελούν το κομβικό σημείο διαφοροποίησης.



Γράφημα 10.26. Διαχρονική εξέλιξη Λιπόλυσης (ADV) σε γάλα διάρκειας ζωής 5 ημερών

Τέλος, ως προς την **Πρωτεόλυση** παρατηρούμε έως και τις 10 ημέρες μια παρόμοια διακύμανση. Η διαφορά γίνεται εμφανής στις 15 ημέρες, όταν αυτή η χημική παράμετρος αυξάνεται κατακόρυφα και φτάνει στο $0,900^b \pm 0,0998$, διαφοροποιούμενη σημαντικά σε σχέση με όλες τις άλλες παραμέτρους.



Γράφημα 10.27. Διαχρονική εξέλιξη Πρωτεόλυσης (OPA) σε γάλα διάρκειας ζωής 5 ημερών

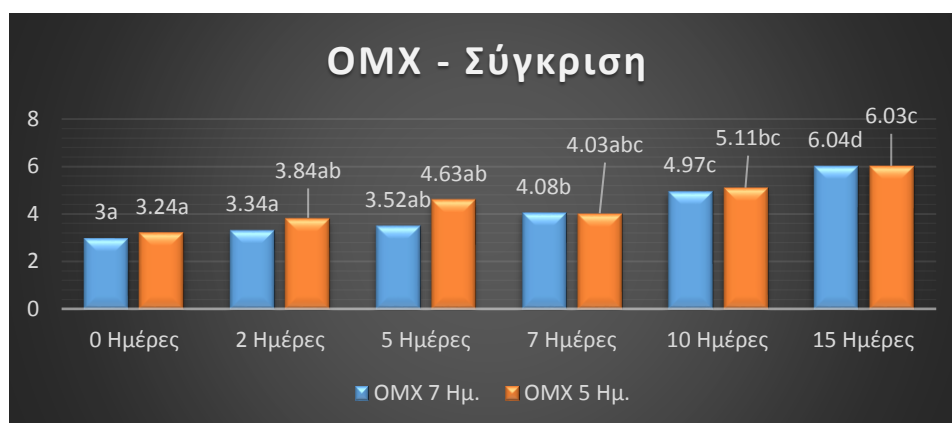
10.7 Συγκριτική παρουσίαση Μικροβιολογικών ιδιοτήτων

Συγκριτικά αποτελέσματα, εκφρασμένα σε λογαριθμικές μονάδες ($\text{Log}_{10}\text{CFU/ml}$), για γάλατα διάρκειας ζωής 7 και 5 ημερών αντίστοιχα.

Οι πιο έντονες διαφορές, συγκριτικά, παρατηρούνται στα **Λιπολυτικά** βακτήρια, τόσο στο αρχικό μικροβιακό φορτίο όσο και στην εξέλιξή τους διαχρονικά. Σε όλες τις υπόλοιπες μελετηθείσες Μικροβιακές ομάδες η τάση εξέλιξης είναι παρόμοια.

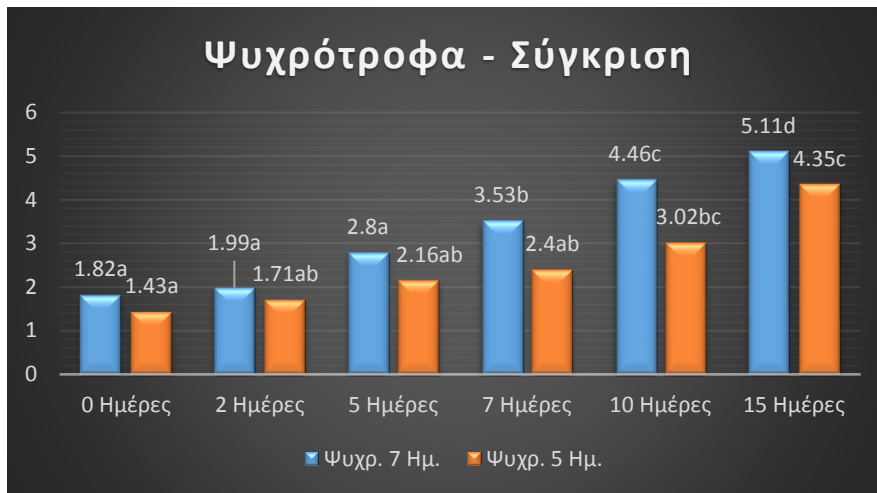
Η OMX συμβαδίζει σχετικά σε επιμέρους νούμερα, ενώ παρατηρείται ότι στα γάλατα με διάρκεια ζωής τις 5 ημέρες από τη μηδενική ημέρα επικρατεί μεγαλύτερος πληθυσμός Θερμοανθεκτικών σε σχέση με αυτόν που επικρατεί στα γάλατα με διάρκεια ζωής 7 ημέρες. Στα τελευταία επικρατούν τα Ψυχρότροφα σε όλες τις ημέρες μετρήσεων. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει εφαρμογή βέλτιστων συνθηκών Παστερίωσης, υγιεινής και διαδικασιών συντήρησης που επιφέρουν σημαντική μείωση του Post-Pasteurization Contamination (PPC), όπως των Gram (-) Ψυχρότροφων βακτηρίων [5].

Ενώ συνυπάρχουν οι 2 αυτές κατηγορίες Ψυχοτρόφων και σπορογόνων από το αρχικό στάδιό τους, τα Post-Pasteurization Contamination (PPC) – Gram (-) Ψυχρότροφα θα ανταγωνιστούν τα σπορογόνα - Θερμοανθεκτικά και θα δημιουργηθεί έτσι η επικρατούσα τελική Χλωρίδα [6].



Γράφημα 10.28. Διαχρονική σύγκριση εξέλιξης OMX σε γάλα διάρκειας ζωής 7 και 5 ημερών

Όσον αφορά τα **Ψυχρότροφα**, όπως προαναφέρθηκε, υπάρχει η Κοινοτική Οδηγία 92/46 [3]. Αυτή αναφέρει ότι για 1 στα 5 δείγματα, τα οποία παρέμειναν για 5 ημέρες στους 6° C, ο πληθυσμός των Ψυχοτρόφων πρέπει να είναι μεταξύ 50000-500000 στους 21° C. Οι αντίστοιχοι λογάριθμοι είναι 4,6989 – 5,6989. Διαπιστώνεται έτσι ότι τα Ψυχρότροφα του γάλακτος διάρκειας ζωής 7 ημερών στις 15 ημέρες είναι εκτός προδιαγραφών. Όλα τα άλλα είναι κάτω από αυτό το όριο. Επομένως, θεωρούμε ότι όποια μέτρηση υπερβεί το Log 4,6989, δηλαδή καταγραφεί > 50.0000 cfu/ml, είναι εκτός του αποδεκτού ορίου και απορριπτέα.



Γράφημα 10.29. Διαχρονική σύγκριση εξέλιξης Ψυχοτρόφων σε γάλα διάρκειας ζωής 7 και 5 ημερών

Στην προσπάθεια να αξιολογήσουμε ως προς το χρόνο ζωής (shelf life) τα εξετασθέντα δείγματα, με κριτήριο το μικροβιακό φορτίο της ομάδας (PIC)–Ψυχρότροφα, εκτιμήθηκαν όλα μαζί τα δεδομένα των μετρήσεων της συγκεκριμένης ομάδας και προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα που εμφανίζονται στα Γραφήματα 10.30, 10.31 και 10.32.

Στο σύνολο των δειγμάτων (με διάρκεια ζωής τις 7 αλλά και τις 5 ημέρες) το περίπου 91,6% ικανοποιεί το κριτήριο ποιότητας. Στα δείγματα των 7 ημερών το αντίστοιχο ποσοστό είναι περίπου 83%, ενώ στα δείγματα των 5 ημερών όλα τα δείγματα (100%) ικανοποιούν το κριτήριο ποιότητας, που αφορά τα (PIC)-Ψυχρότροφα.

Αναλυτικά βλέπουμε όλες τις πληροφορίες στα Γραφήματα που ακολουθούν:



Γράφημα 10.30. Συνολικά για όλα τα δείγματα Ψυχοτρόφων με διάρκεια ζωής 7 και 5 ημερών, για όλες τις ημέρες μετρήσεων

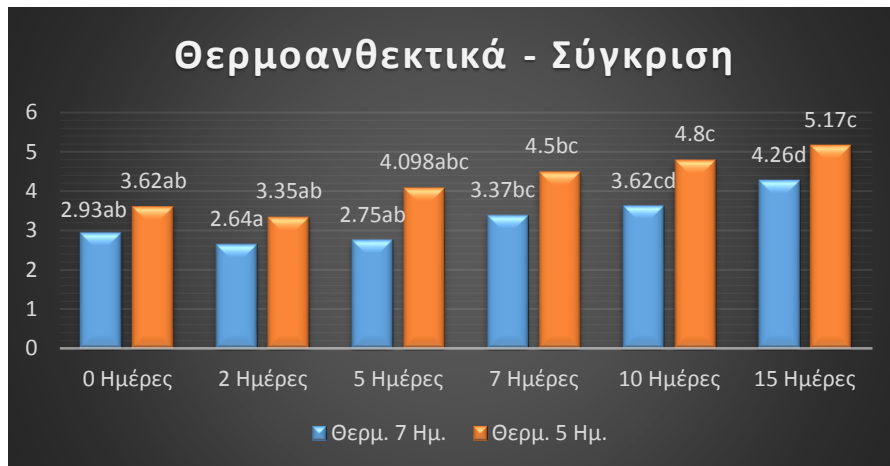


Γράφημα 10.31. Συνολικά ποσοστά για τα Ψυχρότροφα σε γάλα διάρκειας ζωής 7 ημερών, για όλες τις ημέρες μετρήσεων



Γράφημα 10.32. Συνολικά ποσοστά για τα Ψυχρότροφα σε γάλα διάρκειας ζωής 5 ημερών, για όλες τις ημέρες μετρήσεων

Τα Θερμοανθεκτικά του γάλακτος με διάρκεια ζωής 5 ημερών, παρουσιάζονται με υψηλότερο φορτίο σε σχέση με το φορτίο του γάλακτος με διάρκεια ζωής 7 ημερών. Αυτό παρατηρείται όλες τις ημέρες, κατά τις οποίες έγιναν μετρήσεις.



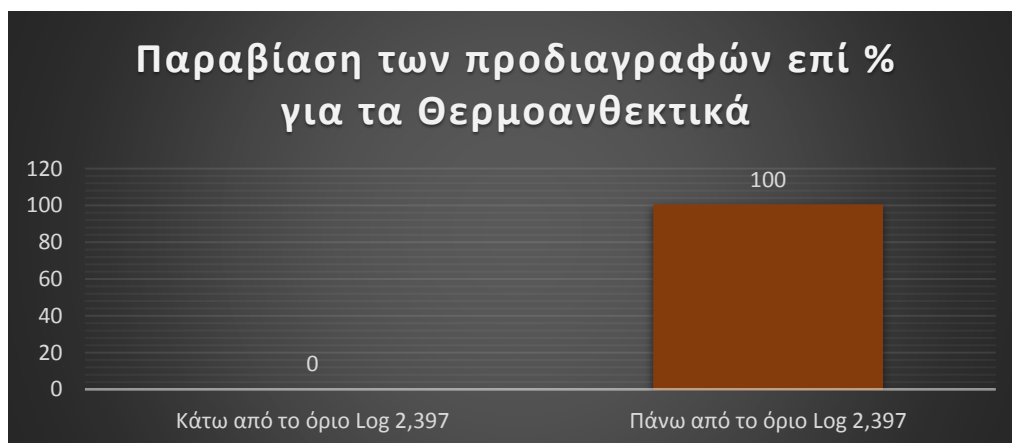
Γράφημα 10.33. Διαχρονική σύγκριση εξέλιξης Θερμοανθεκτικών σε γάλα διάρκειας ζωής 7 και 5 ημερών

Πρέπει να αναφερθεί ότι σχετικά με τα Θερμοανθεκτικά βακτήρια δεν υπάρχει στην Ε.Ε. κάποια σχετική Οδηγία ή Κανονισμός που να καθορίζει ανώτατα όρια για την παρουσία τους. Υπάρχει όμως σχετική αναφορά στις Η.Π.Α. και την παραθέτουμε εδώ, λαμβάνοντάς την ως μέτρο σύγκρισης για τα αποτελέσματα που καταγράψαμε χωρίς κάποιες ορίζουσες από την Ε.Ε.

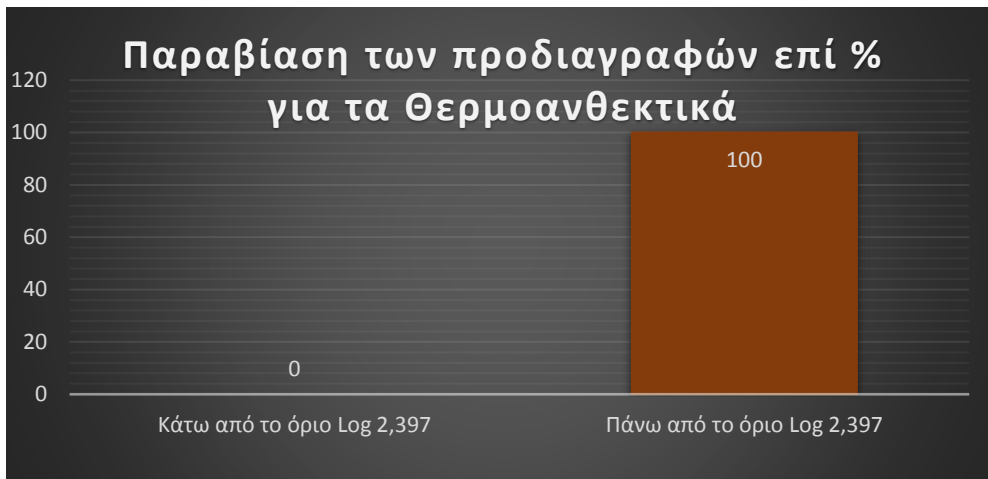
Στις Η.Π.Α. ορίζεται ως «ανώτατο όριο» Θερμοανθεκτικών βακτηρίων στο Παστεριωμένο γάλα τα 250 cfu/ml [4]. Αυτό αντιστοιχεί στο Log 2,397 ως ανώτατο όριο, σύμφωνα με το Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων του Πανεπιστημίου Cornell, στο Stocking Hall, της Ithaca, NY 14853, με τη στήριξη της Πολιτείας της Νέας Υόρκης.

Όπως διαπιστώνουμε, συνολικά τα Θερμοανθεκτικά σε ποσοστό 100% είναι πάνω από το όριο ασφαλείας. Στα δείγματα γάλακτος με διάρκεια ζωής 7 ημερών το ποσοστό είναι επίσης 100% πάνω από αυτό το όριο, όπως και στα δείγματα γάλακτος με διάρκεια ζωής 5 ημερών το ποσοστό είναι πάλι 100% πάνω από το όριο της διάταξης. Αν και όλα τα Θερμοανθεκτικά βακτήρια έχουν παραβιάσει το Log 2,397, παρατηρώντας τους μέσους όρους στο συγκριτικό Γράφημα, διαπιστώνουμε ότι οι τιμές των δειγμάτων του γάλακτος με διάρκεια ζωής 5 ημερών είναι πιο υψηλές στις 5, 7, 10 και 15 ημέρες. Έτσι, υπό αυτή την έννοια το γάλα αυτό φαίνεται πιο επιβαρυνμένο μικροβιακά από το γάλα με διάρκεια ζωής 7 ημερών.

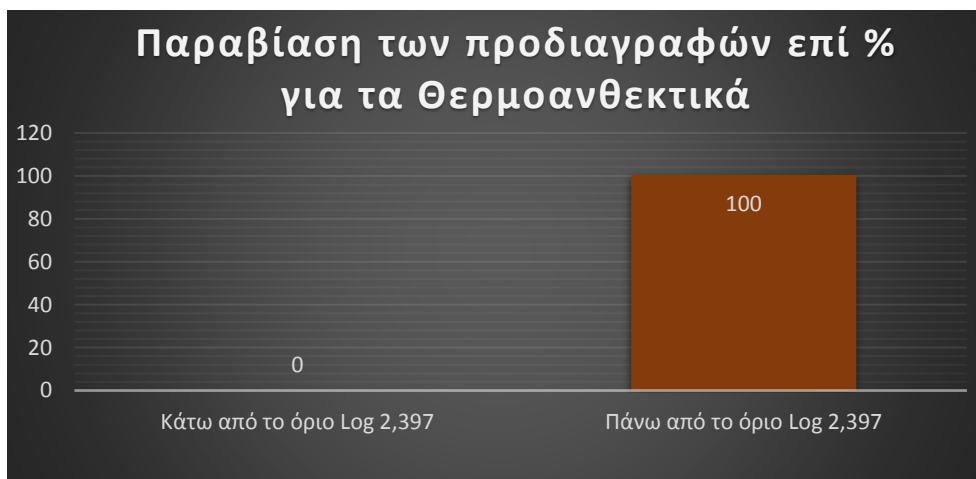
Αναλυτικά βλέπουμε τις πληροφορίες στα Γραφήματα που ακολουθούν:



Γράφημα 10.34. Συνολικά ποσοστά για όλα τα δείγματα, για όλες τις ημέρες μετρήσεων



Γράφημα 10.35. Συνολικά ποσοστά για τα Θερμοανθεκτικά σε γάλα διάρκειας ζωής 7 ημερών, για όλες τις ημέρες μετρήσεων



Γράφημα 10.36. Συνολικά ποσοστά για τα Θερμοανθεκτικά σε γάλα διάρκειας ζωής 5 ημερών, για όλες τις ημέρες μετρήσεων

Όλα τα δείγματα, για όλες τις ημέρες μετρήσεων, ήταν πάνω από το όριο. Ακολουθούν Γραφήματα δειγμάτων με πόσο % ήταν πάνω από αυτό το όριο (Log 2,397), έτσι ώστε να γίνεται εμφανές ότι τα γάλατα με διάρκεια ζωής 5 ημερών είναι πιο επιβαρυνμένα μικροβιακά από τα γάλατα των 7 ημερών, τόσο κατά την ημέρα λήξης του καθενός (7 και 5 ημερών αντίστοιχα), όσο και στις 10 και 15 ημέρες. Ακόμα και κατά τη μηδενική ημέρα τα γάλατα με διάρκεια ζωής 5 ημερών είναι πιο επιβαρυνμένα.



Γράφημα 10.37. Επί % παραβίαση του ορίου (Log 2,397) του Κανονισμού στις 0, 7, 10 και 15 ημέρες αντίστοιχα



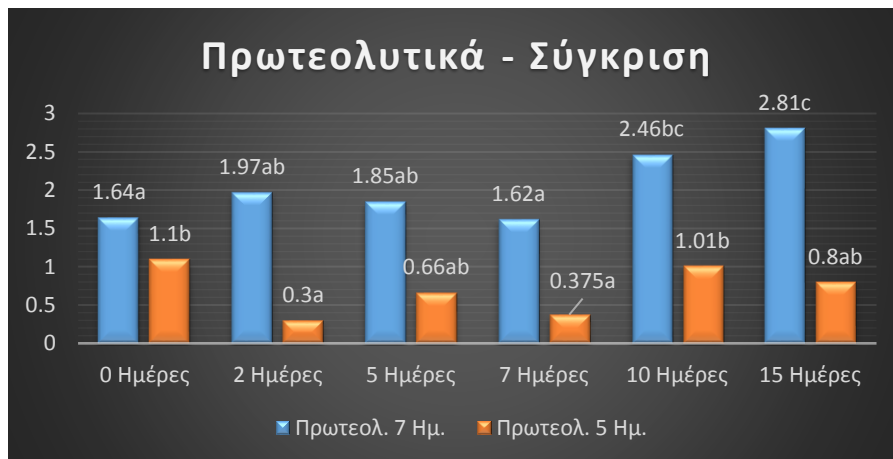
Γράφημα 10.38. Επί % παραβίαση του ορίου (Log 2,397) του Κανονισμού στις 0, 5, 10 και 15 ημέρες αντίστοιχα

Τα Λιπολυτικά βακτήρια του γάλακτος με διάρκεια ζωής 7 ημερών είναι εμφανώς περισσότερα σε σχέση με το άλλο εξεταζόμενο γάλα. Ειδικά στις 10 και 15 ημέρες, όπως φαίνεται και στο Γράφημα, η διαφορά αυξάνει πολύ.



Γράφημα 10.39. Διαχρονική σύγκριση εξέλιξης Λιπολυτικών σε γάλα διάρκειας ζωής 7 και 5 ημερών

Τα Πρωτεολυτικά βακτήρια στο γάλα με διάρκεια ζωής 7 ημερών είναι πολύ περισσότερα σε σχέση με το γάλα με διάρκεια ζωής 5 ημερών. Το συγκεκριμένο μικροβιακό φορτίο είναι αισθητά πιο επιβαρυνμένο σε όλες τις μετρήσεις κατά τις προκαθορισμένες ημέρες και μόνο κατά τη μηδενική ημέρα τα δύο δείγματα σχεδόν συμβαδίζουν. Αυτό βέβαια δεν αναιρεί την περίπτωση ότι δεν είναι δυνατόν να γνωρίζουμε το αρχικό μικροβιακό φορτίο του κάθε γάλακτος, όπως αυτό παραδόθηκε από τον κάθε παραγωγό. Η λογική άλλωστε βεβαιώνει ότι γάλα που προορίζεται για διάρκεια ζωής 5 ημερών είναι πιο επιβαρυνμένο, με αποτέλεσμα να έχει και μικρότερο χρόνο ζωής.



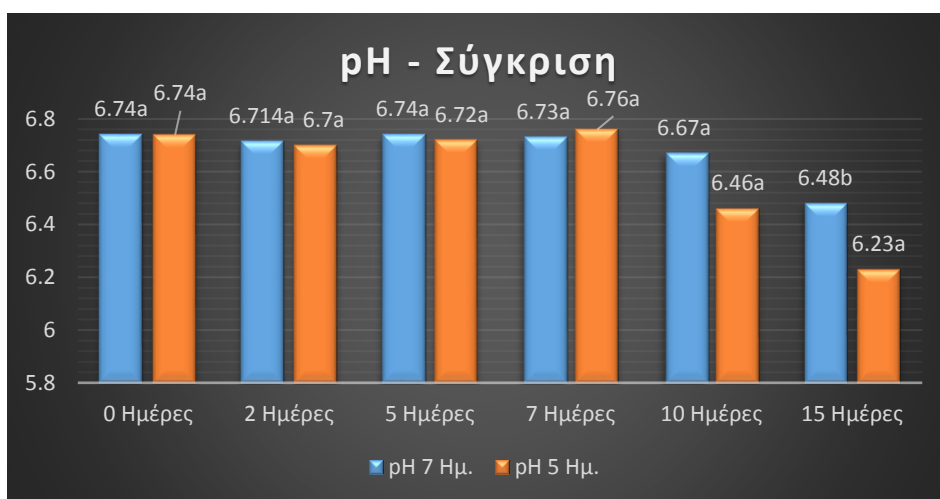
Γράφημα 10.40. Διαχρονική σύγκριση εξέλιξης Πρωτεολυτικών σε γάλα διάρκειας ζωής 7 και 5 ημερών

10.8 Συγκριτική παρουσίαση Χημικών ιδιοτήτων

Παρά τις επιμέρους διαφορές στα νούμερα, τόσο η εξέλιξη των Χημικών ιδιοτήτων του γάλακτος διάρκειας ζωής 7 ημερών όσο και αυτή των 5 ημερών, και οι δύο θεωρούνται σε γενικές γραμμές πανομοιότυπες. Στην ουσία δεν θεωρούμε ότι οι χημικές ιδιότητες ως προς τα αποτελέσματα της σύγκρισης επηρεάζονται από το γεγονός, αυτό καθ' εαυτό, της διάρκειας ζωής του γάλακτος και ότι ειδικά στη Λιπόλυση οι 10 μέρες αποτελούν το χρονικό ορόσημο της αλλοίωσης. Εξαιρεση φαίνεται να αποτελούν οι δείκτες Πρωτεόλυσης, με το γάλα διάρκειας ζωής 7 ημερών

να ξεκινά με πιο υψηλά νούμερα. Στο τέλος όμως, στις 15 ημέρες, το γάλα με διάρκεια ζωής 5 ημερών αλλοιώνεται περισσότερο. Αυτό μας κάνει να υποθέσουμε ότι το γάλα με διάρκεια ζωής 5 ημερών είναι πιο επιφορτισμένο με Ψυχρότροφα βακτήρια.

Το pH και η Οξύτητα φαίνεται να συμβαδίζουν κατά τις 10 και 15 ημέρες και στα δύο δείγματα γάλακτος. Πτώση του pH επιφέρει αύξηση της Οξύτητας, επιβαρύνοντας την ποιότητα του γάλακτος μετά από κάποιες τιμές. Παρατηρούμε την κορύφωση στις 15 ημέρες.

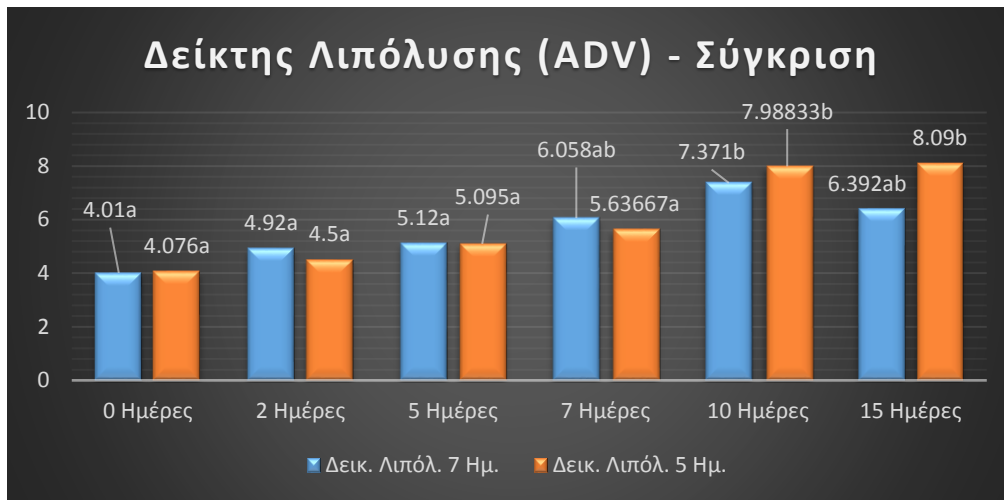


Γράφημα 10.41. Διαχρονική σύγκριση εξέλιξης pH σε γάλα διάρκειας ζωής 7 και 5 ημερών



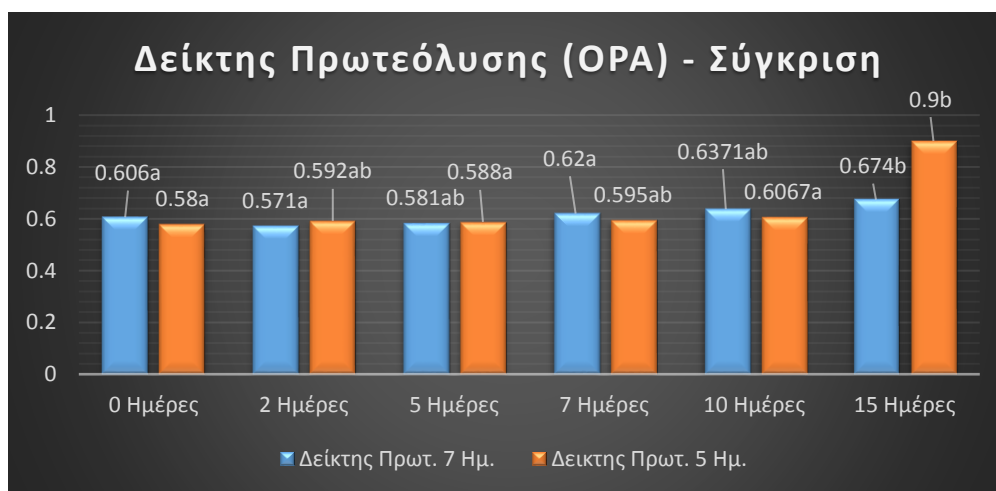
Γράφημα 10.42. Διαχρονική σύγκριση εξέλιξης Οξύτητας σε γάλα διάρκειας ζωής 7 και 5 ημερών

Στις 10 και 15 ημέρες οι δείκτες Λιπόλυσης είναι πιο αυξημένοι για το γάλα με διάρκεια ζωής 5 ημερών, φανερώνοντας μεγαλύτερη αλλοίωση.



Γράφημα 10.43. Διαχρονική σύγκριση εξέλιξης Δείκτη Λιπόλυσης σε γάλα διάρκειας ζωής 7 και 5 ημερών

Στην Πρωτεόλυση οι δείκτες συμβαδίζουν, αλλά τη 15^η ημέρα γίνεται εμφανής η διαφορά. Ο δείκτης Πρωτεόλυσης για το γάλα με διάρκεια ζωής 5 ημερών τη συγκεκριμένη ημέρα εκτοξεύεται στο $0,900b \pm 0,0998$.



Γράφημα 10.44. Διαχρονική σύγκριση εξέλιξης δείκτη Πρωτεόλυσης σε γάλα διάρκειας ζωής 7 και 5 ημερών

10.9 Συμπεράσματα

Το να γνωρίζουμε την ποιότητα του Παστεριωμένου γάλακτος του εμπορίου και πώς αυτό μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της συντήρησής του στο ψυγείο με την πάροδο του χρόνου είναι κάτι πολύ σημαντικό για την υγεία του καταναλωτή αλλά και για τη θρεπτική αξία του τροφίμου. Παράλληλα, η βιομηχανία γάλακτος μπορεί με την τεκμηριωμένη γνώση να καθορίζει με ασφάλεια το χρόνο λήξης του προϊόντος και να τον προσαρμόζει ανάλογα με τη σταθερότητα που επιδεικνύει στις συνήθεις συνθήκες διανομής και συντήρησης. Το Παστεριωμένο γάλα είναι ένα ευρέως διαδεδομένο τρόφιμο στην Ελληνική κοινωνία και τυχόν αποκλίσεις από τις επίσημες προδιαγραφές των κανονισμών πρέπει να αντιμετωπίζονται άμεσα προς όφελος όλων.

Ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων γάλακτος, διαπιστώθηκαν σε όλα τα δείγματα απουσία Αντιβιοτικών και Κολοβακτηριοειδών,

αρνητικοί δείκτες ως προς την ενεργότητα της Αλκαλικής Φωσφατάσης και θετικοί ως προς την Υπεροξειδάση, γεγονός που αποδεικνυε τη σωστή διαδικασία παστερίωσης.

Ως προς το pH, το Ειδικό βάρος, την Οξύτητα και την (%) σύσταση Λίπους, Λακτόζης και Πρωτεϊνών οι μετρήσεις έδειξαν ότι ήταν μέσα στα φυσιολογικά όρια με τις ανάλογες διακυμάνσεις συναρτήσει του χρόνου συντήρησης. Ειδικά ως προς την Οξύτητα καταγράφηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις τη 15^η ημέρα συντήρησης, κατά την οποία η Οξύτητα αυξήθηκε σημαντικά στο γάλα με διάρκεια ζωής 7 ημερών.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα για τους δύο τύπους συσκευασμένου Παστεριωμένου γάλακτος του εμπορίου διάρκειας ζωής 7 ημερών και 5 ημερών, φαίνεται ότι και στις δύο περιπτώσεις ο κρίσιμος χρόνος διαφοροποίησης των δεικτών αλλοίωσης είναι οι 10 ημέρες κατά την συντήρηση στους 8° C.

Η Ολική Μικροβιακή Χλωρίδα (OMX) στο γάλα διάρκειας 7 ημερών αυξάνεται στατιστικά σημαντικά κατά 1 λογαριθμική μονάδα στις 7 ημέρες συντήρησης χωρίς να εμφανίζεται καμία αλλαγή στους δείκτες Οξύτητας, Λιπόλυσης και Πρωτεόλυσης. Όσον αφορά την Ψυχρότροφη Χλωρίδα, παρά την τάση αύξησης που επιδεικνύει, αυτή παραμένει κατά μ.ό. μέσα στις προδιαγραφές της Κοινοτικής Οδηγίας 92/46 μέχρι και τις 10 ημέρες, ενώ τις παραβαίνει στις 15 ημέρες συντήρησης.

Τα Πρωτεολυτικά βακτήρια αυξάνονται σημαντικά στις 10 ημέρες με το δείκτη της Πρωτεόλυσης να διαφέρει στατιστικά στις 15 ημέρες. Αντίθετα, όσον αφορά το δείκτη της Λιπόλυσης, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στις 10 ημέρες, παρά το γεγονός της μη εμφανούς αύξησης των Λιπολυτικών βακτηρίων, γεγονός που δείχνει την ύπαρξη Θερμοανθεκτικών Λιπολυτικών ενζύμων στο γάλα πριν από την παστερίωσή του.

Κατά συνέπεια ο κρίσιμος χρόνος διατήρησης του γάλακτος διάρκειας ζωής 7 ημερών, με κριτήριο τη διαφοροποίηση των βασικών ποιοτικών δεικτών που εξετάστηκαν, διαπιστώνεται ότι είναι οι 10 ημέρες.

Ως προς το γάλα διάρκειας 5 ημερών, καταγράφηκε ότι η OMX αυξήθηκε στατιστικά σημαντικά στις 10 ημέρες με τα Ψυχρότροφα βακτήρια να παραμένουν εντός των κριτηρίων του Κανονισμού καθόλη τη διάρκεια συντήρησης (15 ημέρες), ενώ τα Θερμοανθεκτικά βακτήρια να επικρατούν και να παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική αύξηση από τις 10 ημέρες και έπειτα. Το γεγονός επικράτησης της Θερμοανθεκτικής σπορογόνου Χλωρίδας αποτελεί ένδειξη γάλακτος χαμηλής ποιότητας, λόγω των συνθηκών υγιεινής της εκτροφής των ζώων, της άμελξής τους και της μεταποίησης του γάλακτος, αιτίων που δικαιολογούν την επισήμανση του μικρότερου χρόνου ζωής του Παστεριωμένου γάλακτος. Με αναλογικό τρόπο οι Δείκτες Λιπόλυσης και Πρωτεόλυσης αυξάνονται και εδώ στατιστικά σημαντικά στις 10 και 15 ημέρες αντίστοιχα, καθιστώντας και εδώ τις 10 ημέρες συντήρησης το κρίσιμο χρονικό όριο για το γάλα των 5 ημερών.

Η Οξύτητα και για τους δύο τύπους γάλακτος δείχνει την μεγαλύτερη σταθερότητα κατά τη συντήρηση, με σημαντική αύξηση να επιτυγχάνεται στις 15 ημέρες για το γάλα διάρκειας ζωής 7 ημερών.

Τα αποτελέσματα δείχνουν μια επικράτηση των Ψυχρότροφων βακτηρίων στο γάλα με διάρκεια ζωής 7 ημερών, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τους πληθυσμούς των Λιπολυτικών και Πρωτεολυτικών βακτηρίων που είναι συγκριτικά μεγαλύτεροι από αυτούς στο γάλα διάρκειας ζωής 5 ημερών. Η ποιοτική αυτή διαφοροποίηση της Μικροβιακής Χλωρίδας στους δύο τύπους γάλακτος, που εξετάστηκαν, πιθανώς να οφείλεται στη διαφορετική αρχική μικροβιολογική σύνθεση

του νοπού γάλακτος, που είναι αποτέλεσμα των διαφορετικών συνθηκών εκτροφής των ζώων, συντήρησης και επεξεργασίας του γάλακτος.

Επιπρόσθετα, η συνολική Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα (ΟΜΧ) διαπιστώνεται ότι σε γενικές γραμμές και στους δύο τύπους γάλακτος συμβαδίζει με ελαφρές διαφοροποιήσεις αλλά με παρόμοιο τελικό μικροβιακό φορτίο τη 15^η ημέρα.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι για το γάλα διάρκειας ζωής 7 ημερών, με δεδομένο το κρίσιμο χρονικό όριο των 10 ημερών συντήρησης, ο ενδεδειγμένος χρόνος ζωής θεωρείται ο βέλτιστος δυνατός εμπορικά, με δυνατότητα ύπαρξης επιπλέον χρονικού ορίου ασφάλειας 3 ημερών για τον καταναλωτή. Όσον αφορά το γάλα διάρκειας ζωής 5 ημερών, παρά τις ενδείξεις διαφορετικής επικρατούσας Χλωρίδας, και εδώ επισημαίνουμε ότι οι δείκτες αλλοίωσης έχουν ως κρίσιμο όριο τις 10 ημέρες, γεγονός που σημαίνει ότι και αυτού του τύπου το γάλα έχει περιθώρια περαιτέρω αύξησης του χρόνου ζωής, που θα πρέπει να ορισθεί με αποκλειστική ευθύνη πλέον της βιομηχανίας παραγωγής, όπως ορίζει πλέον ρητά η νέα νομοθεσία στη χώρα μας.

10.10 Προτάσεις για την βελτίωση της ποιότητας του Παστεριωμένου γάλακτος

Οι προτάσεις αποσκοπούν στη βελτίωση της ποιότητας του γάλακτος που φτάνει τελικά στον καταναλωτή. Έχει μεγάλη σημασία το αρχικό μικροβιακό φορτίο του νοπού γάλακτος και η διαχείρισή του πριν από την παστερίωση. Τυχόν επιβάρυνση στη φάρμα ή κατά τη μεταφορά του στο εργοστάσιο έχει αρνητικές επιπτώσεις περισσότερο στο τελικό προϊόν παρά την παστερίωση. Κατά συνέπεια, πρέπει να δίνεται μεγάλη σημασία στις συνθήκες υγιεινής και μεταφοράς από όλους όσοι εμπλέκονται στη διαδικασία παραγωγής του γάλακτος. Οι γαλακτοβιομηχανίες πρέπει να ενημερώνουν όλους τους εμπλεκόμενους με συνέπειες για τις υποχρεώσεις τους και δεν πρέπει επ' ουδενί να δέχονται γάλα που είναι επιβαρυνμένο με υπέρβαση των ορίων, εξασφαλίζοντας έτσι άριστες συνθήκες υγιεινής. Πρέπει να δίνεται επίσης μεγάλη σημασία στη συντήρηση του γάλακτος μέχρι την παράδοσή του στα φορητά ψυγεία που θα το μεταφέρουν στο εργοστάσιο. Παρατεταμένη πάνω από το όριο συντήρηση ή συντήρηση σε θερμοκρασία υπερβατική στο ψυγείο έχει πάντοτε αρνητικά αποτελέσματα. Πρέπει να τηρείται αυστηρό χρονοδιάγραμμα σύμφωνα με το νόμο. Η όλη διαδικασία πριν από την παστερίωση παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο, και αν δεν τηρούνται όλες οι προδιαγραφές, το τελικό αποτέλεσμα θα είναι πάντοτε επιβαρυνμένο με συνέπεια μικρότερο χρόνο ζωής στη συντήρηση στο ψυγείο.

Πολύ σημαντικό είναι να ενσωματωθούν στην τεχνολογία της παστερίωσης διάφορες νέες τεχνολογίες που έχουν εφευρεθεί τα τελευταία χρόνια. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η τεχνολογία του Microfiltration και διάφορες νέες υγιεινές συνθήκες συσκευασίας. Με τη Microfiltration χρησιμοποιούνται ειδικές μεμβράνες, που διαχωρίζουν τους μικροοργανισμούς από το υπόλοιπο υγρό, με συνέπεια την υποβοήθηση στην αντοχή των γαλακτοκομικών προϊόντων επί περισσότερο χρόνο στο ράφι. Οι νέες υγιεινές συνθήκες συσκευασίας αποσκοπούν στην όσο το δυνατόν καθαρότερη ή ασηπτική συσκευασία του γάλακτος, χωρίς την παραμικρή επιβάρυνσή του από τη συσκευασία.

Μετά την παστερίωση, καθοριστική σημασία έχει η θερμοκρασία στο ψυγείο, όπου συντηρείται το γάλα. Πολλά νοικοκυριά δεν ακολουθούν τον κανόνα που ορίζει ως ιδανική θερμοκρασία τους 6° - 8° C, αλλά συντηρούν το γάλα σε μεγαλύτερη θερμοκρασία, ακόμα και στους 10° C σύμφωνα με έρευνες. Αυτό έχει ως συνέπεια την αλλοίωση πολύ πιο γρήγορα του γάλακτος στο ψυγείο. Πρέπει να δοθεί βάρος

στην ενημέρωση του κοινού, ώστε να συνειδητοποιήσει ότι οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες επιβαρύνουν πρόωρα το γάλα. Ακόμα, πρέπει όλοι οι καταναλωτές να συνειδητοποιήσουν ότι κάποια ψυγεία δεν λειτουργούν σωστά και η ένδειξη της θερμοκρασίας δεν ανταποκρίνεται στη πραγματικότητα, με αρνητικά αποτελέσματα, καταληκτικά, για το γάλα. Πρέπει όλοι να γνωρίζουμε ότι το ψυγείο που έχουμε στο σπίτι μας είναι αξιόπιστο, δεδομένου ότι το έχει ελέγξει ο ειδικός τεχνικός.

Βιβλιογραφία 10^{ου} Κεφαλαίου

1. F.C. Church, H.E. Swaisgood, D.H. Porter, G.L. Catignani “Spectrophotometric assay using *o*-phthaldialdehyde for determination of proteolysis in milk and isolated milk proteins”, 1983.
2. Pillay et al., 1980., compared the BDI and Frankel and Tarassuk procedures in a study to detect the threshold of lipolyzed flavor. They found that the ADVs were method dependent.
3. COUNCIL DIRECTIVE 92/46/EEC of 16 June 1992 laying down the health rules for the production and placing on the market of raw milk, heat-treated milk and milk-based products.
4. “Importance of Raw Milk Quality on Processed Dairy Products”, Provided with support from the NY State Milk Promotion Order; Dairy Farmers dedicated to the production, manufacture & distribution of quality dairy products.
5. Ranieri et al, 2009, « High temperature, short time pasteurization temperatures inversely affect bacterial numbers during refrigerated storage of pasteurized fluid milk».
6. Coorevits et al, 2008 «Comparative analysis of the diversity of aerobic spore-forming bacteria in raw milk from organic and conventional dairy farms».

*