



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

**Πτυχιακή εργασία**

**“Μελέτη βιωσιμότητας της χαρακτηριστικής μικροχλωρίδας  
προβιοτικού ζυμωμένου γάλακτος (αγελαδινό-κατσικίσιο σε αναλογία  
1:1) κατά την διάρκεια αποθήκευσης σε οικιακό ψυγείο”**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ:**

**ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗ ΑΡΤΕΜΙΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ:**

**ΚΑΝΔΥΛΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

**ΒΑΡΖΑΚΑΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2016**



## Ευχαριστίες

Μέσα από τις επόμενες γραμμές θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον καθηγητή μου κ. Παναγιώτη Κανδύλη που συνέβαλε με τη βοήθεια του στην επιτυχή ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας. Για την στήριξη του στην πραγματοποίηση του πειραματικού μέρους καθώς και για όσες πληροφορίες μου μετέδωσε. Ακόμη ένα μεγάλο ευχαριστώ για την μοναδική εμπειρία που μου έδωσε να παρουσιάσω το πειραματικό μέρος της εργασίας στο Συνέδριο Βιοτεχνολογίας που πραγματοποιήθηκε στο Lecce, της Ιταλίας, τον Μάιο του 2014.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου που μοιραστήκαμε αρκετές γνώσεις και εμπειρίες στην συνεργασία του πειραματικού μέρους. Το εκπαιδευτικό και διοικητικό προσωπικό του ΑΤΕΙ Καλαμάτας και τους υπόλοιπους καθηγητές του τμήματος για τις γνώσεις που αποκόμισα στα χρόνια της φοιτητικής μου δραστηριότητας. Πάνω από όλους θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου για την ενθάρρυνση, ηθική συμπαράσταση και οικονομική υποστήριξη που μου προσέφεραν όλα τα χρόνια των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα μελέτη προβιοτικά ζυμωμένα γάλατα παράχθηκαν χρησιμοποιώντας μίγμα παστεριωμένου αγελαδινού και κατσικίσιου γάλακτος. Τρεις διαφορετικοί μικροοργανισμοί χρησιμοποιήθηκαν στην παραγωγή τους δηλαδή *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (CH-1), και *Lactobacillus casei* ATCC 393. Η βιωσιμότητά τους παρακολουθήθηκε κατά την αποθήκευση των προϊόντων στους 4 °C για 4 εβδομάδες. Όλοι οι μικροοργανισμοί ήταν παρόντες στους ίδιους αριθμούς κατά την πρώτη ημέρα ( $\approx 8.5 \log_{10} \text{cfu/g}$ ), αλλά κατά την διάρκεια της αποθήκευσης ο αριθμός τους μειώθηκε. Η μείωση ήταν μεγαλύτερη στην περίπτωση του *L. bulgaricus*. Στις μετρήσεις των *L. casei* και *S. thermophilus* μια αργή και σταθερή μείωση παρατηρήθηκε. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι όλοι οι μικροοργανισμοί διατήρησαν τους αριθμούς των ζωντανών κυττάρων υψηλότερα από  $6 \log_{10} \text{cfu/g}$ , ακόμη και στο τέλος της αποθήκευσης, κάτι που είναι σημαντικό για την επιβεβαίωση του προβιοτικού χαρακτήρα του προϊόντος. Στην οργανοληπτική αξιολόγηση διαπιστώθηκε η συνολική ποιότητα των προβιοτικών ζυμωμένων γαλάτων, τα οποία έλαβαν παρόμοιες τιμές με το εμπορικό δείγμα.

**Λέξεις κλειδιά:** ζυμωμένα γάλατα, προβιοτικό, *L. casei*, οργανοληπτικός έλεγχος

## ABSTRACT

In the present study probiotic fermented milks were produced using a mixture of pasteurized goat's and cow's milks. Three different microorganisms were used in their production namely *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* (CH-1) and *Lactobacillus casei* ATCC 393. Their viability was monitored during storage at 4°C for 4 weeks. All microorganisms were present at the same numbers at the first day ( $\approx 8.5$  logcfu/g), but during storage their numbers were declined. This decline was higher in the case of *L. bulgaricus*. In the counts of *L. casei* and *S. thermophilus* a slow and constant decrease was observed. It should be noted that all microorganisms retained viable numbers higher than 6 logcfu/g even at the end of the storage, something that is important to confirm the probiotic character of the product. The sensory evaluation ascertained the overall quality of the probiotic fermented milks that scored similar values with the commercial sample.

**Keywords:** fermented milk, probiotic, *L. casei*, sensory evaluation

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες .....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	4
ABSTRACT .....	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	9
Α΄ ΜΕΡΟΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ .....	11
1. ΓΑΛΑ .....	11
1.1 Ιστορία γάλακτος .....	11
1.2 Τι είναι γάλα .....	12
1.2.1 Σύσταση γάλακτος .....	14
1.3 Είδη ζώων που χρησιμοποιούνται για το γάλα τους .....	16
1.4 Παραγωγή γάλακτος – στάδια παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων .....	17
2. Είδη γάλακτος βάση προέλευσης .....	26
2.1 Αγελαδινό γάλα .....	26
2.1.1 Θρεπτική αξία ή λειτουργικά οφέλη .....	27
2.2 Κατσικίσιο γάλα .....	28
2.2.1 Θρεπτική αξία ή λειτουργικά οφέλη .....	29
2.3 Γάλα βουβαλίσιο – γάλα γαϊδούρας – πρόβειο γάλα .....	30
2.4 Θρεπτική αξία του γάλακτος .....	33
3. Ξινόγαλα .....	36
3.1 Ιστορία ξινογάλακτος .....	36
3.2 Τύποι ξινογάλακτος .....	37
3.3 Ελληνικό οξύγαλα ή ξινόγαλα .....	38
3.4 Παρασκευή ξινογάλακτος .....	39
4. Η καλλιέργεια του ξινογάλακτος ή γιαούρτης – Χαρακτηριστικά γνωρίσματα .....	42
4.1 Γένος <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	44
4.2 Γένος <i>Streptococcus thermophilus</i> .....	45
4.3 Συμβίωση .....	46
5. Γαλακτική ζύμωση .....	47
6. Βάκιλος <i>Lactobacillus casei</i> (γενικά – οφέλη) .....	49
7. Προβιοτικά .....	51
7.1 Τι είναι προβιοτικά .....	51
7.2 Μορφές προβιοτικών .....	52
7.3 Προβιοτικά βακτήρια .....	53

7.4	Οφέλη προβιοτικών.....	56
<b>Β΄ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....</b>		<b>60</b>
ΓΕΝΙΚΑ .....		60
❖	Μικροοργανισμοί.....	60
❖	Παραγωγή ζυμώμενου γάλακτος.....	61
❖	Μέτρηση φυσικοχημικών παραμέτρων.....	61
❖	Βιωσιμότητα καλλιέργειας .....	61
❖	Οργανοληπτικός έλεγχος.....	62
<b>Γ΄ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....</b>		<b>63</b>
<b>Δ΄ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>		<b>67</b>
<b>Ε΄ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>		<b>68</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗ.....</b>		<b>75</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

- Εικόνα 1: Αγελάδα
- Εικόνα 2: Κατσίκα
- Εικόνα 3: Πρόβατο
- Εικόνα 4: *Lactobacillus bulgaricus*
- Εικόνα 5: *Streptococcus thermophilus*
- Εικόνα 6: Γαλακτική ζύμωση
- Εικόνα 7: *Lactobacillus casei*
- Εικόνα 8: Υπολογισμός γαλακτικού οξέος

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

- Πίνακας 1: Σύνθεση του γάλακτος που προορίζεται για κατανάλωση
- Πίνακας 2: Μέση σύσταση του γάλακτος διαφόρων θηλαστικών
- Πίνακας 3: Ποσοστό γάλακτος σε ποσότητα ανά κατηγορία
- Πίνακας 4: Σύσταση λιπιδίων της μεμβράνης λιποσφαιρίων αγελαδινού γάλακτος
- Πίνακας 5: Διακύμανση των συστατικών και των χαρακτηριστικών του αγελαδινού και του κατσικίσιου γάλακτος
- Πίνακας 6: Ποσοστό καλυπτόμενων ημερήσιων αναγκών με την κατανάλωση 0,5lt αγελαδινού γάλακτος
- Πίνακας 7: Είδη μικροοργανισμών που χρησιμοποιούνται ως προβιοτικά
- Πίνακας 8: Κλίμακα βαθμολόγησης οργανοληπτικού ελέγχου
- Πίνακας 9: Τιτλοδοτούμενη οξύτητα και pH στα ζυμώμενα γάλατα κατά την αποθήκευσή τους στους 4°C
- Πίνακας 10: Βιωσιμότητα (log cfu/g) των *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii spp. bulgaricus* και *Lactobacillus casei ATCC 393*, στα ζυμώμενα γάλατα κατά την αποθήκευσή τους στους 4°C

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

- Διάγραμμα 1: Παρασκευή ξινογάλακτος
- Διάγραμμα 2: Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα του είναι από τις σημαντικότερες τροφές στη διατροφή του ανθρώπου. Η γαλακτοκομία βρίσκεται στις πρώτες θέσεις του κλάδου των τροφίμων. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα, πιο συγκεκριμένα στην ελληνική αγορά, έχουν σταθερή αύξηση και συνεχώς αναβαθμίζονται σημαντικά.

Κατά το παρελθόν, η επεξεργασία του γάλακτος και η παραγωγή των γαλακτοκομικών προϊόντων πραγματοποιούνταν σε τοπικό επίπεδο. Με την πάροδο των χρόνων όμως, οι ανάγκες για καλύτερη ποιότητα και μεγαλύτερη κατανάλωση, ανάγκασαν τους παραγωγούς να επενδύσουν σε μεγαλύτερες μονάδες επεξεργασίας (βιομηχανίες). Από τα προϊστορικά χρόνια, ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε το γάλα ως μία από τις κύριες τροφές του. Η κατανάλωση άρχισε να γίνεται σε μεγαλύτερο βαθμό όταν μετά από έρευνες αποδείχτηκε πως το γάλα είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά. Εκτός από το λίπος, τις πρωτεΐνες, τα σάκχαρα και τα άλατα προσδιόρισαν τις βιταμίνες, τα ένζυμα που περιέχει και αναμένονται περισσότερες έρευνες γύρω από τη σύσταση του γάλακτος.

Επίσης, αποδείχθηκε η διαιτητική αξία όλων αυτών των συστατικών, με αποτέλεσμα στην αύξηση της κατανάλωσης πολλών γαλακτοκομικών προϊόντων σε αρκετά μεγάλο επίπεδο τόνων το χρόνο. Σήμερα το γάλα καλύπτει περισσότερο τις ανάγκες των ανθρώπων που προέρχονται από τις ανεπτυγμένες χώρες και στόχο έχουν να εισαχθεί στην διατροφή και άλλων χωρών. Σήμερα το είδος γάλακτος που κυριαρχεί είναι εκείνο που προέρχεται από την αγελάδα, αφού αντιπροσωπεύει το 90% της παγκόσμιας παραγωγής.

Αξίζει να τονισθεί πως ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη διατροφή του ανθρώπου παρουσιάζουν τα ζυμώμενα προϊόντα και πιο συγκεκριμένα το ξινόγαλα. Το ξινόγαλα είναι γνωστό σε πολλές χώρες της Κεντρικής και Μέσης Ανατολής, της Νότιας Ευρώπης καθώς και στις περιοχές της Βόρειας Ελλάδας. Είναι ένα θρεπτικό και υγιεινό ρόφημα και σερβίρεται συνήθως κρύο. Παλαιότερα παρασκευαζόταν από πρόβειο γάλα μετά από ειδική ζύμωση ενώ τώρα σε πολλές γαλακτοβιομηχανίες παρασκευάζεται με προσθήκη μαγιάς γιαουρτιού σε αγελαδινό γάλα μετά την απομάκρυνση του βουτύρου. Για τον λόγο αυτόν λέγεται και βουτυρόγαλα, όχι επειδή

περιέχει βούτυρο αλλά επειδή παρασκευάζεται με το υπόλειμμα του γάλακτος μετά την απομάκρυνση του βουτύρου. Το ξινόγαλα έχει υψηλή διατροφική αξία λόγω των συστατικών του, όπως λακτόζη, πρωτεΐνες, βιταμίνες, μέταλλα και ελάχιστο λίπος. Είναι αρκετά εύγεστο και ευεργετικό για το στομάχι και βοηθάει στην απορρόφηση του ασβεστίου από το έντερο. Επίσης, έχει αντιμικροβιακή δράση σε μεγάλο αριθμό βακτηρίων που προκαλούν εντερικές λοιμώξεις καθώς βοηθάει και στην αναγέννηση της φυσικής μικροχλωρίδας του εντέρου. Είναι ένα προϊόν που μπορεί να γίνει εύκολα ανεκτό από άτομα που έχουν αλλεργία στο γάλα.

Παρακάτω γίνεται αναφορά στην ιστορία του γάλακτος καθώς και στην επεξεργασία του και των σύνηθες γαλακτοκομικών προϊόντων του. Παρουσιάζονται τα γάλατα με βάση την προέλευσή τους και την θρεπτική αξία που έχει το καθένα. Αναλύονται πιο περιγραφικά τα στοιχεία για το ξινόγαλα και γίνεται μια αναφορά για τα προβιοτικά και τα οφέλη που έχουν στον άνθρωπο. Τέλος, παρουσιάζεται η παρασκευή ζυμώμενου αγελαδινού – κατσικίσιου γάλακτος σε αναλογία 1:1 και η βιωσιμότητα της μικροχλωρίδας του ζυμώμενου γάλακτος σε αποθήκευση 4°C.

# Α΄ ΜΕΡΟΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ

## 1. ΓΑΛΑ

### 1.1 Ιστορία γάλακτος

Η ιστορία του γάλακτος είναι τόσο παλιά όσο και η εξημέρωση της κατσίκας και του προβάτου, πριν από 9.000 χρόνια, στα οροπέδια του Ιράν και του Αφγανιστάν. Δύο χιλιάδες χρόνια αργότερα, εξημερώθηκαν και οι αγελάδες στις περιοχές της Μέσης Ανατολής και σε μερικά τμήματα της Αφρικής. Η παραγωγή του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων επεκτάθηκε εμπορικά μετά το 1863 και την ανακάλυψη από τον Παστέρ της διαδικασίας αδρανοποίησης των βακτηριδίων που μετατρέπουν το κρασί σε ξίδι. Η μέθοδος αυτή, που είναι γνωστή σήμερα ως «παστερίωση», βρήκε μεγάλη πρακτική εφαρμογή στην παραγωγή, διακίνηση και τυποποίηση προϊόντων γάλακτος, με αποτέλεσμα να εκτιναχθεί η χρήση των γαλακτοκομικών στα ύψη.(Fox, 2002).

Στον δυτικό κόσμο, η ένταξη του γάλακτος στη διατροφή ενός ανθρώπου και ιδιαίτερα ενός παιδιού ήταν άμεσα συνδεδεμένη με την υγιεινή ζωή. Ταυτόχρονα, η κατανάλωση του γάλακτος συνέδεε τον καταναλωτή με έναν ξεχασμένο -και χαμένο- τρόπο ζωής, αυτόν του χωριού και των καταπράσινων λιβαδιών. Αυτή η «σχέση» από μόνη της έκανε τον καταναλωτή να νιώθει καλύτερα και - αυτοματοποιημένα σχεδόν- εξασφάλιζε την ταυτοποίηση του γάλακτος με τη θρεπτική και φυσική διατροφή. Άλλωστε, αυτή η σχέση ήταν καταχωρημένη στο πίσω μέρος του μυαλού από τις πολύ πρώιμες μέρες της ζωής μέσω του μητρικού γάλακτος.

Συχνά αποφεύγεται το γάλα εξαιτίας μιας λανθασμένης αντίληψης ότι περιέχει πολλά λιπαρά. Στην πραγματικότητα, το γάλα με χαμηλά λιπαρά, κυρίως τώρα, που έχουν εμφανιστεί πολλές μελέτες που δείχνουν ότι το λίπος στο ανθρώπινο σώμα διασπάται ευκολότερα με την ύπαρξη υψηλών ποσοστών ασβεστίου. Πιο συγκεκριμένα, μετά το 1850 όπου έγινε γνωστό ότι το γάλα περιέχει πολλά περισσότερα συστατικά, όπως διάφορους αντιβακτηριακούς παράγοντες, ένζυμα(Fox, 2002) και όχι μόνο λίπος, πρωτεΐνες, σάκχαρα και άλατα, άρχισε να καταναλώνεται σε μεγαλύτερες ποσότητες.(Εθνική Επιτροπή γάλακτος, 1983).

Επίσης, σχετικά με τις καρδιαγγειακές παθήσεις, πέρα από τους αντικειμενικούς παράγοντες, υπάρχουν και αυτοί που μπορούν να μεταβληθούν, όπως το κάπνισμα και η διαίτα, ενώ πριν από μερικά χρόνια μια μελέτη σε άντρες ουαλικής καταγωγής έδειξε ότι οι άντρες που κατανάλωναν το περισσότερο γάλα εμφάνισαν τις λιγότερες καρδιαγγειακές παθήσεις. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης προξένησαν μεγάλη εντύπωση στην ιατρική κοινότητα, με αποτέλεσμα να επαναληφθεί η μελέτη σε άντρες στην Ιαπωνία, την Αμερική, την Ολλανδία και ολόκληρη τη Βρετανία, όπου οι ενδείξεις της αρχικής μελέτης επαληθεύτηκαν.

Γενικά, η επιστήμη της γαλακτοκομίας άρχισε να αναπτύσσεται μετά τον 13<sup>ο</sup> αιώνα και ιδιαίτερα μετά τον 19<sup>ο</sup> αιώνα όταν άρχισαν να αναπτύσσονται κι άλλες επιστήμες, όπως η χημεία, η βιοχημεία και η μικροβιολογία. Η αλματώδης εξέλιξη από τεχνολογικής απόψεως σημειώθηκε τον 20<sup>ο</sup> αιώνα.(Μάντης, 2000)

## 1.2 Τι είναι γάλα

Γάλα είναι το έκκριμα του μαστικού αδένου των θηλαστικών που προορίζεται για την διατροφή του νεογέννητου για το οποίο αποτελεί τη μοναδική τροφή του μέχρι μια ορισμένη ηλικία. Για τον άνθρωπο όμως το γάλα εξακολουθεί να αποτελεί μέρος της καθημερινής διαίτας του είτε αυτούσιο είτε με τη μορφή γαλακτοκομικών προϊόντων (τυριά, βούτυρο, γιαούρτη κ.λπ.) για όλη τη διάρκεια της ζωής του.

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (Κ.Τ.Π. 1998), υπάρχει ο παρακάτω ορισμός για το γάλα: «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».

Σύμφωνα με το FAO/WHO (1973): «Γάλα είναι το φυσιολογικό έκκριμα του μαστού που παίρνεται μετά από μία ή δύο αμέλξεις χωρίς να προστεθεί ή να αφαιρεθεί τίποτα και προορίζεται για κατανάλωση σε υγρή μορφή ή για περαιτέρω επεξεργασία».(Μάντης, 2000). Σύμφωνα με τον Κώδικα Γάλακτος των Η.Π.Α.(USDEW, 1953): «Γάλα είναι το έκκριμα του μαστού το οποίο είναι απαλλαγμένο από πρωτόγαλα, παίρνεται με άμελξη μίας ή περισσοτέρων υγιών αγελάδων και το οποίο περιέχει τουλάχιστον 3,15% λίπος και 8,25% στερεά συστατικά

άνευ λίπους» .(Μάντης, 2000). Με τον όρο γάλα, απλά, χωρίς να συνοδεύεται από κάποιο επίθετο, νοείται αποκλειστικά και μόνο το γάλα το οποίο:

- Προέρχεται από αγελάδα
- Είναι νοπό
- Είναι πλήρες
- Δεν έχει υποστεί αφυδάτωση ή συμπύκνωση
- Δεν περιέχει άλλες ύλες που έχουν προστεθεί από έξω. (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, Γενικό Χημείο του Κράτους, Άρθρο 80,2009).

Ως θερμικά επεξεργασμένα γάλατα χαρακτηρίζονται τα γάλατα που είναι κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση και έχουν παρασκευασθεί αποκλειστικά από νοπό γάλα. Στα θερμικά επεξεργασμένα γάλατα κατανάλωσης περιλαμβάνονται το παστεριωμένο και το μακράς διάρκειας. Στην χώρα μας, παραδοσιακά το καταναλωτικό κοινό έτρεφε ιδιαίτερη προτίμηση για το παστεριωμένο γάλα. Τα τελευταία χρόνια, με τις αλλαγές στις διατροφικές συνήθειες και το νέο τρόπο ζωής, αρκετοί καταναλωτές έχουν στραφεί στα ημιαποβουτυρωμένα και αποβουτυρωμένα είδη γάλακτος. Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι διάφοροι τύποι θερμικά επεξεργασμένου γάλακτος που επιτρέπεται να κυκλοφορούν στην αγορά και η σύνθεση τους.

Είδος	Λίπος(%)	Ελάχ. ΣΥΑΝ(%)
Πλήρες	3,5(ελάχ.)	8,5
Ημιαποβουτυρωμένο	1,5-1,8	8,5
Μερικώς αποβουτυρωμένο	1,8-3,5	8,5
Αποβουτυρωμένο	0,5(μέγ.)	8,5

Πηγή: Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2009

### **Πίνακας 1:** Σύνθεση του γάλακτος που προορίζεται για κατανάλωση

Το γάλα σχηματίζεται στο αδενικό επιθήλιο του μαστικού αδένα και πιο συγκεκριμένα στις αδενοκυψελίδες αυτού (περίπου 50.000κυψελίδες του κάθε μαστού). Το αίμα μεταφέρει στο μαστό τις απαραίτητες δομικές ουσίες από τις οποίες

τα επιθηλιακά κύτταρα (γαλακτικά κύτταρα) του μαστού συνθέτουν τα κυριότερα συστατικά του γάλακτος(λίπος, πρωτεΐνες, λακτόζη), ενώ ορισμένα από αυτά περνούν στο γάλα όπως υπάρχουν στο αίμα, χωρίς να υποστούν κανένα μετασχηματισμό στο μαστικό αδέν. (Ανυφαντάκης, 2004).

Γενικά με τον όρο γάλα απλά χωρίς να συνδέεται με κάποιο επίθετο νοείται αποκλειστικά και μόνο το γάλα το οποίο προέρχεται από αγελάδα, είναι νωπό, πλήρες, δεν έχει υποστεί αφυδάτωση ή συμπύκνωση και δεν περιέχει άλλες ουσίες που έχουν προστεθεί απ' έξω (Μάντης, 2000). Τα διάφορα είδη γάλακτος διαφέρουν στη σύσταση του. Τα κυριότερα συστατικά του γάλακτος είναι το νερό, το λίπος, οι πρωτεΐνες, η λακτόζη, τα διάφορα άλατα κ.α. (Ανυφαντάκης και Καλατζόπουλος, 1993). Το γάλα εκτός από αγελάδα μπορεί να προέρχεται και από πρόβατο, κατσίκια κ.α. θηλαστικά (Μάντης, 2000). Στον παρακάτω Πίνακα 2 φαίνεται η μέση σύσταση των διαφόρων ειδών γάλακτος.

Είδος γάλακτος	Νερό	Λίπος	Πρωτεΐνες	Λακτόζη	Τέφρα	ΣΥΑΛ	Ολικά στερεά
Γίδινο	87,00	4,25	3,52	4,27	0,86	8,75	13,00
Αγελαδινό	87,2	3,70	3,50	4,90	0,70	9,10	12,80
Πρόβειο	80,71	7,90	5,23	4,81	0,9	11,939	19,29
Ανθρώπινο	87,43	3,75	1,63	6,98	0,21	8,82	12,57

Πηγή: Μάντης, (2000).

**Πίνακας 3:** Μέση σύσταση του γάλακτος διαφόρων θηλαστικών(g/100g)

### 1.2.1 Σύσταση γάλακτος

Το γάλα δημιουργείται στο αδενικό επιθήλιο του μαστικού αδέν. Μεταφέρεται με το αίμα στο μαστό με τις απαραίτητες ουσίες, από τις οποίες τα επιθηλιακά κύτταρα του μαστού συνθέτουν τα σημαντικότερα συστατικά του γάλακτος, όπως λίπος, πρωτεΐνες.(Μάντης, 2000). Τα κύρια συστατικά του γάλακτος είναι: το νερό, το λίπος, οι πρωτεΐνες, η λακτόζη και τα άλατα. Ενώ δευτερεύοντα μπορούν να θεωρηθούν τα ένζυμα, τα φωσφολιπίδια και οι βιταμίνες.(Εθνική Επιτροπή γάλακτος, 1983).

Το γάλα είναι ένα ζωντανό και λειτουργικό βιολογικό υγρό.(Chandan et al., 2008). Τα συστατικά του γάλακτος της αγελάδας είναι το λίπος, το νερό, οι πρωτεΐνες,

το σύνολο των στερεών και τα μέταλλα. Τα ένζυμα που περιέχονται είναι καταλάση, φωσφατάση και λιπάση. Οι πρωτεΐνες του γάλακτος είναι καζεΐνη( $\alpha_{s1}$  – καζεΐνη,  $\alpha_{s2}$  – καζεΐνη,  $\beta$  – καζεΐνη,  $\kappa$  – καζεΐνη). Οι πρωτεΐνες του ορού του γάλακτος είναι α-λακταλβουμίνη και  $\beta$ -λακτοσφαιρίνη. Επίσης, οι βιταμίνες που περιέχει είναι οι εξής: βιταμίνη A, βιταμίνη B1, βιταμίνη B2, βιταμίνη C και βιταμίνη D. Τέλος, περιέχει ίχνη από άλλες ουσίες όπως είναι ένζυμα, φωσφολιπίδια και χρωστικές ουσίες. (Tetra Pakprocessing systems).

Η χημική σύνθεση του γάλακτος επηρεάζεται από διάφορους καθημερινούς παράγοντες, όπως είναι:

- Η ηλικία του ζώου
- Η γαλουχία (τα στάδια αρμέγματος)
- Η αναπαραγωγή
- Η εποχή του έτος
- Η περιβαλλοντική θερμοκρασία
- Η διατροφή
- Η κατάσταση της υγείας
- Η περίοδος κνοφορίας
- Οι ορμόνες και
- Η νόσος του μαστού (Tamine & Robinson, 1999), (Kilara, 2006).

Ουσιαστικά το γάλα είναι ένα γαλάκτωμα λίπους με πρωτεΐνες, λακτόζη, ανόργανα άλατα(ασβέστιο, μαγνήσιο, κάλιο), βιταμίνες(A, B, C, D)και άλλων στερεών. Τα στερεά συστατικά αντιπροσωπεύουν το 13% του γάλακτος με το λίπος στο 4%, τις πρωτεΐνες 3,5% και τη λακτόζη το 5%.(Investment Centre Division FAO, 2009).

### 1.3 Είδη ζώων που χρησιμοποιούνται για το γάλα τους

Διάφορα είδη ζώων χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του γάλακτος. Το αγελαδινό γάλα έχει την μεγαλύτερη κατανάλωση. Η συμμετοχή του στη παγκόσμια παραγωγή σημειώνεται στο 90%. Σειρά έχουν το βουβαλίσιο 5%, το γίδινο 3% και το πρόβειο 2%. Γενικά ζώα που χρησιμοποιήθηκαν στην παραγωγή του γάλακτος ήταν τα φυτοφάγα αλλά μόνο το μηρυκαστικά, με εξαίρεση τη φοράδα και τη γαϊδούρα. Τα μηρυκαστικά ζώα μπορούν να φάνε γρήγορα μεγάλη ποσότητα τροφής και αργότερα να την αναμασήσουν. Στις μέρες μας εξακολουθούν να εκτρέφονται τα ίδια ζώα για την παραγωγή γάλακτος, καθώς το γάλα είναι από τα πιο βασικά τρόφιμα για τον άνθρωπο. (Κεχαγιάς, 2011).

Το πιο διαδεδομένο ζώο για το άρμεγμα είναι η αγελάδα και απαντάται σε όλες τις ηπείρους και σχεδόν σε όλες τις χώρες. (Tetra Pak processing systems).

#### Εικόνα 1: Αγελάδα



Κατά το παρελθόν χρησιμοποιήθηκαν πολλά είδη γάλακτος, σήμερα εκείνο που επικρατεί είναι το αγελαδινό. Η αγελάδα είναι το ζώο που μας δίνει το γάλα του για να φτιάχνουμε διάφορα γαλακτοκομικά προϊόντα, αλλά κυρίως για να το πίνουμε. Δηλαδή, το γάλα το οποίο πωλείται στην αγορά προέρχεται κυρίως από τις αγελάδες, το οποίο αντιπροσωπεύει το 90% της παγκόσμιας παραγωγής. (Εθνική επιτροπή γάλακτος, 1983).

#### Εικόνα 2: Κατσίκα



Η κατσίκα, αλλιώς γίδα ή αίγα, είναι ένα από τα ζώα τα οποία παίρνουμε γάλα και ονομάζονται γαλακτοφόρα ζώα. Μαζί με το πρόβατο θεωρείται από τα πρώτα ζώα που εξημερώθηκαν από τους ανθρώπους. Εκτρέφονται από τους κτηνοτρόφους για το γάλα το οποίο παράγουν, το κρέας και για το τρίχωμά τους. Από το γάλα της αίγας παράγεται τυρί, βούτυρο, παγωτό και άλλα προϊόντα. Αξίζει να



σημειωθεί ότι το κατσικίσιο γάλα μπορεί να αντικαταστήσει το αγελαδινό για όσους είναι αλλεργικοί στο τελευταίο.

### **Εικόνα 3:** Πρόβατο



Σημαντικό ρόλο στη παραγωγή της γαλακτοκομίας κατέχει το πρόβατο, ειδικά στις μεσογειακές χώρες καθώς και σε περιοχές της Αφρικής και της Ασίας. Είναι ένα από τα γαλακτοφόρα ζώα μεγάλου πληθυσμού με αποτέλεσμα να δίνει μεγάλες ποσότητες γάλακτος. Τα πρόβατα επίσης εκτρέφονται για το κρέας τους και εξακολουθούν να είναι οι μοναδικοί σχεδόν παραγωγοί μαλλιού στον κόσμο.(Tetra Packprocessing systems).

Επίσης χρησιμοποιούνται και πολλά άλλα είδη μηρυκαστικών ζώων, όπως είναι το βουβάλι, η καμήλα και ο τάρανδος, ακόμη και μη μηρυκαστικά όπως το άλογο συνήθως ως πηγές κρέατος ή αρμέγονται από τον άνθρωπο. (Marth & Steele, 2001).

Τέλος, η αγορά βιολογικού γάλακτος έχει σημειώσει σημαντική αύξηση την τελευταία δεκαετία. Η απόφαση για την μετάβαση στη βιολογική παραγωγή θα πρέπει να γίνεται με πολύ σαφή γνώση σχετικά με τις περιπλοκές της βιολογικής βιομηχανίας γαλακτοκομικών προϊόντων.(Maltby, 2009).

## **1.4 Παραγωγή γάλακτος – στάδια παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων**

Η παραγωγή γάλακτος χρονολογείται από το 3.000 π.Χ. τότε που οι πόλεις της Μεσοποταμίας εφοδιάζονταν με γάλα και βούτυρο από τα κοπάδια των προβάτων που εκτρέφονταν στις πεδιάδες της χώρας.

Το γάλα είναι η πιο σημαντική απλή τροφή που μπορεί να καταναλώσει ένα νεαρό άτομο. Περιέχει εκτός από το λίπος, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, ένζυμα, μεταλλικά άλατα και βιταμίνες. Οι πρωτεΐνες του γάλατος είναι η καζεΐνη, η γαλακταλβουμίνη και η γαλακτοσφαιρίνη. Το λίπος είναι το συστατικό που ποικίλλει περισσότερο. Η

πυκνότητά του μεταβάλλεται από μέρα σε μέρα και από το ένα άρμεγμα στο άλλο. Από τα ανόργανα συστατικά το ασβέστιο και ο φώσφορος που χρησιμεύουν για την ανάπτυξη των οστών βρίσκονται σε μεγαλύτερο ποσοστό, ιδιαίτερα στο γάλα της αγελάδας.

Μολονότι το γάλα μπορεί να θεωρηθεί τέλεια και πλήρη τροφή, είναι όμως και άριστο υπόστρωμα για την ανάπτυξη μικροβίων. Αμέσως μετά το άρμεγμα, για το οποίο χρησιμοποιούνται μηχανές στις οποίες μια βεντούζα προσαρμόζεται στο μαστό της αγελάδας και τραβά το γάλα με μια διακοπτόμενη αναρρόφηση, το γάλα μπορεί να μολυνθεί από διάφορες αιτίες όπως π.χ. από ακάθαρτα δοχεία, κακό σύστημα αρμέγματος, κακή κατάσταση στάβλων κ.λπ. και να γίνει έτσι μέσο μετάδοσης παθογόνων μικροβίων.

Για να αποφεύγεται την αλλοίωση του από τη δράση των μικροβίων συνιστάται η ψύξη του γάλακτος αμέσως μετά το άρμεγμα και η διατήρησή του σε χαμηλή θερμοκρασία μέχρι τη στιγμή που θα χρησιμοποιηθεί στον τόπο παραγωγής ή θα μεταφερθεί στις βιομηχανίες γάλακτος.

Τόσο το γάλα που προορίζεται για την απευθείας κατανάλωση όσο και αυτό που προορίζεται για διάφορα γαλακτοκομικά προϊόντα υποβάλλεται σε μια σειρά επεξεργασιών που γενικά πραγματοποιούνται σε βιομηχανικό επίπεδο, με σκοπό να διατηρηθούν ανέπαφες οι θρεπτικές του ιδιότητες και να προφυλαχθεί από αλλοιώσεις που θα μπορούσαν να αποβούν βλαβερές για τον ανθρώπινο οργανισμό.

Στις κοινότητες που καταναλώνουν τουλάχιστον 1000 κιλά γάλα την ημέρα μπορεί να δημιουργηθεί κέντρο γάλακτος, οργάνωση που έχει σκοπό τη συλλογή του γάλακτος από τους παραγωγούς, την εξασφάλιση από νοθεία, την υποβολή του σε διάφορες επεξεργασίες και τη διάθεσή του στην κατανάλωση με τέτοιο τρόπο που να αποκλείεται κάθε νόθευση ή αλλοίωση.

Το γάλα που αρμέγεται στους στάβλους μεταφέρεται στο κεντρικό εργοστάσιο με βυτιοφόρα όπου, αφού υποστεί τους κατάλληλους ελέγχους χύνεται σε μία δεξαμενή. Το γάλα που δεν εκπληρώνει ορισμένες προδιαγραφές ποιότητας προορίζεται για παρασκευή ζωοτροφών.

Η πρώτη επεξεργασία στην οποία υποβάλλεται το γάλα που προορίζεται για την απευθείας κατανάλωση είναι το φιλτράρισμα ή διήθηση, που έχει σκοπό να αφαιρέσει από το γάλα τις χοντρές ακαθαρσίες.

Επόμενο στάδιο της παραγωγής είναι η θέρμανση του γάλακτος σε θερμοκρασία 63° C για 30 λεπτά, ώστε να είναι δυνατή η αποθήκευση του σε δεξαμενές για μερικές μέρες χωρίς να υποβιβαστεί η ποιότητα του. Τα τελευταία χρόνια οι βιομηχανίες παράγουν και το γάλα υψηλής παστερίωσης, το οποίο υφίσταται θέρμανση στους 72° C για 15 δευτερόλεπτα.

Ακολουθεί η αποκορύφωση, δηλαδή ο διαχωρισμός του λιπαρού μέρους του γάλακτος (κρέμα) με φυγοκέντρωση. Το γάλα μεταφέρεται σε έναν κορυφολόγο, όπου τοποθετείται στον πάτο ενός αεροστεγούς δοχείου και περιστρέφεται με 6.000 ως 10.000 στροφές το λεπτό. Δίσκοι τοποθετημένοι διαγώνια κατά μήκος του εσωτερικού του δοχείου βοηθούν στο διαχωρισμό του γάλακτος σε στρώματα, καθώς το δοχείο περιστρέφεται. Τα στρώματα διαχωρίζονται σε αποβουτυρωμένο γάλα, γάλα και κορυφή. Η περιεκτικότητα του αποβουτυρωμένου γάλακτος σε λίπος είναι 0,1% και από 100lt κρέμας με 35-40% περιεκτικότητα σε λίπος. Η κρέμα χρησιμοποιείται για την παραγωγή κρέμα γάλακτος, βουτύρου και άλλων προϊόντων. Όλα τα στρώματα καθαρίζονται στη συνέχεια, για να απομακρυνθούν οι παραμένουσες ξένες ουσίες.

Σειρά έχει η παστερίωση, η οποία αποτελεί μια μέθοδο θερμικής επεξεργασίας του γάλακτος που σκοπό έχει την καταστροφή όλων των παθογόνων και των περισσότερων μη παθογόνων μικροοργανισμών με την κατά δυνατό μικρότερη αλλοίωση της σύστασης, της δομής και των συστατικών του γάλακτος. Ο χώρος που γίνεται η παστερίωση αποτελείται είτε από ανοξείδωτο λέβητα με διπλά τοιχώματα όπου το γάλα παραμένει για 30 λεπτά υπό ανάδευση σε θερμοκρασία 63-65° C (χαμηλή παστερίωση), είτε σε θερμοεναλλάκτες κατά πλάκας όπου εξασφαλίζεται η τυρβώδης ροή του γάλακτος ανάμεσα σε συστοιχία παράλληλων μεταλλικών πλακών που διατηρούν την θερμοκρασία στους 72-75° C για 15''. Σε φορά αντίθετη αυτή του γάλακτος ρέει το νερό θέρμανσης. Αυτή η μέθοδος παστερίωσης αναφέρεται ως H.T.S.T. (High Temperature Short Time) και αποδίδεται ως ταχεία ή στιγμιαία.

Το γάλα ομοιογενοποιείται με μια μηχανική μέθοδο που προκαλεί κατακράτηση των μεγαλύτερων σφαιριδίων του λίπους και σταθεροποίηση της

λιπαρής φάσης του γάλακτος. Με αυτό τον τρόπο το γάλα δεν παρουσιάζει ορατό στρώμα κρέμας μετά από παραμονή σε ηρεμία 48 ωρών στους 7° C. Η ομογενοποίηση επιτυγχάνεται υπό πίεση 150-250 ατμοσφαιρών στους 60-70°C. Βελτιώνει την υφή του γάλακτος, αυξάνει τη λευκότητα και το κάνει πιο εύπεπτο.

Το τελευταίο στάδιο στην παραγωγή γάλακτος είναι ο έλεγχος. Αν το γάλα ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές ποιότητας, μπορεί να πουληθεί. Το γάλα, η κορυφή και το αποβουτυρωμένο γάλα πρέπει να διατηρούνται στους 4,5° C ή λιγότερο.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, ανάλογα με το προϊόν που επιθυμείτε να παρασκευαστεί γίνονται κάποιες επιπλέον διεργασίες. Σαν αυτές είναι:

- Η συμπύκνωση, όταν πρόκειται συνήθως για σακχαρούχο γάλα. Γίνεται με θέρμανση υπό κενό.
- Η ξήρανση όταν πρόκειται για σκόνη γάλακτος. Το τελικό προϊόν έχει περιεκτικότητα σε νερό 3-4% και η θερμοκρασία που πραγματοποιείται είναι 150° C.

Η ετήσια ελληνική παραγωγή γάλακτος ανέρχεται στο 1.971.291 τόνους και ο ετήσιος τζίρος των βιομηχανιών γάλακτος κυμαίνεται γύρω στα 14.000.000€.(Tetra Packprocessing Systems).

**Φρέσκο γάλα:** Φρέσκο γάλα είναι το παστεριωμένο γάλα το οποίο έχει υποβληθεί σε επεξεργασία που περιλαμβάνει την έκθεση σε υψηλή θερμοκρασία για μικρό χρονικό διάστημα (τουλάχιστον 71,7°C για 15 δευτερόλεπτα ή ισοδύναμος συνδυασμός) ή σε διαδικασία παστερίωσης που χρησιμοποιεί διαφορετικούς συνδυασμούς χρόνου και θερμοκρασίας για την επίτευξη ισοδύναμου αποτελέσματος. Αμέσως, δε, μεπτά την παστερίωση ψύχεται σε θερμοκρασία που δεν υπερβαίνει τους 6°C. Σε αυτή τη θερμοκρασία των 6°C συντηρείται. Η διάρκεια συντήρησής του καθορίζεται με ευθύνη του παρασκευαστή και δεν μπορεί να υπερβαίνει τις πέντε (5) ημέρες, συμπεριλαμβανομένης και της ημερομηνίας παστερίωσης.

**Γάλα υψηλής παστερίωσης:** Γάλα υψηλής παστερίωσης είναι το γάλα το οποίο έχει υποβληθεί σε επεξεργασία που περιλαμβάνει την έκθεση σε υψηλή θερμοκρασία, 85°C έως 127°C σε τέτοιες συνθήκες θερμοκρασίας και χρόνου ώστε η δοκιμασία υπεροξειδάσης να είναι αρνητική. Αμέσως, δε, μετά τη θερμική του επεξεργασία ψύχεται σε θερμοκρασία που δεν υπερβαίνει τους 6°C. Η διάρκεια συντήρησής του καθορίζεται με ευθύνη του παρασκευαστή. Έχει το μικρότερο μικροβιακό φορτίο από τα φρέσκα γάλατα, γι' αυτό είναι το ασφαλέστερο γάλα στο ψυγείο.

**Συμπυκνωμένο γάλα:** Σήμερα διακρίνονται δυο τύποι συμπυκνωμένου γάλακτος:

- Το συμπυκνωμένο σακχαρούχο γάλα που δεν είναι αποστειρωμένο και
- το συμπυκνωμένο μη σακχαρούχο γάλα που είναι αποστειρωμένο.

Η συμπύκνωση του γάλακτος αποβλέπει στην απομάκρυνση σημαντικού μέρους του ύδατος που περιέχεται στο γάλα, με στόχο την καλύτερη συντήρηση του προϊόντος και τον περιορισμό των εξόδων συσκευασίας, αποθήκευσης και μεταφοράς.

**Γάλα μακράς διάρκειας:** Στην κατηγορία του γάλακτος μακράς διάρκειας ανήκει:

- το γάλα UHT,
- το αποστειρωμένο γάλα.

Το γάλα UHT παράγεται με συνεχή θέρμανση του νωπού γάλακτος, που συνεπάγεται τη βραχυχρόνια εφαρμογή υψηλής θερμοκρασίας (τουλάχιστον 135°C επί ένα τουλάχιστον δευτερόλεπτο) με σκοπό την καταστροφή όλων των υπολειπομένων μικροοργανισμών και των σπορίων τους, καθώς και τη συσκευασία του προϊόντος υπό ασηπτικές συνθήκες σε αδιαφανείς περιέκτες. Έτσι μειώνονται στο ελάχιστο οι χημικές, φυσικές και οργανοληπτικές μεταβολές.

Το αποστειρωμένο γάλα πρέπει να έχει θερμομανθεί και αποστειρωθεί σε ερμητικά κλειστές συσκευασίες ή δοχεία, των οποίων το σύστημα κλεισίματος πρέπει να παραμένει άθικτο. Με τις παραπάνω διαδικασίες επιδιώκεται να καταστραφούν όλοι οι μικροοργανισμοί, ώστε το γάλα να μπορεί να διατηρηθεί για πολύ χρόνο ακόμη και εκτός ψυγείου. (Μάρκετινγκ Αγροτικών Προϊόντων & Τροφίμων, σημειώσεις στο e-class).

**Γάλα σε σκόνη:** Σκόνη γάλακτος ή δισκία γάλακτος ή ξηρό γάλα είναι τα προϊόντα συμπύκνωσης νερού γάλακτος μέχρι να ξεραθούν, που δεν πρέπει να έχουν υγρασία πάνω από το 5% του βάρους τους. Το λίπος της σκόνης γάλακτος, αν αυτό προέρχεται από το πλήρες γάλα πρέπει να είναι τουλάχιστον 26%, από ημιαποβουτυρωμένο γάλα από 14-17% και από αποβουτυρωμένο γάλα μέχρι 1,5%. (Νεστόρη, 2013). Η σκόνη χαμηλής θερμότητας χρησιμοποιείται σε γαλακτοκομικά προϊόντα όπως το τυρί και οι παιδικές τροφές. Η σκόνη υψηλής θερμότητας χρησιμοποιείται στην αρτοποιία και στη βιομηχανία σοκολάτας και η σκόνη μεσαίας θερμότητας στην παραγωγή συμπυκνωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων. (Brennan, 2006).

<b>Κατηγοριοποίηση αγοράς βάσει τύπου γάλακτος</b>	<b>Ποσοστό γάλακτος σε ποσότητα</b>
<b>Κατηγορία</b>	<b>%</b>
Φρέσκο γάλα	58,09%
Συμπυκνωμένο γάλα	27,79%
Γάλα μακράς διάρκειας	11,285%
Γάλα σε σκόνη	2,85%
Σύνολο	100,00%

Πηγή: AC NIELSEN (2006)

**Πίνακας 3:** Ποσοστό γάλακτος σε ποσότητα ανά κατηγορία

### Εγκαταστάσεις – Εξοπλισμός

Παλιότερα υπήρχαν τα ιδιωτικά γαλακτοκομεία, στα οποία κάθε κτηνοτρόφος κατεργαζόταν επί τόπου το γάλα. Στη συνέχεια αναπτύχθηκαν τα γαλακτοκομεία με βιομηχανικό χαρακτήρα, τα οποία είτε αγοράζουν το γάλα από τους παραγωγούς είτε το διαχειρίζονται οι ίδιοι οι παραγωγοί συνεταιρικά.

Το κλασικό γαλακτοκομείο αποτελείται από τους εξής χώρους:

α) θάλαμος παραλαβής και διαφύλαξης του γάλακτος όπου αυτό μετριέται, ζυγίζεται, ελέγχεται και αναλύεται.

β) θάλαμος γάλακτος, όπου γίνεται ο διαχωρισμός του γάλακτος από το αφρόγαλα είτε με φυγοκεντρικά μηχανήματα είτε με φυσική αποκορύφωση, όπου το γάλα μένει να ηρεμήσει για 12 έως 24 ώρες.

γ) το εργαστήριο παρασκευής βουτύρου και τυριού, όπου βρίσκονται οι λέβητες, οι εστίες για τη θέρμανση του γάλακτος, τα τραπέζια με κλίση, που τοποθετούνται τα τυριά μόλις κατασκευαστούν, οι φόρμες, ο κάδος για την απόδραση του αφρόγαλου, και το πιεστήριο για την πίεση των τυριών.

δ) η δεξαμενή όπου γίνεται το αλάτισμα των νωπών τυριών.

ε) και η αποθήκη, όπου τα τυριά, συμπληρώνουν την ωρίμανσή τους.

Στα γαλακτοκομεία με καθαρά βιομηχανικό χαρακτήρα, διαφέρουν οι χώροι . Εκεί οι διαδοχικές διαδικασίες γίνονται σε τεράστια συγκροτήματα, εφοδιασμένα με εργαστήρια χημείας και βακτηριολογίας, καθώς και με εγκαταστάσεις αερισμού, ψύξης και θέρμανσης και με τελείως σύγχρονα μηχανήματα, που επιτρέπουν τη διεξαγωγή των διαφόρων κατεργασιών του γάλακτος και την αξιοποίηση των υποπροϊόντων. Έχουμε έτσι ειδικές μηχανές για το συμπυκνωμένο γάλα και το γάλα σε σκόνη, τελείως αυτόματα συστήματα εμφιάλωσης, περιτύλιξης και συσκευασίας για την παραγωγή των προϊόντων.

Επίσης οι περισσότερες βιομηχανίες, για την παραγωγή της ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία τους, χρησιμοποιούν το υγραέριο και κάποιες το φυσικό αέριο.

## **Το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα του**

Τα προϊόντα με βάση το γάλα, νοούνται τα προϊόντα εκείνα που προέρχονται αποκλειστικά και μόνο από γάλα στο οποίο είναι δυνατόν να προστίθενται ουσίες που είναι απαραίτητες για την παρασκευή τους, εφόσον οι ουσίες αυτές δεν χρησιμοποιούνται για να αντικαταστήσουν εν όλο ή εν μέρει κάποιο συστατικό γάλακτος.(Γενικό Χημείο του Κράτους, Άρθρο 79, 2009).

Η επεξεργασία των γαλακτοκομικών προϊόντων αναφέρεται στην μετατροπή του ακατέργαστου γάλακτος σε προϊόντα γάλακτος σε ρευστή μορφή, καθώς και σε γαλακτοκομικά προϊόντα όπως το τυρί, το γιαούρτι, το βούτυρο, το παγωτό και κατεψυγμένα προϊόντα.(Aneja *et al.*, 2002).

Τα κυριότερα προϊόντα της γαλακτοβιομηχανίας είναι:

**α) Το τυρί**

Το τυρί παρασκευάζεται με το πήξιμο των πρωτεϊνών του γάλακτος και την μετατροπή του σε τυρόπηγμα. Στη συνέχεια απομακρύνεται το υγρό υπόλοιπο, κόβεται το τυρόπηγμα σε μικρά κομμάτια και αλατίζεται. Τα κομμάτια του τυροπήγματος τοποθετούνται σε καλούπια και έπειτα αφήνονται να ωριμάσουν στο δωμάτιο ωρίμανσης για διάστημα έως έξι μήνες.

**β) Το γιαούρτι**

Για να γίνει το γιαούρτι, το γάλα παστεριώνεται στους 90° C ώστε να καταστραφούν τ' ανεπιθύμητα βακτήρια που υπάρχουν, κατόπιν ψύχεται στους 43° C και σαν τελευταία ενέργεια εμβολιάζεται με μια καλλιέργεια βακτηρίων, για να ξινίσει. Για να προλάβουμε το υπερβολικό ξίνισμα πρέπει να αποθηκευτεί το γιαούρτι σε θερμοκρασία κάτω των 5° C.

**γ) Το βούτυρο**

Το βούτυρο είναι το προϊόν που λαμβάνεται από την απόδραση του γάλακτος, έχοντας περιεκτικότητα σε λίπος τουλάχιστον 80% και διακρίνεται σε νωπό ή φρέσκο, αλατισμένο νωπό και τετηγμένο.

**δ) Το ανθόγαλο**

Το ανθόγαλο παρασκευάζεται με θέρμανση του γάλακτος στους 49° C και με εισαγωγή σ' ένα φυγοκεντρικό διαχωριστή ανθογάλατος, όπου το ξαφρισμένο γάλα, το οποίο είναι βαρύτερο, διαχωρίζεται από το ανθόγαλο, το οποίο στη συνέχεια παστεριώνεται στους 79,5° C και ψύχεται στους 4,4° C.



#### ε) Το παγωτό

Το παγωτό παρασκευάζεται με ένα μίγμα από λιπαρά του γάλακτος, μια μικρή ποσότητα νερού και ζάχαρης, το οποίο ψύχεται μέχρι να γίνει σαν σιρόπι. Λεύκωμα αυγού προστίθεται σε μερικά είδη και για αυξηθεί ο όγκος, ενώ εμφυσείται μέσα στο μίγμα αέρας, καθώς αυτό ψύχεται.

Η βιομηχανία γάλακτος είναι σημαντικός τομέας στην οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας και ουσιαστικός παράγοντας στην τροφική αλυσίδα, λόγω της μεγάλης ποικιλίας βασικών ειδών διατροφής που παράγει με βάση το γάλα, το νούμερο ένα διατροφική ουσία για τον άνθρωπο.

Η εξέλιξη της παραγωγής γάλακτος σημειώνει συνεχή πρόοδο. Σήμερα οι γαλακτοβιομηχανίες σ' όλο τον κόσμο συγκροτούν τεράστιες επιχειρήσεις. Οι πρόοδοι στη τεχνολογία, η ποιότητα των βοσκοτόπων, οι καλλιέργειες, οι κλιματικές και υδρολογικές συνθήκες, αυξάνουν την παραγωγή γάλακτος κάθε χρόνο και ευρύνουν το φάσμα των προϊόντων που διατίθενται στον καταναλωτή. (Chandan, 2007).

## 2. Είδη γάλακτος βάση προέλευσης

### 2.1 Αγελαδινό γάλα

Το αγελαδινό γάλα είναι μία πλήρης τροφή, που καλύπτει σχεδόν όλες τις ανάγκες που έχει ο ανθρώπινος οργανισμός. Για την ακρίβεια, αποτελείται από πρωτεΐνες, λακτόζη, τριγλυκερίδια, φώσφορο, ασβέστιο και βιταμίνες (B2, A και κυρίως D). Η μέση χημική σύσταση του γάλακτος, όσον αφορά τα κύρια συστατικά του είναι: νερό 87%, λίπος 3,6%, καζεΐνης 2,8%, πρωτεΐνες ορού 0,6%, λακτόζη 4,9% και ανόργανα άλατα (τέφρα) 0,7% . Έχει πλούσια περιεκτικότητά σε ασβέστιο και λυσίνη, ένα αμινοξύ που συχνά λείπει από τις φυτικές πρωτεΐνες.

Η πλειονότητα των λιπιδίων που περιέχει είναι κορεσμένα λιπαρά. Το αγελαδινό γάλα, όμως, υστερεί σε λινολεϊκό οξύ συγκριτικά με το μητρικό γάλα, το οποίο είναι 50 φορές πιο πλούσιο. Κυρίαρχο στα μεταλλικά στοιχεία είναι το ασβέστιο και ο φώσφορος, που ευνοούν την απορρόφησή του από τον οργανισμό. Περιέχει όλες τις βιταμίνες, με εξαίρεση τη βιταμίνη B12, ενώ περιέχει 0,1 έως 0,2mg βιταμίνης D και 2mg βιταμίνης C.

Η κατανάλωσή του είναι πολύ σημαντική για τα παιδιά, διότι θεωρείται ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες ανάπτυξης του σκελετού και διατήρησης της πεπτικής γαλακτικής χλωρίδας. Επιπρόσθετα, ευνοεί την απορρόφηση του ασβεστίου. Εντούτοις, έχει παρατηρηθεί αρκετές φορές δυσανεξία στη λακτόζη, εξαιτίας της έλλειψης του ενζύμου λακτάσης στους ενήλικες.

Είδος Λιπιδίου	% συνολικών λιπιδίων
Τριγλυκερίδια	62
Διγλυκερίδια	9
Μονογλυκερίδια	0-0,5

Στερόλες	0,2-2,0
Εστέρες Στερολών	0,1-0,3
Υδρογονάνθρακες	1,2
Μη εστερποιημένα Λιπαρά οξέα	0,6-6,0
<b>Φωσφολιπίδια</b>	<b>26-31</b>
Σφιγγομυελίνη	22%
Φωσφατιδυλοχολίνη	36%
Φωσφατιδυλοαιθανολαμίνη	27%
Φωσφατιδυλοινσιτόλη	11%
Φωσφατιδυλοσερίνη	4%
Λυσοφωσφατιδυλοχολίνη	2%

**Πίνακας 4:** Σύσταση λιπιδίων της μεμβράνης λιποσφαιρίων αγελαδινού γάλακτος (Patton and Keenan, 1975).

### 2.1.1 Θρεπτική αξία ή λειτουργικά οφέλη

Το αγελαδινό γάλα είναι μικρής διάρκειας και τυποποιείται σε: α) «πλήρες», με όλα τα λιπαρά (τουλάχιστον 3,25%) σε μπλε συσκευασία, β) πράσινο, «με χαμηλά λιπαρά» (2% ή λιγότερο) και γ) «χωρίς λιπαρά», συνήθως σε μοβ συσκευασία. Την ίδια στιγμή, μπορεί κανείς να βρει αγελαδινό γάλα με προσθήκη ασβεστίου, με προσθήκη λιπαρών Ω-3 ή με βιταμίνη D και E. Το φρέσκο αγελαδινό γάλα μικρής διάρκειας μπορεί να κρατήσει μέχρι και πέντε μέρες από την ημερομηνία εμφιάλωσης και παστεριώνεται στους 7 1,7°C για 15 δευτερόλεπτα τουλάχιστον. Επίσης, υπάρχει και το φρέσκο γάλα μακράς διάρκειας, που έχει περάσει από υψηλή παστερίωση και μπορεί να συντηρηθεί στο ψυγείο μέχρι και τρεις εβδομάδες μετά την εμφιάλωση. Το

συγκεκριμένο γάλα μπορεί να διαρκέσει και περισσότερο, αλλά οι εταιρείες τυποποίησης το αποφεύγουν για λόγους marketing.

Υπάρχει και μια άλλη κατηγορία τυποποίησης, το γάλα UHT, (ultra high temperature processing) όπου τα βακτηρίδια σκοτώνονται με τη χρήση ιδιαίτερα υψηλών θερμοκρασιών (1350°C για 1 δευτερόλεπτο τουλάχιστον). Το τυποποιημένο με αυτόν τον τρόπο γάλα μπορεί να διατηρηθεί και έναν χρόνο μετά την ημερομηνία της αρχικής εμφιάλωσης, παραμένοντας σε θερμοκρασία δωματίου, αν έχει συσκευαστεί σε αεροστεγείς συσκευασίες, αλλά όταν ανοιχτεί έχει την ίδια διάρκεια ζωής με το φρέσκο γάλα. Όπως και στην παστερίωση, η επίδραση της επεξεργασίας στη διατροφική ποιότητα του γάλακτος είναι μικρή, αλλά το UHT γάλα έχει χαρακτηριστική γεύση. Η πιο έντονη θερμική επεξεργασία της αποστείρωσης του γάλακτος καταστρέφει περίπου τη μισή ποσότητα των βιταμινών C και B.

## **2.2 Κατσικίσιο γάλα**

Είναι ευρέως γνωστό ότι το κατσικίσιο γάλα έχει χρησιμοποιηθεί από πολύ παλιά σαν υποκατάστατο του αγελαδινού και σε κάποιες περιπτώσεις του μητρικού στη διατροφή των μικρών παιδιών. Αυτό απετέλεσε και έναν από τους λόγους να τύχει ιδιαίτερης προσοχής από τους ερευνητές.

Αν και η σύσταση του κατσικίσιου γάλακτος, τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά παρουσιάζει μεγάλες παραλλαγές που εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, (διατροφή, γαλακτική περίοδος, φυλές κ.α.), από τα αποτελέσματα πολλών ερευνών διαπιστώνεται ότι η χημική του σύσταση, όσον αφορά τα κύρια συστατικά του, δεν έχει μεγάλες διαφορές από το αγελαδινό. Το κατσικίσιο γάλα αποτελεί μια καλή πηγή χαμηλού κόστους αλλά υψηλής ποιότητας πρωτεΐνη, παρέχοντας 8,7g πρωτεΐνης / κούπα 250 ml που καλύπτει το 17,4% της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης (RDI) σε πρωτεΐνη. Αντίστοιχα το αγελαδινό γάλα παρέχει 8,1g / κούπα 250 ml ή 16,3% του RDI σε πρωτεΐνη.

Σε αντίθεση με το αγελαδινό, το κατσικίσιο γάλα έχει μικρή περιεκτικότητά σε α-καζεΐνη, γεγονός στο οποίο αποδίδεται από πολλούς ερευνητές και η υποαλλεργική του ιδιότητα που έχει παρατηρηθεί σε πολλές περιπτώσεις αλλεργιών. Επιπλέον η χαμηλή περιεκτικότητά του σε α-καζεΐνη ευνοεί το σχηματισμό πιο μαλακού και “εύθραυστου” πηγματος κατά την πήξη του γάλακτος. Κατά συνέπεια, αυτό το πήγμα διασπάται πιο

γρήγορα από τα ένζυμα του στομάχου (πρωτεάσες), αποκτώντας καλύτερη πεπτικότητα.

Είναι σημαντικό επίσης να τονισθεί ότι οι πρωτεΐνες του κατσικίσιου γάλακτος αποτελούν πηγή βιονεργών πεπτιδίων, τα οποία παρουσιάζουν διατροφικό αλλά και κλινικό ενδιαφέρον γιατί επιδρούν θετικά στη λειτουργία των κύριων συστημάτων του ανθρώπινου οργανισμού (ανοσοποιητικό, γαστρεντερικό, νευρικό, καρδιαγγειακό). Οι διατροφικές ιδιότητες του κατσικίσιου γάλακτος οφείλονται στη δομή και στη σύσταση του λίπους του γάλακτος (προφίλ λιπαρών οξέων). Το κατσικίσιο γάλα περιέχει μεγάλες συγκεντρώσεις σε βιταμίνης Α, θειαμίνη, ριβοφλαβίνη, νιασίνη και παντοθενικό οξύ, και μικρότερες σε φολικό οξύ και βιταμίνη Β, και μερικά ένζυμα όπως ξανθίνη, οξειδάση, αλκαλική φωσφατάση και ριβονουκλεάση, συγκρινόμενο με το αγελαδινό. (Δρ. Θεόφιλος Μασούρας, 2012)

<b>Σύσταση</b>	<b>Αγελαδινό</b>	<b>Κατσικίσιο</b>	<b>Πρόβειο</b>
<b>Λίπος (%)</b>	3,6-4,8	2,3-6,9	5,8-8,1
<b>Πρωτεΐνη (%)</b>	2,9-3,5	2,4-6,0	4,9-6,8
<b>Λακτόζη (%)</b>	4,5-4,9	4,0-4,8	4,2-4,9
<b>Οξύτητα (%) γαλακτικού οξέος</b>	0,15-0,18	0,14-0,23	0,22-0,25
<b>pH</b>	6,6-6,7	6,3-6,8	6,5,-6,8
<b>Τέφρα (%)</b>	0,6-0,8	0,6-1,1	0,8-1,0

**Πίνακας 5:** Διακύμανση των συστατικών και των χαρακτηριστικών του αγελαδινού και του κατσικίσιου γάλακτος (Κεχαγιάς, 2011).

### **2.2.1 Θρεπτική αξία ή λειτουργικά οφέλη**

Το κατσικίσιο γάλα έχει ίση και ανώτερη θρεπτική αξία από το αγελαδινό. Προτείνεται σε αυτούς που εμφανίζουν αλλεργία ή δυσανεξία στο αγελαδινό γάλα, λόγω της διαφορετικής σύνθεσης των πρωτεϊνών του (καζεΐνη, λακτοβουμίνη). Η καζεΐνη του κατσικίσιου γάλακτος είναι πιο διαλυτή από του αγελαδινού, γι' αυτό και απορροφάται πιο εύκολα. Η καλύτερη απορρόφηση προσδιορίζει και την καλύτερη ποιότητα. Χωνεύεται εύκολα λόγω της σύστασης του, έχει δηλαδή μικρότερα

λιποσφαίρια που διασπώνται εύκολα από τα ένζυμα του εντέρου. Περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα απαραίτητων λιπαρών οξέων που συνιστώνται σε θεραπείες ασθενειών όπως στεφανιαίες νόσοι, εντερικές διαταραχές και κυστική ίνωση. Επίσης αυτά τα λιπαρά οξέα έχουν το ιδιαίτερο μεταβολικό πλεονέκτημα να προσφέρουν ενέργεια ενώ συγχρόνως μειώνουν την ποσότητα χοληστερόλης. (Κεχαγιάς, 2011).

## **2.3 Γάλα βουβαλίσιο – γάλα γαϊδούρας – πρόβειο γάλα**

### **Γάλα βουβαλίσιο**

Το βουβαλίσιο γάλα έχει ευεργετικές συνέπειες στον ανθρώπινο οργανισμό, ιδιαίτερα σε όσους έχουν προβλήματα αλλεργιών, ψωρίασης, εκζέματα ή δυσανεξία στην λακτόζη. Το φρέσκο γάλα ειδικά συνιστάται ως τροφή αδύνατων και ασθενών ανθρώπων.

Βούλγαροι συγγραφείς αναφέρουν ότι, μετά την καταστροφή του Chernobyl, διαπίστωσαν πως η ραδιενεργός ρύπανση του γάλακτος βουβάλου ήταν χαμηλότερη από των άλλων ειδών γάλακτος και θεωρούν ότι το γάλα βουβάλου, εκτός από την υψηλή βιολογική του αξία, θα ήταν δυνατόν να θεωρηθεί "στρατηγικής σημασίας" τροφή του ανθρώπου σε περίπτωση εκτεταμένων ραδιενεργών ρυπάνσεων. Είναι απόλυτο υγιεινό γιατί τα βουβάλια ευδοκιμούν χωρίς την ανάγκη ζωοτροφών ή αντιβιοτικών, ενώ γρασίδι, τριφύλλι και άχυρο αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της διατροφής τους.

Το γάλα βουβαλιού περιέχει λιγότερο νερό, περισσότερα ολικά στερεά, λίπος και πρωτεΐνη και ελάχιστα περισσότερη λακτόζη από το γάλα αγελάδας. Λόγω της μεγαλύτερης λιποπεριεκτικότητάς του, 50-60% υψηλότερη από το γάλα αγελάδας.

Αρκετοί ερευνητές έχουν υποστηρίξει ότι η βιολογική αξία του γάλακτος του βουβάλου είναι υψηλότερη από την αξία του αγελαδινού. Επειδή από το γάλα βουβάλου απουσιάζει η καροτίνη (πρόδρομη ουσία της βιταμίνης A), η λευκότητά του συχνά χρησιμοποιείται για να διακρίνεται από το γάλα αγελάδας. Παρόλη όμως την απουσία της καροτίνης, το ποσοστό της βιταμίνης A κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα με εκείνα του αγελαδινού γάλακτος.

- Έχει πολύ χαμηλότερα επίπεδα χοληστερόλης και υψηλότερα ασβεστίου.
- Έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε σίδηρο και φώσφορο, βιταμίνη Α' και πρωτεΐνες.
- Η αντιοξειδωτική του δράση είναι πολύ μεγαλύτερη από τα άλλα είδη γάλακτος.
- Περιέχει περισσότερες βιταμίνες όπως θειαμίνη, ριβοφλαβίνη και Β12.

Από το γάλα του βουβάλου παράγεται ποικιλία προϊόντων, όπως γιαούρτι, διάφορα είδη τυριών, παγωτό και συμπυκνωμένο γάλα. Είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για επεξεργασία επειδή έχει μεγαλύτερη πυκνότητα και προσφέρεται για τυροκόμηση, ακόμη και σε οικογενειακής μορφής εκμεταλλεύσεις. (Ανυφαντάκης, 1994).

### **Γάλα γαϊδούρας**

Από την αρχαιότητα οι Έλληνες το θεωρούσαν μία άριστη θεραπεία για διάφορες ασθένειες. Έχει τρομερά οφέλη στη θεραπεία για το ξηρό δέρμα, τα εκζέματα, την ακμή αλλά και την ψωρίαση. Το γάλα της περιέχει μία πλούσια ποικιλία βιταμινών που το καθιστούν ελκυστικό τόσο για την κατανάλωση όσο και για την περιποίηση της επιδερμίδας. Οι πρωτεΐνες γάλακτος προσφέρουν αξιόλογες ενυδατικές ιδιότητες. Η ενυδατική τους ικανότητα είναι αποτέλεσμα της εξαιρετικής απορρόφησής του από την επιδερμίδα, καθώς και της δυνατότητάς τους να δεσμεύουν νερό. Παράλληλα αποτοξινώνει το συκώτι αποφέροντας άμεση ανανέωση των κυττάρων του δέρματος, ρυθμίζει τη μικροπανίδα του εντέρου χάρις στη δράση της λυσοζύμης και της λακτόζης και προλαμβάνει καρδιαγγειακές παθήσεις.

Επιπλέον, ρυθμίζει τη φυσιολογική μεταβολική δραστηριότητα των κυττάρων, διορθώνει τη θαμπάδα και αναζωογονεί τις γραμμές έκφρασης του προσώπου. Σύμφωνα με έρευνες περιέχει απαραίτητα λιπαρά οξέα που βοηθούν στην απορρόφηση των βιταμινών, ενώ ακόμα βελτιώνει και τη διαδικασία της επούλωσης. Τα μεταλλικά άλατα του γαϊδουρινού γάλακτος επιτρέπουν στο δέρμα να καθαρίζεται, εφόσον αφαιρούνται τα νεκρά κύτταρα του δέρματος με στόχο τη δημιουργία νέων ζωντανών κυττάρων. Η περιεκτικότητά του σε λιπαρά είναι πολύ χαμηλότερη σε σχέση με το αγελαδινό γάλα, ενώ η περιεκτικότητά του σε βιταμίνη C είναι 60 φορές μεγαλύτερη. Περιέχει επίσης βιταμίνες Α, Β1, Β2, Β6, D, Ε και είναι μια πλούσια πηγή ασβεστίου,

φωσφόρου, νατρίου, σιδήρου, ψευδαργύρου και ανοσοσφαιρίνες γλυκερίνης που το καθιστούν εξαιρετικά επωφελές για την κατανάλωση και την φροντίδα του δέρματος. Στην κοσμετολογία, τα υψηλά επίπεδα φωσφολιπιδίων πρωτεΐνης και κερατίνης καθιστούν το γαϊδουρινό γάλα ένα προϊόν εξαιρετικό κατά της αντιγήρανσης, της θεραπείας των ρυτίδων και την αναγέννηση του δέρματος. Επίσης, έχει σημαντικά οφέλη στην αντιμετώπιση του εκζέματος, ακμής και ψωρίασης.

Έτσι, πολλά καλλυντικά προϊόντα όπως σαπούνια, κρέμες προσώπου και σώματος που περιέχουν γαϊδουρινό γάλα αξιοποιούν τα ευεργετικά χαρακτηριστικά του. Τέλος, είναι πλέον αποδεδειγμένο ότι το γάλα της γαϊδούρας έχει θετική επίδραση στην αντιμετώπιση της υψηλής χοληστερίνης, στην οστεογένεση, τη θεραπεία της αθηροσκλήρωσης και την ανάρρωση ασθενών με καρδιακά προβλήματα.(Γάλα Γαϊδούρας, 2012).

### **Πρόβειο γάλα**

Το γάλα προβάτου στη χώρα μας χρησιμοποιείται είτε αυτούσιο είτε σε μίξη με κατσικίσιο ή αγελαδινό γάλα. Από έρευνες που έχουν γίνει, προκύπτει ότι υπάρχουν διαφορές στη σύστασή του, που οφείλονται σε διάφορους παράγοντες, από τους οποίους οι πιο σημαντικοί είναι η διατροφή και η φυλή του ζώου κατά την γαλακτική περίοδο. Χαρακτηριστικό του πρόβειου γάλακτος είναι ότι η περιεκτικότητά του σε λίπος και πρωτεΐνες είναι αυξημένη στη αρχή και στο τέλος της γαλακτικής περιόδου και μειωμένη στο μέσο, ενώ η περιεκτικότητά του σε άλατα είναι αυξημένη προς το τέλος της γαλακτικής περιόδου. Είναι πιο πλούσιο σε λίπος και πρωτεΐνες σε σύγκριση με το αγελαδινό γάλα. Το λίπος του δεν παρουσιάζει μόνο ποσοτικές διαφορές αλλά και ποιοτικές διαφορές από κείνο του αγελαδινού. Είναι πλουσιότερο σε λιπαρά οξέα χαμηλού μοριακού βάρους, ιδιαίτερα σε καπρικό. Το λίπος του αγελαδινού γάλακτος είναι πλουσιότερο σε παλμιτικό και γι' αυτό το βούτυρό του είναι πιο σκληρό από το πρόβειο. Επίσης υπερτερεί και σε άλατα αλλά όχι στο βαθμό του λίπους και των πρωτεϊνών, ενώ η περιεκτικότητά του σε λακτόζη είναι χαμηλή. Η αυξημένη περιεκτικότητά του πρόβειου γάλα σε στερεά συστατικά έχει αντανάκλαση και στις ιδιότητες του. Η οξύτητα του είναι σημαντικά υψηλότερη του αγελαδινού, συνήθως 0,20%-0,23% σε γαλακτικό οξύ ενώ οι τιμές του pH δεν διαφέρουν. Η υψηλότερη οξύτητα οφείλεται στη μεγαλύτερη περιεκτικότητά του σε καζεΐνη, της οποίας ο όξινος



χαρακτήρας είναι γνωστός. Το χρώμα του πρόβειου γάλακτος είναι λευκό, όπως του κατσικίσιου και του βουβαλίσιου.(Ανυφαντάκης, 1994).

## 2.4 Θρεπτική αξία του γάλακτος

Κατά το παρελθόν το γάλα θεωρούταν ως η μοναδική πλήρης τροφή, γιατί αποτελούσε την αποκλειστική τροφή για την ανάπτυξη των βρεφών. Με την πάροδο των χρόνων και με τις έρευνες που πραγματοποιήθηκαν με στόχο του μεγαλύτερου αριθμού των συστατικών του γάλακτος, αποδείχθηκε ότι καμία τροφή δεν θεωρείται πλήρης για τον οργανισμό του ανθρώπου και οι κανόνες διατροφής απαιτούν την κατανάλωση τροφών από όλες τις ομάδες για την κάλυψη των αναγκών.

Στο πλαίσιο μιας ισορροπημένης διατροφής, το γάλα μπορεί να προσφέρει ένα μεγάλο αριθμό θρεπτικών συστατικών, που είναι απαραίτητα για την σωστή ανάπτυξη και τα οστά. Αρχικά, είναι πολύτιμη πηγή ασβεστίου, αν αναλογιστεί κανείς πως ένα ποτήρι 200ml γάλα περιέχει το ένα τρίτο της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης ασβεστίου. Επίσης, είναι σημαντικό για την ενέργεια, τις πρωτεΐνες, τις βιταμίνες (Α, νιασίνη Β1, Β2, Β12, C, D), το κάλιο, το μαγνήσιο, το φώσφορο και το ψευδάργυρο.(Investment Center Division FAO, 2009).

Συστατικά	Παιδί 4-6 ετών %	Άνδρας 23-50 ετών %	Γυναίκα 23-50 ετών %
Ενέργεια	18	12	16
Πρωτεΐνη	58	31	38
Ασβέστιο	74	74	74
Φώσφορος	58	58	58
Σίδηρος	0	0	0
Βιταμίνη Α	28	14	18
Θειαμίνη	17	11	17
Ριβοφλαμίνη (Β2)	77	53	71
Νιασίνη	4	3	4
Βιταμίνη C	12	11	11

**Πίνακας 6:** Ποσοστά καλυπτόμενων ημερήσιων αναγκών με την κατανάλωση 0,5lt αγελαδινού γάλακτος (Κεχαγιάς, 2011).

Παρατηρώντας τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα, μπορούμε να συμπεράνουμε ορισμένα πράγματα που αφορούν στην διατροφή του ανθρώπου:

○ Το γάλα και τα προϊόντα του έχουν την δυνατότητα να εφοδιάζουν τον ανθρώπινο οργανισμό με ορισμένα απαραίτητα συστατικά, από τα οποία τα σημαντικότερα είναι: οι πρωτεΐνες, το ασβέστιο, ο φώσφορος, η ριβοφλαμίνη και δευτερεύοντα είναι η βιταμίνη Α, η θειαμίνη και η βιταμίνη C.

○ Με βάση το ποσοστό των πρωτεϊνών και την σύνθεση τους σε αμινοξέα είναι τέτοια που μπορεί να θεωρηθεί ως πρωτεΐνη υψηλής βιολογικής αξίας.

○ Το γάλα είναι γνωστό ότι αποτελεί την κύρια πηγή ασβεστίου στην διατροφή πολλών λαών. Το ασβέστιο χρειάζεται σε μεγάλες ποσότητες στον ανθρώπινο οργανισμό διότι είναι σημαντικό στο σχηματισμό και την διατήρηση των οστών, το κανονικό πήξιμο του αίματος και τη σωστή λειτουργία του νευρικού συστήματος. Σε χώρες με μεγάλη παραγωγή γάλακτος, όπως οι Η.Π.Α., ο Καναδάς, η Ολλανδία, οι Σκανδιναβικές χώρες κ.α. τα  $\frac{3}{4}$  των ημερήσιων αναγκών του ασβεστίου προλαμβάνεται από το γάλα και τα προϊόντα του. Στις χώρες που καταναλώνεται μεγάλη ποσότητα γάλακτος δεν έχουν παρατηρηθεί σημαντικές ανεπάρκειες ασβεστίου, σε αντίθεση με τις χώρες που δεν καταναλώνεται αρκετή ποσότητα γάλακτος παρατηρείται σημαντικές περιπτώσεις ανεπάρκειας ασβεστίου κυρίως σε μικρά παιδιά, εγκυμονούσες, ηλικιωμένες γυναίκες και λιγότερο σε ηλικιωμένους άνδρες. Αυτό συμβαίνει γιατί δεν υπάρχουν άλλες τροφές τόσο πλούσιες σε ασβέστιο ώστε να συμπεριληφθούν στο καθημερινό τους διαιτολόγιο.

○ Η βιταμίνη Β2 είναι από τις βιταμίνες που υπερισχύουν στο γάλα. Στις χώρες με έντονη κατανάλωση γάλακτος κύρια πηγή ριβοφλαμίνης, 40-50%, προέρχεται από το γάλα ή τα γαλακτοκομικά προϊόντα, ενώ στις χώρες με λιγότερη κατανάλωση γάλακτος η απόκτηση ριβοφλαμίνης μπορεί να γίνει από τα δημητριακά και τα φρέσκα λαχανικά. Το γάλα όμως δεν είναι τόσο πλούσιο στις βιταμίνες Α και νιασίνη.

○ Η λακτόζη είναι το ένζυμο που βρίσκεται μόνο στο γάλα, ωστόσο ο ακριβής ρόλος της στην διατροφή του ανθρώπου δεν έχει διευκρινιστεί ακόμη, ενώ μπορεί και αντικαθίσταται από άλλους δισακχαρίτες. Πολλοί άνθρωποι δεν έχουν το κατάλληλο ένζυμο την λακτάση ώστε να καταφέρουν να διασπάσουν την λακτόζη σε γλυκόζη και γαλακτόζη, με συνέπεια να υποφέρουν από διάρροια και φούσκωμα όταν

καταναλώνουν γάλα και προϊόντα του. Όλα τα νήπια έχουν το ένζυμο της λακτάσης αλλά καθώς μεγαλώνουν το χάνουν. Στις Αφρικανικές και Ασιατικές χώρες πάνω από το 60% των κατοίκων της δεν έχουν το ένζυμο της λακτάσης. Στους ανθρώπους αυτούς συνίσταται προϊόντα χωρίς καθόλου λακτόζη (τυρί) ή με μικρή ποσότητα λακτόζης (γιαούρτι). Πολλές βιομηχανίες παρασκευάζουν τρόφιμα που περιέχουν μέσα το ένζυμο της λακτάσης όπου έχει ήδη διασπαστεί η λακτόζη σε γλυκόζη και γαλακτόζη.

ο Το λίπος του γάλακτος είναι εκείνο το συστατικό που έχει δεχτεί τις περισσότερες αρνητικές κριτικές, επειδή πολλοί επιστήμονες έχουν διατυπώσει πως με την κατανάλωση του λίπους του γάλακτος προκαλείται σκλήρυνση των αρτηριών της καρδιάς και πιθανότητες προσβολής της καρδιάς. Από την άλλη όμως η κατανάλωση ζυμώμενων προϊόντων (γιαούρτι, ξινόγαλα) αναφέρουν πως έχει ευνοϊκές επιδράσεις στον οργανισμό του ανθρώπου όπως αντικαρκινικές ιδιότητες, μακροζωία κ.α.. Καμία από τις δύο πλευρές δεν είναι σίγουρη γιατί όλα αυτά βασίζονται πάνω σε πειράματα ζώων. (Κεχαγιάς, 2011).

### 3. Ξινόγαλα

#### 3.1 Ιστορία ξινογάλακτος

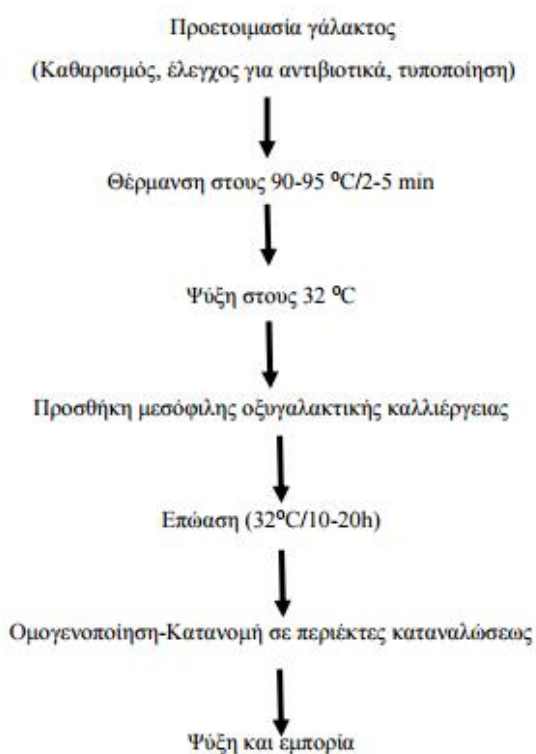
Το ξινόγαλα ή οξύγαλα είναι γνωστό σε όλο τον κόσμο με διάφορες ονομασίες. Στη Μέση Ανατολή οι νομάδες εξέτρεφαν αγελάδες, κατσίκες, πρόβατα και καμήλες. Επειδή μετακινούνταν για μεγάλο χρονικό διάστημα μακριά από την πατρίδα τους και λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, το γάλα που κουβαλούσαν ξίνιζε. Από τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος που δημιουργούνται από την ζύμωση, δημιουργείται ένα προϊόν που μπορεί να καταναλωθεί άφοβα, το ξινόγαλα. Η παραγωγή του προέκυψε από την διατήρηση του γάλακτος στις αρχές του 1900. Το προϊόν έγινε γνωστό σε πολλές χώρες, όπως στην Τουρκία, ως γιαούρτι ή γνωστό σε όλους αριάνι.(Tamime & Robinson, 1999).

Το ξινόγαλα εμφανίζεται μετά το σχηματισμό των κόκκων του βουτύρου κατά την βουτυροποίηση της κρέμας. Η σύσταση του εξαρτάται αν αυτό προέλθει από την Παρασκευή βουτύρου από γλυκιά ή από ώριμη κρέμα.(Tamime & Marshall, 1997). Η λιποπεριεκτικότητα του κυμαίνεται από 0,4-3% στις διάφορες χώρες. Η παρασκευή ξινογάλακτος από βούτυρο είναι ένα υποπροϊόν με σχετικά χαμηλή διατηρησιμότητα, ενώ ξινόγαλα από γάλα παράγεται κάτω από συνθήκες αυστηρά ελεγχόμενες και μπορούν να επηρεάσουν ευνοϊκά την ποιότητα του προϊόντος.

Μια παραδοσιακή διαδικασία για παραγωγή ξινογάλακτος συμβαίνει με τη φυσική αποκορύφωση του γάλατος, διαδικασία που διαρκεί τουλάχιστον 12 ώρες ή και περισσότερο ανάλογα με την ποσότητα του γάλατος που υπάρχει. Όσο καθυστερεί η τοποθέτηση στο ψυγείο, τόσο πιο ξινό γίνεται. Αν το γάλα που χρησιμοποιείται είναι πρόβειο, τότε πριν ακόμη μοιραστεί στα μπουκάλια, αραιώνεται με καθαρό νερό, τόσο όσο λεπτό ή παχύ προτιμάται. Αραίωση μικρότερη γίνεται αν το γάλα είναι γίδινο και ακόμη μικρότερη ή καθόλου αν το γάλα είναι αγελαδινό. Σε κάθε περίπτωση το ποσοστό αραίωσης κρίνεται από τον κατασκευαστή. Με την φυσική αυτή διαδικασία, που είναι η πιο απλή από τις παραδοσιακές, υπάρχει πάντα ο κίνδυνος της ανάπτυξης

παθογόνων μικροοργανισμών είτε γιατί προϋπήρχαν στο γάλα, είτε λόγω επιμόλυνσης μέσα στις τόσες ώρες παραμονής για την αποκορύφωση.

Για την φυσική αποκορύφωση το γάλα χρησιμοποιείται ανεπεξέργαστο, μετά το άρμεγμα. Επιβάλλεται επομένως συνθήκες υγιεινής στην ποιότητά του, και στον χώρο εργασίας. Διαφορετικά είναι πολλές οι πιθανότητες να δημιουργηθεί ένα προϊόν παραδοσιακό μόν, ενδεχομένως όμως όχι ακίνδυνο. (Κεχαγιάς, 2011).



**Διάγραμμα 1:** Παρασκευή ξινόγαλακτος

### 3.2 Τύποι ξινόγαλακτος

#### Ξινισμένο βουτυρόγαλα

Το ξινισμένο βουτυρόγαλα (cultured buttermilk), προϊόν που παρασκευάζεται σε πολλές χώρες, είναι ιδιαίτερα δημοφιλές στις ΗΠΑ. Η Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων (KD.A) των ΗΠΑ ορίζει ότι "cultured buttermilk" είναι το προϊόν που παρασκευάζεται με οξίνιση, με ειδικά οξυγαλακτικά βακτήρια, από το μερικώς ή πλήρως αποβουτυρωμένο γάλα και το οποίο περιέχει τουλάχιστον 9,5% στερεό

υπόλειμμα άνευ λίπους. Το γάλα παστεριώνεται στους 85°C για 30 min, ψύχεται στους 22°C και ενοφθαλμίζεται σε αναλογία 0,5%/ο με οξυγαλακτική καλλιέργεια. Η επώαση γίνεται στους 22°C για 14-16 ώρες. Το πήγμα, λεπτόρρευστο, οξύτητας περίπου 0,75-0,80%/ο (PH=4,5) ανακινείται, ψύχεται στους 10°C, συσκευάζεται σε φιάλες ή άλλους περιέκτες και διακινείται υπό ψύξη σε θερμοκρασία μικρότερη από 4°C. Συντηρείται μέχρι 30 ημέρες. Η μέση χημική του σύσταση είναι: Νερό 90,5%, Λίπος 0,1%/ο, Πρωτεΐνες 3,6%, Λακτόζη 4,3%, Γαλακτικό οξύ 0,8% και τέφρα 0,7%/ο (Μάντης, 2000).

### **Οξύγαλα acidophilus**

Παρασκευάζεται από πλήρες ή αποβουτυρωμένο γάλα αγελάδας το οποίο ενοφθαλμίζεται σε αναλογία 1-2%/ο και επωάζεται στους 37°C μέχρις ότου πήξει και η τιτλοδοτούμενη οξύτητά του φθάσει σε 0,75-0,85%/ο. Αυτό απαιτεί επώαση 18-24 ωρών, χρονικό διάστημα αρκετό για να αναμειχθούν μικροοργανισμοί επιμόλυνσεως εάν το γάλα δεν έχει θερμανθεί σχεδόν σε βαθμό αποστείρωσεως. Η Θέρμανση του γάλακτος μπορεί να γίνει: α) στους 115-120°C για 20-10 min, β) στους 95°C για 1-1,5 ώρες ή γ) στους 87-90°C για 1 ώρα. Μετά τη συμπλήρωση της επώασεως το γάλα πήζει σε μαλακό πήγμα, το οποίο αναμιγνύεται, εμφιαλώνεται και διακινείται υπό ψύξη. Είναι τρώσιμο θρεπτικό και εύπεπτο, αλλά αρκετά όξινο.

### **Βουλγαρικό Οξύγαλα**

Είναι παραδοσιακό προϊόν των Βαλκανικών χωρών και κυρίως της Βουλγαρίας απ' όπου διαδόθηκε και σε άλλα μέρη του κόσμου. Παρασκευάζεται κατά τον ίδιο τρόπο, όπως και το οξύγαλα acidophilus, με την διαφορά ότι αντί για *Lactobacillus acidophilus* χρησιμοποιείται *Lactobacillus bulgaricus*. Η επώαση γίνεται στους 43°C και το τελικό προϊόν, έχει μορφή παχύρρευστου πηγματος, αλλά είναι περισσότερο όξινο από το προϊόν (οξύτητα 1,5-3,0%/ο σε γαλακτικό οξύ).

## **3.3 Ελληνικό οξύγαλα ή ξινόγαλα**

Είναι παραδοσιακό προϊόν ζυμώσεως του βουτυρογάλακτος ή του άπαχου γάλακτος το οποίο παράγεται σε αρκετές χώρες και ιδιαίτερα στις Η.Π.Α. Η κατανάλωση του προϊόντος αυτού στη χώρα μας έμεινε σε χαμηλά επίπεδα. Τελευταία

παρατηρείται τάση για διάδοση τέτοιου προϊόντος σε σύγχρονη μορφή.(Fernandes, 2008).

Κατά τον παραδοσιακό τρόπο παρασκευής το βουτυρόγαλα ή το γάλα αφήνεται να υποστεί γαλακτική ζύμωση από τη φυσική οξυγαλακτική του χλωρίδα. Η πορεία όμως της ζυμώσεως είναι συχνά ανώμαλη η δε πιθανή ύπαρξη παθογόνων βακτηρίων καθιστά τη μέθοδο αυτή ανασφαλής. Η υγιεινή επιβάλλει θέρμανση του βουτυρογάλακτος ή του άπαχου γάλακτος στους 90-95°C για 15 min, ψύξη στους 25-28°C και ενοφθαλμισμό του με οξυγαλακτική καλλιέργεια σε αναλογία 10- 15%. Η οξυγαλακτική καλλιέργεια είναι είτε οξύγαλα προηγούμενης ημέρας είτε ειδικά προετοιμασμένη καλλιέργεια σε αποστειρωμένο βουτυρόγαλα ή γάλα με χρήση αφυδατωμένης μητρικής καλλιέργειας. Μετά την προσθήκη της οξυγαλακτικής καλλιέργειας γίνεται επώαση στους 28-30°C και αφού πήξει θραύεται με χτύπημα το πήγμα και το προϊόν μετατρέπεται σε παχύρρευστο υγρό, το οποίο συσκευάζεται σε φιάλες και διακινείται σε θερμοκρασία ψύξεως.(Fernandes, 2008).

Η θέρμανση του βουτυρογάλακτος ή του γάλακτος στους 90°C για 15 min, παστεριώνει το προϊόν, το οποίο είναι ασφαλές για τη Δημόσια Υγεία εφόσον προστατεύεται από επιμολύνσεις μέχρι τη συσκευασία του. Είναι προϊόν εύγεστο και εύπεπτο.

### **3.4 Παρασκευή ξινογάλακτος**

Το ξινόγαλα παρασκευάζεται υπό την επίδραση ορισμένων μικροοργανισμών επί της λακτόζης που παράγουν γαλακτικό οξύ και διοξείδιο του άνθρακα και κάποιες φορές αλκοόλη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να σχηματίζονται κι άλλες ουσίες που προέρχονται από την διάσπαση λευκωμάτων και λίπους. Οι ουσίες αυτές με την βοήθεια της αλκοόλης και του γαλακτικού οξέος να προσδίδουν αρεστή γεύση. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται διάφορα ποτά και προϊόντα γάλακτος με χαμηλή ποσότητα οινοπνεύματος και διοξειδίου του άνθρακα.

Το ξινόγαλα που δεν παρασκευάζεται στην Ελλάδα, παράγεται από νωπό γάλα και η διαδικασία είναι η εξής:

- Παστερίωση του γάλακτος
- Θέρμανση του παστεριωμένου γάλακτος στους 55°C
- Ομογενοποίηση

- Ψύξη στου 20°C
- Προσθήκη καλλιέργειας οξύνσεως
- Πλήρωση των φιαλών
- Παραμονή των φιαλών για 18 ώρες στους 20°C
- Αποθήκευση στο ψυγείο (Μανωλκίδης Κ., 1983).

Στο παραδοσιακό τρόπο παρασκευής το βουτυρόγαλα ή το γάλα αφήνεται να υποστεί γαλακτική ζύμωση από τη φυσική οξυγαλακτική του χλωρίδα. Η διαδικασία της ζύμωσης είναι πολλές φορές ανώμαλη και αυτό την καθιστά ανασφαλής λόγω ύπαρξης παθογόνων βακτηρίων. Η οξυγαλακτική καλλιέργεια που χρησιμοποιείται είναι είτε οξύγαλα προηγούμενης μέρας είτε ειδικά προετοιμασμένη καλλιέργεια σε αποστειρωμένο βουτυρόγαλα ή γάλα με χρήση αφυδατωμένης μητρικής καλλιέργειας.(Fernades R., 2008). Τα βακτήρια που χρησιμοποιούνται στις οξυγαλακτικές καλλιέργειες ανήκουν κυρίως στα γένη: Enterococcus, Lactococcus, Leuconostoc, Streptococcus και Lactobacillus και ονομάζονται διεθνώς starters (εκκινητές).(Καραγεώργης, 2004). Το βουτυρόγαλα ή το άπαχο γάλα θερμαίνεται στους 90-95°C για 15 λεπτά, ψύχεται στους 25-28°C και ενοφθαλμίζεται με οξυγαλακτική καλλιέργεια σε αναλογία 10-15%. Ακολουθεί η επώαση στους 28-30°C και αφού πήξει, θρυμματίζεται το πήγμα και το προϊόν μετατρέπεται σε παχύρευστο υγρό, συσκευάζεται σε φιάλες και μεταφέρεται σε θερμοκρασία ψύξεως. Η θέρμανση του βουτυρογάλακτος ή του γάλακτος παστεριώνει το προϊόν στους 95°C για 15 λεπτά.(Fernades R., 2008).

Κατά το παρελθόν σε γεωργικές περιοχές η παρασκευή του ξινογάλακτος γινόταν με τον ακόλουθο τρόπο: Πρώτα γέμιζαν το ασκί με γιαούρτι και κάθε μέρα προσθέτανε σε αυτό τόσο άβραστο φρέσκο αρμεγμένο γάλα. Επειδή το είχαν κρεμασμένο από τον ώμο το γάλα ανακατευόταν συνεχώς όσο βαδίζουν. Αυτή η ανάμειξη συντελούσε στη συντήρησή του και αποφεύγονταν οι αλλοιώσεις.

Το ξινόγαλο είναι το καλύτερο από τα προϊόντα του γάλακτος, γιατί χρησιμοποιείται για την παρασκευή του άβραστο και φρέσκο αρμεγμένο γάλα, που δεν έχει πάθει καμία αλλοίωση. Με αυτόν τον τρόπο δεν αναπτύσσονται σ' αυτό σηψιγόνοι οργανισμοί, γιατί εμποδίζεται η ανάπτυξή τους από το γαλακτικό οξύ που το συνθέτουν οι οξεοβάκλιοι. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι το λίπος χωρίζεται σε μικρά σταγονίδια, που πέτονται κι απορροφούνται ευκολότερα. Μία ποσότητα του βουτύρου μαζευόταν στην επιφάνεια του ξινογάλακτος. Αυτό το ονομάζουν «κορυφή».



Το άρωμά του, που οφείλεται κυρίως στην παρουσία του γαλακτικού οξέος κι η δροσιστική του γεύση είναι πολύ ευχάριστα. Στους άρρωστους χορηγείται ξινόγαλο γιατί είναι εύπεπτο και πλούσιο σε βιταμίνες. Εξαιρετικά ωφέλιμο είναι σ' εκείνους που πάσχουν από διαβήτη.

#### 4. Η καλλιέργεια του ξινογάλακτος ή γιαούρτης – Χαρακτηριστικά γνωρίσματα

Ως «οξυγαλακτικές» χαρακτηρίζονται οι καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται για την πρόκληση ωφέλιμων ζυμώσεων στα τρόφιμα. Απαρτίζονται από στελέχη ειδών βακτηρίων τα οποία καλούνται ‘οξυγαλακτικά βακτήρια’ (Lactic Acid Bacteria ή LAB).

Τα γενικά χαρακτηριστικά των οξυγαλακτικών βακτηρίων είναι: θετικά κατά Gram, μη σπορογόνα, αρνητικά στη καταλάση, στερούνται κυτοχρώματος, αναερόβια, ευαίσθητα, οξεάντοχα και ζυμώνουν τα σάκχαρα με κύριο τελικό προϊόν το γαλακτικό οξύ. Επίσης, είναι απαιτητικά σε θρεπτικά συστατικά, γι’ αυτό για να αναπτυχθούν χρειάζονται υποστρώματα πλούσια σε θρεπτικά συστατικά π.χ. γάλα. Έχουν όμως την να μεταβάλουν τον μεταβολισμό τους ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας διάφορες ουσίες.

Ο μεταβολισμός των οξυγαλακτικών βακτηρίων δεν διαφέρει από κείνων των άλλων βακτηρίων. Έχει ως στόχο να εφοδιάσει το κύτταρο με ενέργεια (υπό μορφή ATP) απαραίτητη κυρίως για τους βιοσυνθετικούς σκοπούς του, τη διατήρησή της ομοιόστασης του (έκκριση ουσιών) και γενικά για όλη την λειτουργία του, καθώς να το προμηθεύσει με τα απαραίτητα συστατικά (π.χ. αμινοξέα) για την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό του. (Καραγεώργης, 2004).

Ορισμένα από τα οξυγαλακτικά βακτήρια που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή γιαούρτης (*Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*) αποδείχτηκε ότι ασκούν ευεργετική επίδραση στη λειτουργία του εντέρου και γενικότερα στην υγεία του ανθρώπου. Στο εμπόριο κυκλοφόρησαν γιαούρτια που περιέχουν ορισμένα από αυτά τα βακτήρια, τα οποία χαρακτηρίζονται ως προβιοτικά. Τα κυριότερα προβιοτικά βακτήρια που χρησιμοποιούνται είναι:

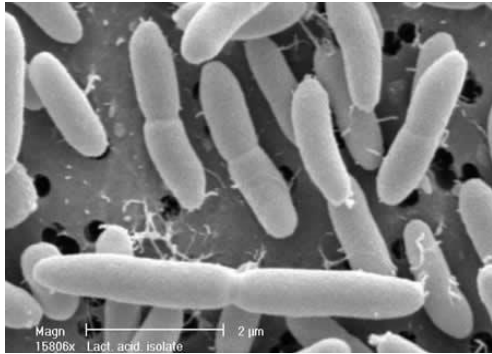
- Είδη του γένους *Bifidobacterium* (*B. bifidum*, *B. longum* κ.α.).
- Είδη του γένους *Lactobacillus* (*L. acidophilus*, *L. casei*, *L. paracasei*, *L. ramosus*).
- Είδη του γένους *Lactococcus* (*L. lactis*, *L. diacetylactis*) (Robinson, 2002).

Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία ως επιδόρπιο (Desert) χαρακτηρίζεται προϊόν έτοιμο προς βρώση που παρασκευάζεται από:

- Μία ή περισσότερες κατηγορίες γάλακτος που προβλέπονται από Κ.Τ.Π. (2003)
- Προϊόντα γάλακτος ή και συστατικό γάλακτος (πρωτεΐνη γάλακτος, λακτόζη) ή και μαγιά γιαουρτιού και στις δύο περιπτώσεις τα παραπάνω προϊόντα γάλακτος ή το γάλα σε αναλογία 75% τουλάχιστον κατά βάρος του τελικού προϊόντος, αναγόμενο σε νωπό γάλα
- Σακχαρούχες γλυκαντικές ύλες (σακχαρόζη, ή άλλο σάκχαρο)
- Φυσικές αρωματικές ουσίες όπως φρούτα (νωπά, αφυδατωμένα, εγκυτιωμένα κ.λπ.)
- Χυμοί φρούτων με ή χωρίς ζάχαρη (φρέσκα ή ζαχαρωμένα φρούτα καθώς και προϊόντα με γλυκαντικές ύλες που περιλαμβάνονται στον Κ.Τ.Π.)
- Κακάο σκόνη (λιποπερικτικότητα 10% τουλάχιστον σε βούτυρο κακάο), σοκολάτα ή εκχύλισμα καφέ με ή χωρίς καφεΐνη. Επίσης στα παραπάνω προϊόντα επιτρέπεται η προσθήκη τεχνικών αρωματικών και χρωστικών υλών, πυκνωτικών και πηκτικών υλών, με την προϋπόθεση ότι αυτές επιτρέπονται από τον κώδικα (Μάντης, 2000).

## 4.1 Γένος *Lactobacillus bulgaricus*

Ένα σημαντικό είδος που χρησιμοποιείται στις εμπορικές οξυγαλακτικές καλλιέργειες είναι *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Ο L.b. είναι θερμοφίλος και παράγει σημαντικά μεγαλύτερες ποσότητες οξέος σε σχέση με τα υπόλοιπα οξυγαλακτικά βακτήρια.



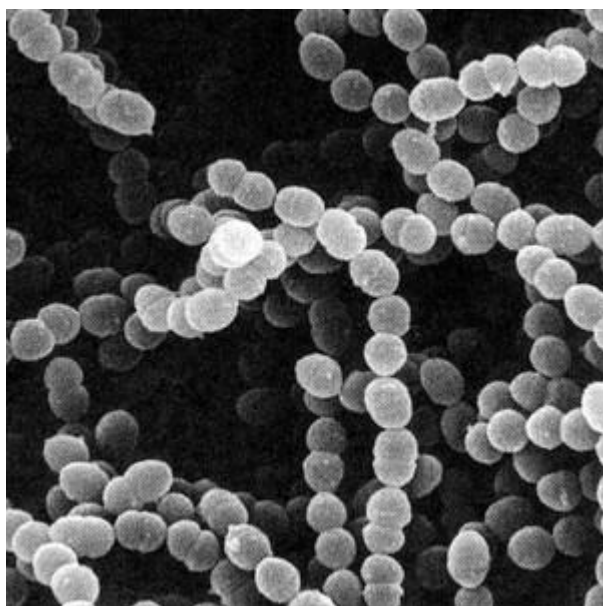
**Εικόνα 4:** *Lactobacillus bulgaricus*

Οι λακτοβάκιλλοι είναι από τις πιο μεγάλες ομάδες ραβδόμορφων βακίλων που το σχήμα τους μπορεί να είναι μακρύ και λεπτό έως κοντό. Το γένος περιλαμβάνει 64 είδη. Η πρώτη κατάταξη έγινε από τον Orla-Jense το 1919 τα βακτηριακού σχήματος καταλάση αρνητικά είδη των λακτοβακίλλων σε τρεις ομάδες: *Thermobacterium*, *Streptobacterium* και *Betabacterium*. Η ταξινόμηση αυτή ώθησε στο χαρακτηρισμό των λακτοβακίλλων σε θερμοφίλους οι οποίοι αναπτύσσονται στους 45°C αλλά όχι στους 15°C και τους μεσόφιλους όπου αναπτύσσονται στους 15°C αλλά όχι στους 45°C. Η διάκριση αυτή χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα όπου στην γαλακτοκομία το εύρος θερμοκρασίας ανάπτυξης είναι πολύ σημαντικό. Οι λακτοβάκιλλοι είναι πολύ ανθεκτικοί σε χαμηλό pH, κάτω από τους 4,5. Επίσης οι λακτοβάκιλλοι διαιρούνται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το μεταβολισμό των σακχάρων. Στην 1<sup>η</sup> ομάδα περιλαμβάνονται τα είδη που μεταβολίζουν υποχρεωτικά ομοιοζυμωτικά τις εξόζες προς γαλακτικό οξύ ενώ δεν ζυμώνουν τις πεντόζες. Στην 2<sup>η</sup> ομάδα ανήκουν τα είδη που μεταβολίζουν τις εξόζες προαιρετικά ομοιοζυμωτικά, αλλά σε ανεπάρκεια γλυκόζης ακολουθούν ετεροζυμωτικό τύπο ζύμωσης. Ζυμώνουν τις πεντόζες προς γαλακτικό οξύ, οξικό οξύ, αιθανόλη και CO<sub>2</sub>. Στην 3<sup>η</sup> ομάδα ανήκουν οι υποχρεωτικά ετεροζυμωτικοί λακτοβάκιλλοι και μεταβολίζουν τις εξόζες προς γαλακτικό οξύ, αιθανόλη και CO<sub>2</sub>. (Καραγεώργης, 2004).

## 4.2 Γένος *Streptococcus thermophilus*

Το γένος *Streptococcus* περιλαμβάνει 27 είδη βακτηρίων από τα οποία μόνο ένα είδος χρησιμοποιείται στις οξυγαλακτικές καλλιέργειες, ο *Streptococcus thermophilus*. (Καραγεώργης, 2004). Γενικά οι στρεπτόκοκκοι είναι μη κινητικοί, αναερόβιοι, με μη υποχρεωτικό ομοζυμωτικό μεταβολισμό μικροοργανισμοί. (Hutkins, 2006).

Ο *Streptococcus thermophilus* προέρχεται αποκλειστικά από γαλακτοκομικό περιβάλλον από το οποίο μπορεί να απομονωθεί εύκολα. Είναι ένα βακτήριο Gram-θετικό, αναερόβιο, αρνητικό στη καταλάση, μη κινητικός οργανισμός, με σφαιρικά ωοειδή κύτταρα με διάμετρο 0,7-0,9 μ και μπορεί να επιβιώσει στους 60°C για 30 λεπτά. (Vedamunthu, 2006). Όπως φανερώνει και το όνομα του είναι θερμόφιλο βακτήριο. (Tetra Packprocessing Systems). Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης του είναι στους 37°C και αναπτύσσεται καλά και σε συνεργασία με τον *Lactobacillus bulgaricus* κατά την επώαση του γιαουρτιού στους 43°C. (Vedamunthu, 2006). Ο *thermophilus* είναι πιο ευαίσθητος από τον *bulgaricus* στο οξύ και έτσι οι κόκκοι του βακτηρίου με την παρατεταμένη αποθήκευση του γιαουρτιού μπορεί να τραυματιστούν και έπειτα να πεθάνουν. (Marth & Steele, 2001). Τέλος ο *thermophilus* ζυμώνει τα σάκχαρα ομοιοζυμωτικά παράγοντας L-γαλακτικό οξύ. (Καραγεώργης, 2004).



**Εικόνα 5:** *Streptococcus thermophilus*

### 4.3 Συμβίωση

Συμβίωση ορίζεται το φαινόμενο κατά το οποίο υπάρχει αμοιβαία σχέση ανάπτυξης μεταξύ δύο ή περισσότερων μικροοργανισμών, δηλαδή ο ένας μικροοργανισμός βοηθάει τον άλλον να αναπτυχθεί.

Στην προκειμένη περίπτωση ο *Lactobacillus bulgaricus* και ο *Streptococcus thermophilus* μπορούν να συμβιώσουν, που σημαίνει ότι το γάλα πήζει γρηγορότερα. Δηλαδή υπάρχει ταχύτερος ρυθμός ανάπτυξης κυττάρων από ότι αν οι μικροοργανισμοί καλλιεργούνταν χωριστά.

Από πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί, διαπιστώθηκε πως ο *L. bulgaricus* ενισχύει την ανάπτυξη του *S. thermophilus* με την απελευθέρωση των αμινοξέων. Η ευνοϊκή επίδραση των αμινοξέων έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου αναπαραγωγής των στρεπτόκοκκων και αύξηση του αριθμού τους. Στην αρχική φάση της αναπτύξεως των μικροοργανισμών, τα κύτταρα του *S.thermophilus* αναπαράγονται ταχύτερα και υπερτερούν από αυτά των βακίλων με σχέση 3-4 προς 1. Με το πέρασμα του χρόνου ο ρυθμός επιβραδύνεται λόγω της συσσώρευσης του γαλακτικού οξέος που δρα ανασταλτικά για τους στρεπτόκοκκους και ο αριθμός των βακίλων προσεγγίζει τον συμβαίνοντα μικροοργανισμό.(Βεϊνόγλου, 1980). Ο *S.thermophilus* παράγει μυρμηγκικό οξύ (formic acid) που βοηθά την αναπαραγωγή του *L.bulgaricus*. Μυρμηγκικό οξύ παράγεται επίσης κατά την διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας του γάλακτος σε μικρές ποσότητες. Το CO<sub>2</sub> που παράγεται από το *S.thermophilus* βοηθάει το *L.bulgaricus* στην ανάπτυξη του.(Champagne et al., 2005).

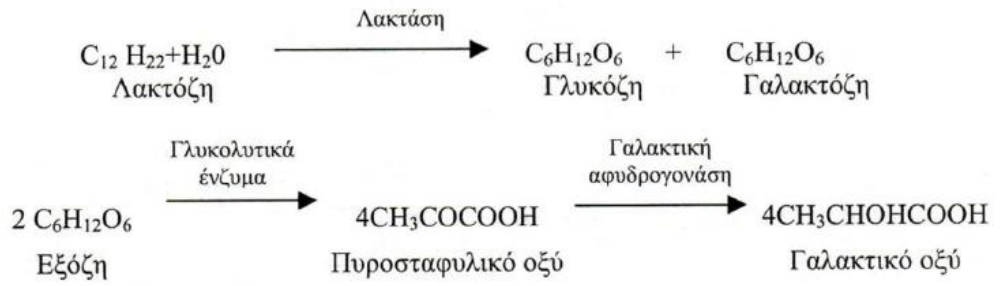
Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως και οι δύο μικροοργανισμοί ζυμώνουν τη λακτόζη και παράγουν γαλακτικό οξύ. Επομένως και χωριστά να προστεθούν στο γάλα πάλι θα πήξει αλλά θα γίνει σε πιο αργό ρυθμό. Για αυτό προτιμάται να προστίθενται μαζί στην καλλιέργεια λόγω των πλεονεκτημάτων που εξασφαλίζουν στην κοινή ανάπτυξή τους.

## 5. Γαλακτική ζύμωση

Η ζύμωση, μαζί με την ξήρανση και το αλάτισμα, είναι από τις πιο παλιές μεθόδους συντήρησης των τροφίμων. Επίσης, θεωρείται σημαντική γιατί μπορεί να μειώσει την τοξικότητα και να προσδώσει γεύση στα τρόφιμα. Η ζύμωση επέτρεψε στους παλαιούς ανθρώπους να διατηρήσουν τα τρόφιμα τους στις εύκρατες και δροσερές περιοχές για να επιβιώσουν τη χειμερινή περίοδο και εκείνων στις τροπικές περιοχές για να επιβιώσουν στις περιόδους ξηρασίας.(Marshall & Mejia, 2011).

Η συνηθέστερη και πιο σημαντική ζύμωση της λακτόζης είναι η γαλακτική. Το μόλις αρμεγμένο γάλα έχει ελαφρώς γλυκιά γεύση. Αυτό όμως σε ευνοϊκές συνθήκες περιβάλλοντος αποκτά όξινη γεύση, που συνοδεύεται από χαρακτηριστική οσμή. Η αλλαγή αυτή οφείλεται στην επίδραση των μικροοργανισμών, που με τα ένζυμα με τα οποία εκκρίνουν, μετατρέπουν τη λακτόζη σε γαλακτικό οξύ.

Όταν η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος φτάσει 0.3%-0.4% τότε γίνεται αισθητή η όξινη γεύση του γάλακτος, ενώ στο 0.6%-0.7% δημιουργείται η πήξη του σε συνηθισμένες συνθήκες περιβάλλοντος. Όταν όμως φτάσει στο 0.1% τότε διακόπτεται η παραγωγή του γαλακτικού οξέος, διότι η συγκέντρωση αυτή δρα ανασταλτικά στη δράση των μικροοργανισμών του γάλακτος και επέρχεται πάλι όταν εξουδετερωθεί το γαλακτικό οξύ. Το γαλακτικό οξύ στη καθαρή του μορφή δεν έχει ούτε γεύση, ούτε οσμή όξινου γάλακτος, διότι η λακτόζη όταν μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ δεν γίνεται με τον από τρόπο που φαίνεται στην περιγραφή αλλά ακολουθεί μια μακρά σειρά χημικών αντιδράσεων. Μαζί με το γαλακτικό οξύ εμφανίζονται κι άλλες ουσίες, όπως CO<sub>2</sub>, οξέα, αλκοόλες και αλδεΐδες. Οι ουσίες αυτές βρίσκονται σε πολύ μικρή αναλογία που αντιπροσωπεύουν μόλις το 5% ενώ το υπόλοιπο 95% είναι το γαλακτικό οξύ.(Donkor *et al.*, 2007).



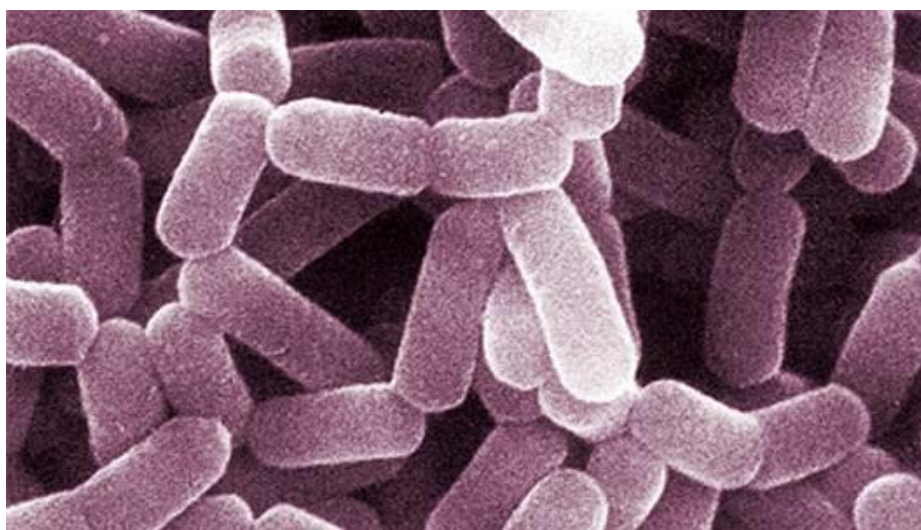
**Εικόνα 6:** Γαλακτική ζύμωση

Το γαλακτικό οξύ είναι επίσης μια σημαντική χημική ουσία σε μια ευρεία ποικιλία εφαρμογών στη βιομηχανία τροφίμων, ως συντηρητικό και οξινιστικό. (Kourkoutas *et al.*, 2004).



## 6. Βάκιλος *Lactobacillus casei* (γενικά – οφέλη)

Οι ομοζυμωτικοί γαλακτοβάκιλλοι οι οποίοι είναι τυπικοί του ανθρώπινου ξενιστή, αντιπροσωπεύονται από 3 ομάδες 1) το σύμπλεγμα *Lactobacillus acidophilus*, (το οποίο ανήκει στην κατηγορία *Lactobacillus delbrueckii*, 2) το σύμπλεγμα *Lactobacillus salivarius*, (το οποίο ανήκει στην κατηγορία *L. salivarius*) και 3) το σύμπλεγμα *Lactobacillus casei* (το οποίο ανήκει στην κατηγορία *Lactobacillus plantarum*. (Tamine & Marshall, 1997).



**Εικόνα 7:** *Lactobacillus casei*

Ο *Lactobacillus casei* είναι ένα από τα πολλά είδη βακτηρίων που ανήκουν στο γένος *Lactobacillus* και είναι προαιρετικά ετεροζυμωτικό είδος. Τα κύτταρα είναι ραβδία τείνοντας σε σχηματισμό μικρών αλυσίδων μέσα στο γάλα. Άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης έχει στους 10-30°C, ενώ στους 45°C δεν σημειώνεται ανάπτυξη. Όπως και άλλοι γαλακτοβάκιλλοι, έχει μεγάλες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία και κυρίως της βιταμίνης Β. (Ανυφαντάκης & Καλαντζόπουλος, 1993). Κάθε κύτταρό του είναι περίπου 1-2,5μm μακρύ και έχει διάμετρο 0,5μm. Γενικά το μέγεθος των βακτηριακών κυττάρων αλλάζει κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας. Ο *L.casei* παρουσιάζει ένα στρογγυλό κύτταρο και έχει λεία επιφάνεια χωρίς μαστίγια και βλεφαρίδες. (Farnworth, 2008). Είναι ανθεκτικοί στα αντιβιοτικά και στο χλωριούχο νάτριο και βέλτιστο pH έχει 5,5. Το γαλακτικό οξύ που παράγεται από τα *L.casei* μέσω ζύμωσης είναι αρκετά σημαντική διότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε γιαούρτια και τυριά. (Mishra and Prasad, 2005).

Ο *L.casei* είναι προαιρετικά αναερόβιος μικροοργανισμός που παίρνει ενέργεια μέσω της ζύμωσης. Μπορεί να ζυμώσει γαλακτόζη, γλυκόζη, φρουκτόζη, μαννόζη, μαννιτόλη, ταγκατόζη και Ν-ακετυλογλυκοζαμίνη. Η ικανότητα να ζυμώνουν λακτόζη είναι λιγότερο συχνή από τα στελέχη που προέρχονται από φυτικά υλικά απ' ότι εκείνων που προέρχονται από το τυρί και τη γαστρεντερική κοιλότητα του ανθρώπου. (Cai et al. , 2007). Οι συνθήκες της ζύμωσης, όπως η θερμοκρασία, το pH το είδος μέσο ανάπτυξης παίζουν σημαντικό ρολό στην ανάπτυξη της δραστηριότητας του. (Ha et al., 2003). Η πιο σημαντική ένωση που παράγει ο *L.casei* είναι το γαλακτικό οξύ. Λαμβάνεται με ζύμωση της γλυκόζης και τον σχηματισμό γαλακτικού. Χρησιμοποιείται σε πολλές βιομηχανικές διεργασίες, όπως χημική και βιολογική παραγωγή οργανικών οξέων, ως άρτυμα στα τρόφιμα, κατασκευή καλλυντικών και στη παραγωγή βιοδιασπώμενων πλαστικών. (Chan-Blanco et al., 2003).

Ο *L.casei* είναι το τελευταίο προβιοτικό συμπλήρωμα που προστίθεται στο γιαούρτι ή σε προβιοτική καλλιέργεια. Παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον το γεγονός ότι είναι σταθερό κατά την αποθήκευση. (Champagne et al., 1997).

Ο μικροοργανισμός αυτός βρίσκεται στη κανονική εντερική μικροχλωρίδα του ανθρώπου. Λόγω που είναι προβιοτικό στέλεχος θεωρείται ότι έχει ευεργετική δράση στον ξενιστή του βελτιώνοντας την εντερική μικροβιακή ισορροπία. (Fernandes, 2008). Μειώνει τη συχνότητα ή την διάρκεια των επεισοδίων της οξείας διάρροιας σε μικρά παιδιά και μπορεί να αυξάνει τη συγκέντρωση των γαλακτοβακίλλων στη μικροχλωρίδα του εντέρου των βρεφών. (Oozeer, et al., 2006). Επίσης αυξάνει την ανοσολογική απόκριση του συστήματος, μειώνει τον καρκίνο της ουροδόχου κύστης και μειώνει τα επίπεδα της χοληστερίνης.

## 7. Προβιοτικά

### 7.1 Τι είναι προβιοτικά

Την τελευταία δεκαετία έχει υπάρξει μία αύξηση στις πωλήσεις καλλιεργημένων προϊόντων που περιέχουν βιώσιμα προβιοτικά βακτήρια και προέρχονται από τον άνθρωπο.(O'Sullivan et al., 1992).

Η λέξη probiotic είναι σύνθετη λέξη που προέρχεται από το pro που σημαίνει 'για' και από το biotic που σημαίνει βιοτικός – βίος – ζωή, δηλαδή προβιοτικά=για ζωή. Έχουν χρησιμοποιηθεί διάφοροι ορισμοί όπως: «οργανισμοί και ουσίες που έχουν ευεργετική επίδραση στο ζώο ξενιστή συμβάλλοντας στη μικροβιακή εντερική ισορροπία»(Lourens-Hattingh & Viljoen, 2001) ή ως « οι ζωντανοί οργανισμοί, οι οποίοι όταν χορηγούνται σε επαρκή ποσά προσφέρουν πολλά οφέλη στην υγεία του ξενιστή" όπως περιγράφεται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (FAO / WHO, 2002). Με αυτή την έννοια, τα προβιοτικά, έχουν δείξει σε μερικές μελέτες να αποτελούν αποτελεσματική θεραπεία πολλών εντερικών διαταραχών και να επηρεάζουν θετικά στο ανοσοποιητικό σύστημα. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι μικροοργανισμοί αυτοί καταναλώνονται κυρίως από το στόμα, θα ήταν λογικό να θεωρηθεί ότι τα ευεργετικά αποτελέσματά τους θα ήταν κυρίως εμφανή σε εντερικές παθολογικές καταστάσεις. Ωστόσο οι καθοριστικές τους αυτές επιδράσεις στη συστηματική ανοσοαπόκριση, μπορεί να επιφέρει θετικά αποτελέσματα σε συστηματικές διαταραχές, όπως οι αλλεργίες ή οι φλεγμονώδεις νόσοι και έχουν επίσης επιδείξει μία ευεργετική δράση στη θεραπεία της κολπίτιδας.

Οι προβιοτικοί μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούνται συχνότερα είναι οι *Lactobacillus* και τα στελέχη *Bifidobacterium*. Ωστόσο, άλλα είδη, όπως *Escherichia coli* και *Bacillus cereus* έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για να επιτύχουν τους ίδιους στόχους, μαζί με κάποια ζύμη, κυρίως την *Saccharomyces cerevisiae* (O'Sullivan et al., 1992). Μερικά από αυτά τα είδη έχουν ενσωματωθεί στα τρόφιμα, μετατρέποντάς τα σε λειτουργικά τρόφιμα. Αυτά τα είδη των τροφίμων ορίζονται ως τροποποιημένα τρόφιμα ή συστατικά τροφίμων που παρέχουν ένα όφελος για την υγεία πέρα από την ικανοποίηση των παραδοσιακών απαιτήσεων σε θρεπτικά συστατικά (Champagne et al., 1997).

Για να παραχθούν αυτές οι ευεργετικές επιδράσεις για την υγεία, τα προβιοτικά πρέπει να έχουν την ικανότητα να επιβιώσουν και να πολλαπλασιαστούν μέσα στον

ξενιστή. Στο πλαίσιο αυτό, τα προβιοτικά πρέπει να είναι μεταβολικός σταθερά και ενεργά στο προϊόν, να επιβιώνουν κατά τη διέλευση μέσω του στομάχου και να φτάνουν στο έντερο σε ικανοποιητική ποσότητα. Ωστόσο, διάφοροι παράγοντες έχουν αναφερθεί ότι επηρεάζουν τη βιωσιμότητα των προβιοτικών, συμπεριλαμβανομένου του pH, το υπεροξειδίο του υδρογόνου, το οξυγόνο, η θερμοκρασία και η αποθήκευση. Διαφορετικές προσεγγίσεις που αυξάνουν την αντίσταση αυτών των ευαίσθητων μικροοργανισμών ενάντια σε δυσμενείς συνθήκες έχει προταθεί, όπως η κατάλληλη επιλογή του οξέος και οι ανθεκτικές πιέσεις των χολικών, η χρήση δοχείων αδιαπέραστων σε οξυγόνο, η ζύμωσης δύο σταδίων, η προσαρμογή της πίεσης, η ενσωμάτωση των μικροθρεπτικών συστατικών όπως είναι τα πεπτίδια και τα αμινοξέα.(Saarela et al., 2000).

## 7.2 Μορφές προβιοτικών

Τα προβιοτικά μπορούν να καταναλωθούν είτε ως προϊόντα διατροφής (που έχουν υποστεί ζύμωση ή δεν έχουν υποστεί ζύμωση) ή ως διαιτητικά συμπληρώματα (προϊόντα σε σκόνη, κάψουλα ή δισκίο μορφές). Η κατανάλωση προβιοτικών κυττάρων μέσω των προϊόντων διατροφής είναι η πιο δημοφιλή προσέγγιση προς το παρόν. Τα τρόφιμα στα οποία βρίσκονται αναφέρονται ως λειτουργικά τρόφιμα και η αναζήτησή τους αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς λόγω της αύξησης της ευαισθητοποίησης των καταναλωτών. Σημαντική επιτυχία έχει επιτευχθεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών στην ανάπτυξη των γαλακτοκομικών προϊόντων που περιέχουν προβιοτικά βακτήρια, όπως γάλατα που έχουν υποστεί ζύμωση, παγωτό, διάφορα είδη τυριών, παιδικές τροφές, γάλα σε σκόνη, κατεψυγμένα γαλακτοκομικά επιδόρπια, κρέμα γάλακτος, βουτυρόγαλα, κανονικό και αρωματισμένο γάλα σε υγρή μορφή και ποτά με ορό γάλακτος.

Ωστόσο, έχοντας κατά νου το υψηλό ποσοστό της δυσανεξίας στη λακτόζη καθώς και τους χορτοφάγους άρχισαν να κυκλοφορούν στο εμπόριο διάφορα μη-γαλακτοκομικά προβιοτικά προϊόντα, με βάση τα δημητριακά, όπως ζυμωμένα προϊόντα βρώμης, οι χυμοί φρούτων και τα ζυμωμένα προϊόντα σόγιας. (Butel, 2013).

Τα προβιοτικά τρόφιμα πρέπει να είναι ασφαλή και να περιλαμβάνουν τον κατάλληλο αριθμό προβιοτικών μικροοργανισμών σε επαρκή ποσότητα την στιγμή της

κατανάλωσης. Τότε παρέχουν μια σειρά από οφέλη για την υγεία, κυρίως μέσω της διατήρησης της φυσιολογικής εντερικής μικροχλωρίδας και την προστασία έναντι γαστρεντερικών παθογόνων, της ενίσχυσης του ανοσοποιητικού συστήματος, την μείωση του επιπέδου της χοληστερόλης στον ορό του αίματος και της αρτηριακής πίεσης, της αντι-καρκινογόνου δράσης, της βελτίωσης της χρησιμοποίησης των θρεπτικών ουσιών και της διατροφικής αξίας των τροφίμων (Lourens-Hattingh & Viljoen, 2001), διατήρηση της υγείας της εντερικής χλωρίδας, στη διέγερση του ανοσοποιητικού, τη σύνθεση βιταμινών και αντιμικροβιακών παραγόντων, διευκόλυνση στη πέψη των πρωτεϊνών. (Chandan, 1999).

### **7.3 Προβιοτικά βακτήρια**

Κάθε είδος προβιοτικών βακτηρίων έχει διαφορετικά οφέλη για την υγεία. Η ποσότητα που χρειάζεται να λαμβάνεται καθημερινά εξαρτάται από το είδος του προβιοτικού. Θεωρείται ότι στόχος είναι η κατανάλωση 10<sup>6</sup> – 10<sup>7</sup> CFU/g προϊόντος ανά ημέρα, ώστε να επωφεληθεί ο ξενιστής από τις ευεργετικές του ιδιότητες.(Champagne et al., 2005). Μια ευρεία ποικιλία από διάφορα είδη μικροοργανισμών θεωρούνται ως πιθανοί προβιοτικοί εκείνοι που χρησιμοποιούνται στα προβιοτικά τρόφιμα είναι κυρίως βακτηρίδια από τα γένη *Lactobacillus* και *Bifidobacterium*. Τα μικρόβια του γένους *Lactobacillus* είναι κυρίαρχοι μικροοργανισμοί στο λεπτό έντερο και του γένους *Bifidobacterium* κυρίαρχοι στο παχύ έντερο. (Tripathi & Giri, 2014). Άλλα γένη που χρησιμοποιούνται είναι τα *Enterococcus*, τα *Streptococcus*, τα *Leuconostoc* κ.ά. οι περισσότεροι από αυτούς τους μικροοργανισμούς προέρχονται από ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα όπως είναι το κεφίρ και το Maasai milk. Άλλα βακτηριακά γένη που δεν περιλαμβάνονται στα γαλακτικά βακτήρια είναι *Escherichia coli*, *Propionibacterium*. Τα τελευταία χρησιμοποιούνται λιγότερο, διότι παρουσιάζουν υψηλότερο κίνδυνο ανεπιθύμητο ενεργειών. Επίσης για πολλά χρόνια έχει χρησιμοποιηθεί η ζύμη *Saccharomyces Boulardii* λόγω των πολλών προβιοτικών ιδιοτήτων της.(Butel, 2013).

Μικροοργανισμοί που συνήθως χρησιμοποιούνται ως προβιοτικές καλλιέργειες δίνονται στον πίνακα 6:

Λακτοβάκιλλοι	Bifidobacteria	Άλλα γαλακτικά βακτήρια	Άλλοι μικροοργανισμοί
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Bifidobacterium animalis</i>	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Bifidobacterium breve</i>		<i>Saccharo myces</i>

			<i>boulardi</i>
<i>Lactobacillus johnsonii</i>	<i>Bifidobacterium infantis</i>		<i>Clostridium butyricum</i>
<i>Lactobacillus reuter</i>	<i>Bifidobacterium longum</i>		
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	<i>Bifidobacterium adolescentis</i>		
<i>Lactobacillus salvarius</i>	<i>Bifidobacterium lactis</i>		
<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Bifidobacterium bifidum</i>		
<i>Lactobacillus crispatus</i>			

**Πίνακας 7:** Είδη μικροοργανισμών που χρησιμοποιούνται ως προ βιοτικά (Kudelka W., 2010).

Οι προβιοτικοί μικροοργανισμοί είναι συνήθως ανθρώπινης προέλευσης και δεν είναι παθογόνοι. Είναι απαραίτητο να διατηρούν τη ζωτικότητα τους κατά τη διάρκεια των τεχνολογικών διεργασιών που υφίσταται το τρόφιμο αλλά και κατά τη διάρκεια της διέλευσής τους από το γαστρεντερικό σωλήνα. Επίσης, είναι επιθυμητή η ακινητοποίησή τους στο επιθήλιο του εντέρου, η ανταγωνιστική δράση έναντι των παθογόνων μικροοργανισμών καθώς και η ανθεκτικότητά τους σε αντιβιοτικές ουσίες. Οι προβιοτικοί μικροοργανισμοί διατηρούνται ζωντανοί όταν βρίσκονται σε λυοφιλιωμένη μορφή καθώς και όταν εμβολιάζονται σε ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα. Η περισσότερο αποδεκτή μορφή χορήγησης των προβιοτικών μικροοργανισμών από τους καταναλωτές είναι αυτοί να περιέχονται σε ζυμωμένα τρόφιμα και αναψυκτικά, όπως ζυμωμένα προϊόντα γάλακτος (Svensson, 1999).

Οι Mann και Spoerry (1974) ανακάλυψαν ότι τα επίπεδα της χοληστερόλης στον ορό του αίματος μειώνονται σημαντικά από το γιαούρτι που έχει υποστεί ζύμωση με στελέχη του *Lactobacillus*. Ο Heese (1975) διαπίστωσε μειωμένα επίπεδα της χοληστερόλης του ορού με την κατανάλωση βρεφικής φόρμουλας που περιέχει

κύτταρα του *Lactobacillus acidophilus*. Υποτίθεται ότι αυτά τα οφέλη μπορεί να προκύψουν από την ανάπτυξη και την δράση των προβιοτικών κατά την παρασκευή των τροφίμων, ενώ μερικά μπορεί να προκύψουν από την ανάπτυξη και τη δράση ορισμένων ειδών των προβιοτικών στην εντερική οδό (Rasic, 1978).

Ο Stanton (2005) ανέφερε ότι τα οφέλη για την υγεία από τα λειτουργικά τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση είναι είτε λόγω της προβιοτικής δράσης (μέσω της αλληλεπίδρασης των ζωντανών μικροοργανισμών με τον ξενιστή), ή έμμεσα λόγω βιογενών αποτελεσμάτων ως συνέπεια της αφομοίωσης των μικροβιακών μεταβολιτών που παράγονται κατά τη διαδικασία της ζύμωσης.

Όσον αφορά τη μεγαλύτερη εφαρμογή των προβιοτικών, τη θέση κατέχουν οι λακτοβάκιλλοι από τους *Bifidobacteria*. Αυτό συμβαίνει διότι οι λακτοβάκιλλοι είναι πιο ανθεκτικοί σε χαμηλό pH και προσαρμόζονται πιο εύκολα στο γάλα και σε άλλα θρεπτικά υποστρώματα τροφίμων.

Εκτός των γαλακτοκομικών προϊόντων, εξετάζεται η προσθήκη προβιοτικών μικροοργανισμών σε τρόφιμα που δεν περιέχουν γάλα, όπως ειδικές τροφές για βρέφη, παιδικές τροφές, χυμοί φρούτων που έχουν υποστεί ζύμωση, ζυμωμένα προϊόντα σόγιας και προϊόντα με βάση τα δημητριακά, όπως ζυμωμένα προϊόντα βρώμης. Σήμερα, τα προβιοτικά προϊόντα διευρύνουν διαρκώς το μερίδιό τους στην αγορά, κυρίως στις ανεπτυγμένες χώρες της Ευρώπης, της Ιαπωνίας, της Αυστραλίας και της Αμερικής. Στην Ευρώπη, ο τομέας των γαλακτοκομικών καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος στην αγορά των προβιοτικών.

Για την ανάπτυξη των προβιοτικών τροφίμων, οι προβιοτικές καλλιέργειες εισάγονται τεχνητά μέσα στο προϊόν. Το μεγαλύτερο μέρος παρασκευασμάτων καλλιέργειας είναι διαθέσιμα εμπορικά σε συμπυκνωμένη μορφή και είναι έτοιμα για άμεση εφαρμογή. Επίσης, η γεύση και το άρωμα του προϊόντος μπορεί να τροποποιηθεί με την προσθήκη διαφόρων μεταβολικών συστατικών όπως το οξικό οξύ που παράγεται από το *Bifidobacterium*. (Tripathi & Giri, 2014).

Αρκετοί παράγοντες παίζουν σημαντικό ρόλο στη βιωσιμότητα των προβιοτικών καλλιεργειών σε προϊόντα γάλακτος που έχουν υποστεί ζύμωση. Η οξύτητα, το pH και το υπεροξείδιο του υδρογόνου έχουν επιπτώσεις κατά την παρασκευή και αποθήκευση του γιαουρτιού. Άλλοι παράγοντες όπως η θερμοκρασία αποθήκευσης, η

περιεκτικότητα σε οξυγόνο και οι συγκεντρώσεις του γαλακτικού και οξικού οξέος επηρεάζουν τη βιωσιμότητα των προβιοτικών οργανισμών του γιαουρτιού.(Dave & Shah, 1996).

Τα κριτήρια για την κατάλληλη χρήση των προβιοτικών είναι:

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

Τα προϊόντα με τη μεγαλύτερη κατανάλωση είναι τα προβιοτικά γιαούρτια και τα προϊόντα γάλακτος που έχουν υποστεί ζύμωση, όπως είναι η ξινή κρέμα, το παγωτό, το γιαούρτι, το γάλα σε σκόνη και τα κατεψυγμένα επιδόρπια. Εκτός από τα προϊόντα διατροφής, προβιοτικά βακτήρια περιέχουν συμπληρώματα διατροφής και φαρμακευτικά σκευάσματα. Μερικά από τα προβιοτικά τρόφιμα περιέχουν επιπλέον βιοενεργά συστατικά όπως φυτικές στανόλες και στερόλες που μειώνουν τα επίπεδα της χοληστερόλης (O'Sullivan et al., 1992).

## **7.4 Οφέλη προβιοτικών**

Ο ρόλος της εντερικής μικροχλωρίδας στην υγεία και την αντοχή στις ασθένειες είναι ιδιαίτερα σημαντικός. Κλινικές μελέτες με καλλιέργειες που έχουν εξεταστεί κατ'επανάληψη, έδωσαν αποτελέσματα που στηρίζουν την άποψη ότι οι προβιοτικοί μικροοργανισμοί έχουν θετική επίδραση στη χλωρίδα του εντέρου, καθώς και ότι προσφέρουν προστασία έναντι των γαστρεντερικών λοιμώξεων και των φλεγμονών του εντέρου.

Για την εμφάνιση του ευεργετικού αποτελέσματος απαιτείται συγκεκριμένος αριθμός κυττάρων του προβιοτικού μικροοργανισμού. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, για την καθημερινή κατανάλωση προβιοτικών μικροοργανισμών ο προτεινόμενος



αριθμός είναι 108 έως 109 κύτταρα/mL ή και 109 έως 1010 κύτταρα/mL όταν αναμένονται σημαντικές απώλειες ύστερα από την παραμονή στο περιβάλλον του στομάχου (O'Sullivan et al., 1992). Οι καλλιέργειες που περιέχουν προβιοτικούς μικροοργανισμούς επιδρούν τόσο στη μικροχλωρίδα όσο και στις μεταβολικές και ενζυμικές δραστηριότητες των παθογόνων μικροοργανισμών.

Οι αλλαγές στη μικροχλωρίδα έχουν σχέση με τη μείωση της παραγωγής των προκαρκινικών ενζύμων καθώς και των καρκινογόνων ουσιών από τους μικροοργανισμούς του γαστρεντερικού σωλήνα. Επιπρόσθετα, οι προβιοτικοί μικροοργανισμοί με την ακινητοποίηση στο επιθήλιο του εντέρου, τα κυτταρικά τους συστατικά και την επίδραση στη μικροχλωρίδα του εντέρου, βελτιώνουν τη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος στο γαστρεντερικό σωλήνα. Το ελικοβακτηρίδιο του πυλωρού (*Helicobacter pylori*) εγκαθίσταται στο επιθήλιο του στομάχου και προκαλεί γαστρικές διαταραχές όπως γαστρίτιδα, έλκος και σε ορισμένες περιπτώσεις καρκινώματα (Gibson, 1997).

Οι θετικές επιδράσεις των προβιοτικών μικροοργανισμών, η ακρίβεια των οποίων στηρίζεται σε τουλάχιστον δύο επιστημονικές εργασίες που έγιναν με αντικείμενο τον άνθρωπο, είναι η ανακούφιση των συμπτωμάτων της δυσανεξίας στη λακτόζη, ο περιορισμός της ενζυμικής δραστηριότητας των μη ωφέλιμων μικροοργανισμών του γαστρεντερικού σωλήνα και η ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος.(Butel, 2013).

Οι δοκιμές *in vitro* είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για τη μελέτη των υποψήφιων μικροοργανισμών για προβιοτική χρήση καθώς και για την κατανόηση των μηχανισμών των προβιοτικών δράσεων. Όμως, οι δοκιμές αυτές δεν επαρκούν για να γίνει πρόβλεψη της λειτουργικότητας του μικροοργανισμού στον ανθρώπινο οργανισμό (FAO/WHO, 2002). Ιδιαίτερα σημαντική είναι η επίδραση των προβιοτικών μικροοργανισμών στον έλεγχο των λοιμώξεων του ουροποιητικού και του γεννητικού συστήματος από παθογόνους μικροοργανισμούς όπως *Candida*, *Trichomonas*, *Mycoplasma*, *Chlamydia* και *E. coli*. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα για τη χρήση των προβιοτικών μικροοργανισμών στην πρόληψη αυτού του είδους των λοιμώξεων, είναι η απουσία εμφάνισης παρενεργειών από τη χορήγηση, καθώς και η πιθανή χρήση των μικροοργανισμών ως πρόσθετο σε συγκεκριμένα τρόφιμα.

Επιπλέον, προβιοτικοί μικροοργανισμοί επιδρούν προληπτικά και θεραπευτικά στη διάρροια. Η δράση των προβιοτικών μικροοργανισμών έναντι της διάρροιας αποτελεί την πιο μελετημένη επίδραση στην υγεία που έγινε με κλινικές δοκιμές σε ανθρώπους. Προβιοτικοί μικροοργανισμοί όπως ο *L. rhamnosus* και ο *S. Boulardii* δρουν τόσο στην κοινή διάρροια, που προέρχεται από τη χρήση αντιβιοτικών και η οποία προκαλείται από διατάραξη της ισορροπίας της φυσιολογικής χλωρίδας του εντέρου, όσο και έναντι της διάρροιας που προκαλείται όταν το άτομο έχει μολυνθεί από παθογόνους μικροοργανισμούς.

Επίσης, η χρήση των προβιοτικών βοηθά στην πρόληψη της διάρροιας που εμφανίζεται σε παιδιά των αναπτυσσόμενων χωρών που δεν τρέφονται επαρκώς, αλλά και στην οξεία διάρροια προκαλώντας μείωση του χρόνου των διαρροϊκών επεισοδίων (Tripathi & Giri, 2014).

Η χρήση των καλλιεργειών προβιοτικών βακτηρίων διεγείρει την ανάπτυξη των ωφέλιμων μικροοργανισμών, απομακρύνει τα επιβλαβή βακτήρια και ενισχύει τους φυσικούς μηχανισμούς άμυνας του σώματος. Σήμερα υπάρχουν πολλά στοιχεία σχετικά με τις θετικές επιπτώσεις των προβιοτικών στην υγεία του ανθρώπου. Ωστόσο οι μελέτες που έχουν γίνει αφορούν άτομα που νοσούν. Έτσι υπάρχει επείγουσα ανάγκη να αποδειχθεί πως τα προβιοτικά ωφελούν στην υγεία του μέσου όρου πληθυσμού, δηλαδή των υγιών.

Ένα προβιοτικό για να ωφελήσει την υγεία του ανθρώπου πρέπει να πληροί κάποια κριτήρια:

- Να έχει καλές τεχνολογικές ιδιότητες έτσι ώστε να μπορεί να παρασκευαστεί και να ενσωματωθεί σε προϊόντα διατροφής χωρίς να χάσει τη βιωσιμότητά του και την λειτουργικότητά του
- Να μην δημιουργούνται δυσάρεστες γεύσεις και οσμές
- Να επιβιώσει στο πέρασμα από τον γαστρεντερικό σωλήνα και να φτάσει ζωντανός στο σημείο δράσης του.
- Να είναι σε θέση να λειτουργήσει στο χώρο του εντέρου. (Saarela et al., 2000).

Προβιοτικοί μικροοργανισμοί χρησιμοποιήθηκαν και στη διατροφή των ζώων ως ενισχυτές ανάπτυξης, αντικαθιστώντας έτσι τις αντιβιοτικές ουσίες στο σιτηρέσιο των ζώων. Η προσθήκη μικροοργανισμών στην τροφή των ζώων, όπως είναι τα στελέχη του γένους *Lactobacillus*, είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ημερήσιας απόκτησης βάρους καθώς και τη βελτίωση του μεταβολισμού των συστατικών της τροφής. Στη διατροφή των ζώων, εκτός των στελεχών του είδους *Lactobacillus*, χρησιμοποιήθηκαν και στελέχη των ειδών *Saccharomyces* καθώς και *Clostridium* ως συμπληρώματα με προβιοτικές ιδιότητες. Τα βακτηριακά προβιοτικά πρόσθετα διατροφής είναι αποτελεσματικά σε πουλερικά, χοίρους και νεαρά βοοειδή, ενώ τα προβιοτικά πρόσθετα διατροφής που περιέχουν μύκητες έχουν καλύτερα αποτελέσματα σε ενήλικα μηρυκαστικά.(Butel, 2013).

## Β΄ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΓΕΝΙΚΑ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η παραγωγή ζυμώμενου γάλακτος, χρησιμοποιώντας μίγμα αγελαδινού και κατσικίσιου γάλακτος (αναλογία 1:1) και μελετήθηκε η επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στα φυσικοχημικά, μικροβιολογικά και γευσιγνωστικά χαρακτηριστικά του. Πιο αναλυτικά παρασκευάστηκαν ζυμώμενα γάλατα με την παραδοσιακή χλωρίδα της γιαούρτης, δηλαδή *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus* μαζί με το αναγνωρισμένο ως προβιοτικό μικροοργανισμό *L. casei* ATCC 393. Το γάλα μαζί με τους μικροοργανισμούς αφέθηκε για ζύμωση στους 37°C μέχρι το pH να φτάσει την τιμή 4,6. Στη συνέχεια τοποθετήθηκε σε παγόλουτρο (για να ψυχθεί γρήγορα) έως τους 15°C και τελικά τα παραγόμενα ζυμώμενα γάλατα τοποθετήθηκαν στο ψυγείο (4°C) για 28 ημέρες.

#### ❖ Μικροοργανισμοί

Η θερμοφίλη καλλιέργεια γιαούρτης CH-1, που αποτελείται από συγκεκριμένες καλλιέργειες *S. thermophilus* και *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* σε λυοφιλιωμένη μορφή (Chr. Hansen, Horsholm, Denmark), χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία. Πριν από την χρήση η CH-1 καλλιέργεια ενεργοποιήθηκε προσθέτοντας ένα φακελάκι των 50U (αποτελούμενο από  $\approx 1 \times 10^6$  cfu/g *S. thermophilus* και  $\approx 1 \times 10^8$  cfu/g *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*) σε 500 mL αποστειρωμένου 14% (w/v) αποβουτυρωμένου γάλακτος και αναδεύτηκε για 15 λεπτά για τη δημιουργία ομογενούς καλλιέργειας. Επίσης το προβιοτικό στέλεχος *L. casei* ATCC 393 (DSMZ, Braunschweig, Germany) χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία και αναπτύχθηκε στους 37°C σε θρεπτικό de Man, Rogosa, and Sharpe (MRS).

### ❖ Παραγωγή ζυμώμενου γάλακτος

Παστεριωμένο, ομογενοποιημένο κατσικίσιο και αγελαδινό γάλα του εμπορίου χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία (3,5-3,7% λιπαρά). Το γάλα θερμάνθηκε στους 37° C και στη συνέχεια προστέθηκε η καλλιέργεια (καλλιέργεια CH-1 σε ποσοστό 0.3% v/v, και *L. casei*  $\approx 1 \times 10^8$  cfu/mL). Τα δείγματα αφέθηκαν στους 37°C για ζύμωση μέχρι την τιμή pH 4,6. Στη συνέχεια τα ζυμωμένα γάλατα ψύχθηκαν στους 15°C σε παγόλουτρο. Τέλος τα δείγματα αποθηκεύτηκαν σε οικιακό ψυγείο (4°C). Το πείραμα επαναλήφθηκε δύο φορές.

### ❖ Μέτρηση φυσικοχημικών παραμέτρων

**pH:** Η μέτρηση του pH έγινε με πεχάμετρο, βυθίζοντας τα ηλεκτρόδια στο δείγμα μέχρι να σταθεροποιηθεί η τιμή.

**Οξύτητα:** Ζυγίστηκαν 9g δείγματος, σε κωνική φιάλη, προστέθηκε διπλάσια ποσότητα απεσταγμένου νερού και δείκτης φαινολοφθαλεΐνης. Τέλος έγινε τιτλοδότηση με πρότυπο διάλυμα NaOH 0.1N, μέχρις ότου το χρώμα του διαλύματος να γίνει ελαφρώς ροζ σε όλο τον όγκο του δείγματος. Η τιτλοδοτούμενη οξύτητα εκφράστηκε σε % γαλακτικό οξύ χρησιμοποιώντας το τύπο:

$$\text{Γαλακτικό οξύ (\%)} = \frac{\text{ml } \frac{N}{10} \text{ NaOH} \times 0,009}{\text{Ποσότητα δείγματος}} \times 100$$

Εικόνα 8: Υπολογισμός γαλακτικού οξέος

### ❖ Βιωσιμότητα καλλιέργειας

Για την μέτρηση των μικροοργανισμών χρησιμοποιήθηκαν δείγματα από τα ζυμωμένα γάλατα από διάφορα χρονικά διαστήματα της αποθήκευσης. Τα δείγματα αυτά διαλύθηκαν και ομογενοποιήθηκαν σε διάλυμα Ringer, στη συνέχεια αραιώθηκαν και στρώθηκαν σε τριβλία χρησιμοποιώντας τα αντίστοιχο εκλεκτικό θρεπτικό για κάθε μικροοργανισμό. Συγκεκριμένα ο *S. thermophilus* και ο *L. bulgaricus* μετρήθηκαν σε θρεπτικά LM17 και MRS (το pH ρυθμίστηκε στο 5,2) αντίστοιχως στους 45° C,

σύμφωνα με τον Kearny et al., 2009. Ο *L. casei* μετρήθηκε σε εκλεκτικό θρεπτικό MRS στο οποίο προστέθηκαν χλωριούχο λίθιο (0.2% w/v) και προπιονικό νάτριο (0.3% w/v), στους 37° C (Vinderola and Reinheimer 2000).

#### ❖ Οργανοληπτικός έλεγχος

20 δοκιμαστές-φοιτητές από το Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων του ΤΕΙ Πελοποννήσου, χρησιμοποιήθηκαν για να αξιολογήσουν τα παραχθέντα ζυμώμενα γάλατα και να τα συγκρίνουν με εμπορικά δείγματα ως προς χρώμα, γλυκό άρωμα, ξινό άρωμα, λεία υφή, γλυκύτητα, ιξώδες, επίγευση και γενική εντύπωση. Ζητήθηκε από τους δοκιμαστές να βαθμολογήσουν κάθε ένα χαρακτηριστικό χρησιμοποιώντας μια κλίμακα από το 1 (εξαιρετικά μη αποδεκτό) έως το 10 (εξαιρετικά αποδεκτό).

**Πίνακας 8:** Κλίμακα βαθμολόγησης οργανοληπτικού ελέγχου

<b>Χαρακτηριστικό</b>	<b>Περιγραφή</b>	<b>Κλίμακα 1 έως 10</b>
ΧΡΩΜΑ	Λευκότητα	Ασθενή έως έντονη
ΓΛΥΚΟ ΑΡΩΜΑ	Άρωμα σχετικό με «νότες» γλυκού, ψημένου ή ανθών ακόμα και καμένη ζάχαρη.	Ασθενές έως έντονο
ΞΙΝΟ ΑΡΩΜΑ	Φρέσκα ξινή μυρωδιά, για παράδειγμα, φρέσκια κρέμα γάλακτος	Ασθενές έως έντονο
ΛΕΙΑ ΥΦΗ	Παρουσία ανιχνεύσιμων στερεών σωματιδίων	Έντονη παρουσία έως απουσία
ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ	Γλυκιά αίσθηση ζάχαρης	Ασθενή έως έντονη
ΙΞΩΔΕΣ	Αντίσταση του προϊόντος να ρέει	Μεγάλη έως μικρή
ΕΠΙΓΕΥΣΗ	Αίσθηση γεύσης που εμφανίζεται στο στόμα μετά την εξάλειψη του προϊόντος	Ασθενές έως έντονο
<b>ΓΕΝΙΚΗ ΕΝΤΥΠΩΣΗ</b>	Πόσο καλή είναι η γενική εντύπωση από το προϊόν	

## Γ' ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### ❖ Επίδραση της αποθήκευσης στις τιμές του pH των ζυμώμενων προϊόντων

Η επίδραση της αποθήκευσης στην τιμή του pH των ζυμώμενων προϊόντων παρουσιάζεται στον πίνακα 8. Η αρχική τιμή του pH κυμάνθηκε μεταξύ 4,55 – 4,60, ενώ κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης παρουσιάστηκε συνεχής μείωση φτάνοντας την τιμή 3,89 μετά από 28 ημέρες αποθήκευσης στους 4°C.

### ❖ Επίδραση της αποθήκευσης στις τιμές της τιτλοδοτούμενης οξύτητας των ζυμώμενων προϊόντων

Ο πίνακας 8 παρουσιάζει την επίδραση της αποθήκευσης στις τιμές της τιτλοδοτούμενης οξύτητας των ζυμώμενων προϊόντων. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης παρατηρήθηκε συνεχής αύξηση των τιμών της τιτλοδοτούμενης οξύτητας. Η αύξηση αυτή ήταν συνεχής και σταθερή τις πρώτες τρεις εβδομάδες φτάνοντας την τιμή 1,15 % w/v γαλακτικό οξύ μετά από 21 ημέρες. Στη συνέχεια οι καλλιέργειες συνέχισαν να παράγουν οξύ φτάνοντας 1,32 % w/v γαλακτικό οξύ την 28<sup>η</sup> ημέρα.

**Πίνακας 9:** Τιτλοδοτούμενη οξύτητα και pH στα ζυμωμένα γάλατα κατά την αποθήκευσή τους στους 4°C

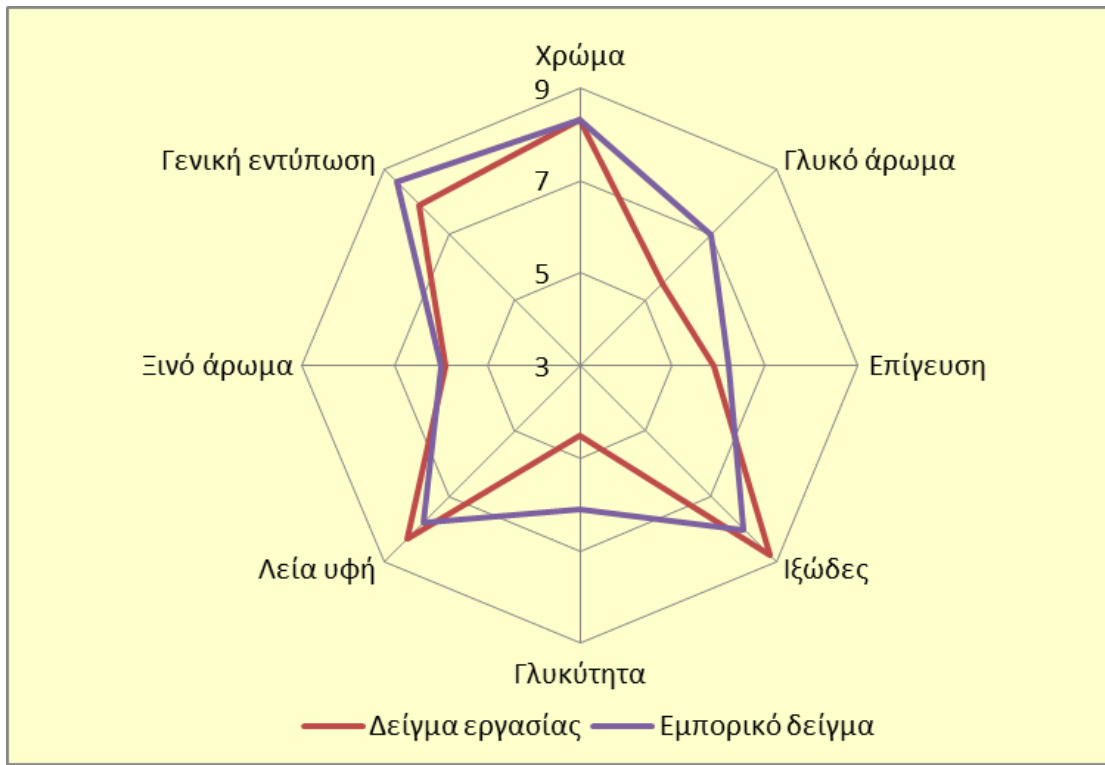
Μέρες αποθήκευσης	pH	Οξύτητα (%w/v γαλακτικό)
7	4,31±0.01	1,05±0.02
14	4,22±0.06	1,10±0.01
21	4,00±0.03	1,15±0.04
28	3,89±0.04	1,32±0.03

### ❖ Οργανοληπτικός έλεγχος

Ο οργανοληπτικός έλεγχος επιβεβαίωσε την υψηλή ποιότητα των ζυμώμενων προϊόντων τα οποία έλαβαν βαθμολογίες παραπλήσιες με αντίστοιχα εμπορικά προϊόντα (Διάγραμμα 2) Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ως προς το χρώμα και το ξινό άρωμα. Το προϊόν της παρούσας εργασίας έλαβε υψηλότερη βαθμολογία για τη λεία υφή και το ιξώδες ενώ σημαντικά μικρότερη ως προς το γλυκό του άρωμα. Η τελευταία παρατήρηση μπορεί να αποδοθεί στη χαμηλή τελική τιμή pH και αντίστοιχα υψηλή τιμή τιτλοδοτούμενης οξύτητας κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Η γενική εντύπωση ήταν παρόμοια τόσο για το δείγμα της παρούσας εργασίας όσο και για το εμπορικό δείγμα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το εμπορικό δείγμα, λόγω έλλειψης αντίστοιχου προϊόντος, ήταν φτιαγμένο με αγελαδινό γάλα. Παρόλα αυτά οι παραπλήσιες τιμές του οργανοληπτικού ελέγχου δείχνουν ότι το προϊόν με μίγμα κατσικίσιου και αγελαδινού γάλακτος, που γενικά δεν είναι τόσο αποδεκτό από το κοινό, μπορεί εύκολα να καταναλωθεί σε αυτή τη μορφή μετά από ζύμωση.



**Διάγραμμα 2:** Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου



❖ **Επίδραση της αποθήκευσης στις τιμές της βιωσιμότητας των καλλιιεργειών**

Ο *S. thermophilus* διατήρησε υψηλούς αριθμούς ζωντανών κυττάρων κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης (Πίνακας 10). Αυτά τα αποτελέσματα είναι σε συμφωνία με άλλων εργασιών όπου αναφέρεται ότι ο *S. thermophilus* γενικά επιβιώνει αρκετά καλά ( $>10^8$  cfu/mL) σε ζυμώμενα προϊόντα αποθηκευμένα σε συνθήκες οικιακού ψυγείου για 3 έως και 6 μήνες (Varga et al., 2014; Kudeřka, 2010). Σε όλα τα στάδια της αποθήκευσης οι αριθμοί του *S. thermophilus* ήταν παρόμοιοι με αυτούς του *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. Επιπλέον το άθροισμα των *S. thermophilus* και *L. bulgaricus* ήταν πάνω από την ελάχιστη απαίτηση των  $10^7$  ζωντανών μικροοργανισμών ανά γραμμάριο προϊόντος (FAO/WHO, 2003). Ο *L. bulgaricus* ήταν ο μικροοργανισμός με τη μεγαλύτερη μείωση της βιωσιμότητας. Συγκεκριμένα μετά από 28 ημέρες αποθήκευσης οι τιμές του μειώθηκαν σε 7,91 log cfu/g. Ο *L. casei* ATCC

393 ήταν ο μικροοργανισμός με τις μεγαλύτερες τιμές βιωσιμότητας καθ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης ( $> 10^8$  cfu/g). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι καθ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης οι αριθμοί του *L. casei* ήταν μεγαλύτεροι από την ελάχιστη απαίτηση των 6 logcfu/g για να χαρακτηριστεί ως προβιοτικό προϊόν.

**Πίνακας 10:** Βιωσιμότητα (log cfu/g) των *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* και *Lactobacillus casei* ATCC 393, στα ζυμώμενα γάλατα κατά την αποθήκευσή τους στους 4°C.

Μέρες αποθήκευσης	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>L. casei</i> ATCC 393
0	8.44±0.05	8.57±0.05	8.83±0.02
7	8.31±0.01	8.32±0.01	8.72±0.03
14	8.30±0.01	8.28±0.02	8.50±0.04
21	8.24±0.05	8.03±0.03	8.48±0.01
28	8.15±0.08	7.91±0.01	8.31±0.04

## Δ' ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η παρασκευή προβιοτικού ζυμώμενου γάλακτος, χρησιμοποιώντας μίγμα κατσικίσιου και αγελαδινού γάλακτος (αναλογία 1:1). Μελετήθηκε η βιωσιμότητα της μικροχλωρίδας του ζυμώμενου γάλακτος κατά την αποθήκευσή του στους 4°C.

Κατά την αποθήκευση των προβιοτικών προϊόντων παρατηρήθηκε πτώση στο pH και αύξηση της τιτλοδοτούμενης οξύτητας σε όλες τις περιπτώσεις που μελετήθηκαν. Όσο αφορά τη βιωσιμότητα των καλλιιεργειών σε όλα τα στάδια της αποθήκευσης οι αριθμοί του *S. thermophilus* ήταν υψηλότεροι σε σχέση με τον *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. Μάλιστα ο *L. bulgaricus* ήταν ο μικροοργανισμός με τη μεγαλύτερη μείωση της βιωσιμότητας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι καθ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης οι αριθμοί του *L. casei* ήταν μεγαλύτεροι από την ελάχιστη απαίτηση των 6 logcfu/g για να χαρακτηριστεί ως προβιοτικό προϊόν. Επίσης ο οργανοληπτικός έλεγχος επιβεβαίωσε την υψηλή ποιότητα των ζυμώμενων προϊόντων τα οποία έλαβαν βαθμολογίες παραπλήσιες με αντίστοιχα εμπορικά προϊόντα.

Αυτά τα αποτελέσματα είναι πολύ σημαντικά από τεχνολογική άποψη, αφού δίνουν μια πρώτη εικόνα στη βιωσιμότητα των προβιοτικών μικροοργανισμών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, βέβαια απαιτείται περισσότερη και πιο συστηματική έρευνα στον τομέα αυτό.

## **Ε' ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### Ελληνική:

Ανυφαντάκης Μ. Ε., (1994), Χημεία και Ανάλυση του γάλακτος, Εκδόσεις Α. Σταμούλης, 192, 193, 194.

Ανυφαντάκης Ε. (2004): Τυροκομία, Εκδόσεις Σταμούλης, 35-89

Ανυφαντάκης Ε. & Καλαντζόπουλος Γ. (1993): Γαλακτοκομίας, Α' και Β' Τόμοι Εκδόσεις Σταμούλης, 89-124.

Βεϊνόγλου Β. Κ. , (1980), ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΑ ΤΟΜΟΣ Α' Είδη γάλακτος – Οξυγάλατα – Παγωτά. Γεωπονική σχολή.

Γάλα Γαϊδούρας, (2012), Οι ιδιότητες του γάλακτος, διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://galagaidouras.gr>.

Δρ. Θεόφιλος Μασούρας, Επικ. Καθηγητής Γαλακτοκομίας, (2012).

Επιμορφωτικά σεμινάρια στη γαλακτοκομία, (1983), Εθνική επιτροπή γάλακτος.

Καραγεώργης Β., Στέφανος (2004), Χρήση μεσόφιλων οξυγαλακτικών βακτηρίων στην παραγωγή τυριών φέτας και τελεμέ, Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη.

Κεχαγιάς Χρήστος (2011): Γάλα, επιστήμη, τεχνολογία και έλεγχοι για τη διασφάλιση της ποιότητας, Εκδόσεις Ίων, 34, 143-146, 153-159.

Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, Γενικό Χημείο του Κράτους, 2009.

Μάντης Αντ. (2000). Υγιεινή και Τεχνολογία του Γάλακτος και των Προϊόντων του, Γ έκδοση. Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη, 1,2,30.

Μανωλκίδης Σ.Κ., (1983), Γαλακτοκομία. Τεχνολογία των προϊόντων του γάλακτος, Εκδοτικός Οίκος Αφών Κυριακίδη, 36, 37, 40.

Μάρκετινγκ Αγροτικών Προϊόντων & Τροφίμων, σημειώσεις στο e-class.

Νεστόρη Βασιλική (2013). Είδη γάλακτος που κυκλοφορούν στο εμπόριο. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: (<http://www.diaitologia.gr/gala/>).

### Ξενόγλωσση:

Aneja RP, Mathur BN, Chandan RC, Banerjee AK, (2002), Technology of Indian Milk Products, Dairy India Yearbook, New Delhi, India, p.183-196.

Brennan J. G., (2006), Food Processing Handbook, WILEY-VCHV Verlag GmbH & Co. KG a A, Weinheim, 117.

Butel M.-J., (2013). Probiotics, gut microbiota and health, Medecineet Maladies Infectieuses, Volume 44, Issue 1, p.1.

Cai H., Rodriguez B.T., Zhang W., Broadbent J.R., Steele J.L., (2007). Genotypic and phenotypic characterization of Lactobacillus casei strains isolated from different ecological niches suggests frequent recombination and niche specificity. Microbiology, 153, p.2655-2665.

Champagne J. G., Roy D., and Lafond A. (1997), Selective enumeration of *Lactobacillus casei* in yogurt-type fermented milks based on a 15° C incubation temperature, *Biotechnology Techniques*, Volume 11, Issue 8, p.567-569.

Champagne C. P., D. Roy, and N. J. Gardner, (2005), Challenges in the addition of probiotic cultures to foods, *Crit. Rev. food Sci. Nutr.* 45:61-84.

Chan-Blanco Y., Bonilla-Leiva A. R., and Velazquez A. C., (2003). Using banana to generate lactic acid through batch process fermentation. *Microbiology Biotechnology*, 63, p.147-152.

Chandan R.C., (1999), Enhancing market value of milk by adding cultures. *J. Dairy Sci.* 82:2245-2256.

Chandan R.C., (2007), Milk Composition, physical and processing characteristics. In: YH Hui (Ed), RC Chandan, S Clark, N Cross, J Dobbs, WJ Hurst, LML Nollet, E Shimoni, N Sinha, EB Smith, S Surapat, A Titchenal, F Toldra (Associate Eds), *Handbook of Food Products Manufacturing, Vol.2: Health, Meat, Milk, Poultry, Seafood and Vegetable*. John Wiley and Interscience Publishers, New York, p.347-377.

Chandan R. C., Kilara A., Shah N. P., (2008), *Dairy Processing and Quality Assurance*, Willey – Blackwell, 57, 220, 227.

*Dairy processing handbook*, Tetra Pak Processing Systems AB S-221 86, Sweden, 1-25.

Dave R.I., Shah N.P., (1996), Viability of yogurt and probiotic bacteria in yogurts made from commercial starter cultures, *International Dairy Journal*, Volume 7, Issue 1, p.31-41.

Donkor O. N., S. L. I. Nilmini, P. Stolic T. Vasiljevic and K. P. Shall (2007), Survival and activity of selected probiotic organism in set-type yogurt during cold storage. *Int. Dairy J.* 17:657-665.

FAO/WHO (2002). Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food. London Ontario, Canada. April 30 and May 1, 2002. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy: World Health Organization (WHO). Geneva, Switzerland.

FAO/WHO. 2003. Joint FAO/WHO food standards programme. Codex standard for fermented milks 243. Codex Alimentarius Commission.

Farnworth E.R., (2008). Handbook of fermented functional foods. Second edition, Taylor & Francis Group, 7, 130, 166, 168.

Fernandes R., (2008), Microbiology handbook dairy products, Leatherhead Publishing, 61, 79, 80.

Fox PF (Ed.), (2002). Advances in Dairy Chemistry, Proteins. Chapman and Hall, London, p.768.

Gibson R.G., Saavedra M.J., Macfarlane S. Macfarlane T.G., (1997), Probiotics and intestinal infections, Fuller R., Probiotics 2 Applications and practical aspects , Champan & Hall, 10-39.

Ha M.Y., Kim S.W., Lee Y.W., Kim M.Y., and Kim S.J., (2003). Kinetics analysis of growth and lactic acid production in pH-controlled batch cultures of *Lactobacillus casei* KH-1 using yeast extract/corn steep liquor/glucose medium. Journal of Bioscience and Bioengineering, 96, p.134-140.

Hutkins W., R., (2006), Microbiology and technology of fermented foods, Blackwell publishing, 25, 27.

Investment Centre Division FAO, (2009), Agribusiness Handbook Milk/Dairy Products, FAO, Rome, Italy, 7, 18.

Kearney, N. Meng, X.C., Stanton, C., Kelly, J., Fitzgerald, G.F., and Ross, R.P. 2009. Development of a spray dried probiotic yoghurt containing *Lactobacillus paracasei* NFBC 338. *Int. Dairy J.* 19:684–689

Kilara A., (2006), Basic dairy processing principles. In.: RC Chandan (Ed), CH White, A Kilara, YH Hui, (Associate Eds), Manufacturing Yogurt and Fermented Milks. Blackwell Publishing, Ames, IA, p.73 – 87.

Kourkoutas Y., Xolias V., Kallis M., Bezirtzoglou E., Kanellaki M., (2004), *Lactobacillus casei* cell immobilization on fruit pieces for probiotic additive, fermented milk and lactic acid production, *Process Biochemistry*, Volume 40, 411-416.

Kudęłka, W. 2010. Probiotics in natural bio-yoghurts of goats' milk. *Milchwissenschaft* 65:407–410.

Lourens – Hattingh A., Viljoen B. C., (2001), Yogurt as probiotic carrier food, *International Dairy Journal*, Volume 11, Issue 1-2, p.1-17.

Maltby E., (2009). The Organic Milk Market. In Mendenhall K., *The Organic Dairy Handbook*, Northeast Organic Farming Association of New York, p.26-43.

Marshall E., and Mejia D., (2011), Traditional fermented food and beverage for improved livelihoods, Rural Infrastructure and Argo-Industries Division Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 2.

Marth E. H., Steele J. L., (2001), *Applied Dairy Microbiology*, Second edition, Revised and Expanded, Marcel Dekker,



Mishra V., and Prasad D.N., (2005). Application of in vitro methods for selection of *Lactobacillus casei* strains as potential probiotics. *International Journal of Food Microbiology*, 103, p.109-115.

Oozeer R., Leplingard A., Mater D. D. G., Marteau A., Dore J., Bresson J.-L. and Mogenet G., Michelin R., Seksek I. Corthier P., (2006), Survival of *Lactobacillus casei* in the human digestive tract after consumption of fermented milk, *Applied and Environmental Microbiology*.

O'Sullivan M.G., Thornton G., O'Sullivan G. C., and Collins J.K., (1992), Probiotic bacteria: myth or reality?, *Trends in Food Science & Technology* , Volume 3, p.309-314.

Patton S., and Keenan T.W., (1975), Milk – fat globule membrane, *Biochimica et Biophysica Acta* 415: 273- 309.

Rasic J.L., and Kurmann J.A., (1978), *Yogurt: Scientific Grounds, Technology, Manufacture and Preparations. Fermented Fresh Milk Products Series, Volume 1*, Tech. Dairy Publishing House, Copenhagen, Denmark.

Robinson R. K., (2002), *Diary Microbiology Handbook. The microbiology of milk and milk products*. Wiley – Interscience, New York, p.765.

Saarela M., Mogensen G., Fonden R., Matto J. Mattila – Sandholm T., (2000), Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties, *Journal of Biotechnology*, Volume 84, Issue 3, p.197-215.

Svensson U., (1999), *Industrial Perspectives In Tannock W. G., Probiotics. A critical review*, Horizon scientific press.

Tamine A., (2005), Probiotic Dairy Products, Dairy Science and Technology Consultant , Ayr UK, Blackwell Publishing Ltd, 2005, 7, 9, 39, 40, 42.

Tamine A. Y. and Robinson R. K.,(1999) Yogurt Science and Technology, Second edition, Woodhead Publishing Limited Abington Hall, England, 1-15.

Tamine A. Y. and Marshall V. M. E. (1997), Microbiology and Technology of Fermented Milks, In Law B. A. (Ed), Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk, edition. Blackie Academic & Professional, London, UK.

Tripathi M.K., Giri S.K., (2014), Probiotic Functional foods: Survival of probiotics during processing and storage, Journal of Functional Foods, Volume 9, p.225-241.

Varga, L., Süle, J., and Nagy, P. 2014. Survival of the characteristic microbiota in probiotic fermented camel, cow, goat, and sheep milks during refrigerated storage. *J. Dairy Sci.* 97:1–6.

Vedamunthu R., E., (2006), Starter Cultures for Yogurt and Fermented Milks. In Candan R., C., White C., H., Kilara A., Hui Y., H., Manufacturing Yogurt and Fermented Milks, (pp89-115), Blackwell Publishing.

Vinderola, C.G., and Reinheimer, J.A. 2000. Enumeration of *Lactobacillus casei* in the presence of *L. acidophilus*, bifidobacteria and lactic acid bacteria in fermented dairy products. *Int. Dairy J.* 10:271-275.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗ

### 1. Poster presentation στο πλαίσιο διεθνούς συνεδρίου

Salamoura, C., **Kontogianni, A.**, Katsipi, D., Kandyli, P., Varzakas, T. (2014). Probiotic fermented milks made of cow's milk, goat's milk and their mixture. European Biotechnology Congress, May 15-18, Lecce, Italy. Poster presentation.

## Probiotic fermented milks made of cow's milk, goat's milk and their mixture

C. Salamoura, A. Kontogianni, D. Katsipi, P. Kandyliis, T. Varzakas

Department of Food Technology, Technological Educational Institute of Peloponnese, Antikalamos, 24100 Kalamata, Greece. e-mail: pkandyliis@yahoo.gr



### Abstract

In the present study probiotic fermented milks were produced using pasteurized cow's milk, goat's milk and a mixture of them. Three different microorganisms were used in their production namely *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Lactobacillus casei* ATCC 393. Their viability was monitored during storage at 4°C for 4 weeks. All microorganisms were present at the same numbers at the first day ( $\approx 8.5 \log_{10} \text{cfu/g}$ ), but during storage their numbers were declined. This decline was higher in the case of *L. bulgaricus* in all milks used. In the counts of *L. casei* and *S. thermophilus* a slow and constant decrease was observed; however, their final viability percentages did not differ significantly in the probiotic fermented milks tested, apart from goat milk where the numbers of *S. thermophilus* were significantly lower than the other milks. It should be noted that all microorganisms retained viable numbers higher than 6 logcfu/g even at the end of the storage, something that is important to confirm the probiotic character of the product. The sensory evaluation ascertained the overall quality of the probiotic fermented milks that scored similar values with the commercial sample, apart from the fermented cow milk which scored significantly lower values.

### INTRODUCTION

Over the last decades, there is great interest in developing novel foods containing probiotic microorganisms, such as bifidobacteria and lactic acid bacteria. Such functional foods demonstrate a great potential in promoting human health. Maintenance of the intestinal microbial homeostasis, prevention of pathogenic infections, stabilization of the gastrointestinal barrier function, reduction of blood cholesterol and production of anti-carcinogenic and anti-mutagenic compounds are included among the beneficial effects of probiotic-based foods [1,2]. To deliver the health benefits, probiotics need to contain an adequate amount of live bacteria (at least  $10^6 \text{cfu/g}$ ), able to survive the acidic conditions of the upper gastrointestinal tract and proliferate in the intestine, a requirement that is not always fulfilled [2,3]. The milk used in dairy products is very important and it is responsible, among others, for the organoleptic characteristics of the final product. Every mammal species has a unique milk composition in terms of both major (proteins, fats, and lactose) and minor (vitamins, oligosaccharides, free aminoacids, peptides, trace minerals, etc) milk constituents and this may influence the growth and survival rates of lactobacilli and bifidobacteria. The aim of the present study was to monitor the viability during refrigerated storage of *L. casei* ATCC 393, *L. bulgaricus*, and *S. thermophilus* in probiotic cultured dairy foods made from different varieties of milk, and to evaluate their sensory characteristics.

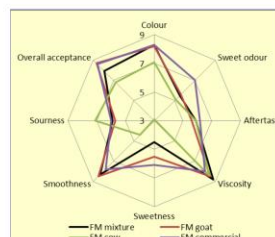


Figure 1. Sensory analysis results for fermented milk (FM) with cow's, goat's, cow's and goat's milk and commercial fermented milk.

Table 1 Survival of <i>Lactobacillus casei</i> ATCC 393 in fermented milks during refrigerated storage at 4°C	Storage days	Cow milk	Cow and goat milk	Goat milk
	0	8.83±0.04 <sup>a</sup>	8.83±0.02 <sup>a</sup>	8.78±0.05 <sup>ab</sup>
7	8.55±0.08 <sup>bcd</sup>	8.72±0.03 <sup>abc</sup>	8.59±0.02 <sup>abcd</sup>	
14	8.45±0.05 <sup>cdef</sup>	8.50±0.04 <sup>cdef</sup>	8.55±0.01 <sup>bcd</sup>	
21	8.40±0.02 <sup>def</sup>	8.48±0.01 <sup>cdef</sup>	8.41±0.07 <sup>def</sup>	
28	8.43±0.06 <sup>def</sup>	8.31±0.04 <sup>ef</sup>	8.24±0.09 <sup>f</sup>	

Table 2 Survival of <i>Streptococcus thermophilus</i> in fermented milks during refrigerated storage at 4°C	Storage days	Cow milk	Cow and goat milk	Goat milk
	0	8.56±0.03 <sup>a</sup>	8.44±0.05 <sup>abc</sup>	8.53±0.07 <sup>ab</sup>
7	8.34±0.01 <sup>abcd</sup>	8.31±0.01 <sup>abcd</sup>	8.40±0.04 <sup>abcd</sup>	
14	8.22±0.06 <sup>cde</sup>	8.30±0.01 <sup>bcd</sup>	8.29±0.02 <sup>bcd</sup>	
21	8.20±0.01 <sup>cde</sup>	8.24±0.05 <sup>cde</sup>	8.34±0.05 <sup>abcd</sup>	
28	8.02±0.03 <sup>e</sup>	8.15±0.08 <sup>de</sup>	8.15±0.06 <sup>de</sup>	

Table 3 Survival of <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> in fermented milks during refrigerated storage at 4°C	Storage days	Cow milk	Cow and goat milk	Goat milk
	0	8.58±0.07 <sup>a</sup>	8.57±0.05 <sup>a</sup>	8.57±0.06 <sup>a</sup>
7	8.31±0.02 <sup>b</sup>	8.32±0.01 <sup>b</sup>	8.13±0.03 <sup>bcd</sup>	
14	8.25±0.03 <sup>bc</sup>	8.28±0.02 <sup>b</sup>	8.00±0.03 <sup>de</sup>	
21	8.01±0.02 <sup>de</sup>	8.03±0.03 <sup>cde</sup>	7.82±0.05 <sup>ef</sup>	
28	7.96±0.06 <sup>de</sup>	7.91±0.01 <sup>de</sup>	7.63±0.04 <sup>f</sup>	

Significant differences ( $p < 0.05$ ) are indicated by different letters in superscript.

### METHODS

**Strains:** *L. casei* (DSMZ, ATCC 393) and the thermophilic starter, CH-1 (Chr. Hansen) *S. thermophilus* and *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*.

**Fermented milk production:** Pasteurized commercial milks were heated at 37°C and the starter microorganisms were added. Milks were fermented at 37°C until pH value of 4.6. Thereafter, the fermented milks cooled to 15°C in ice water and stored at 4°C.

**Culture viability:** Aliquots of fermented milk were serially diluted to sterilized quarter-strength Ringer solution and plated onto the appropriate selective medium for each strain. *S. thermophilus* and *L. bulgaricus* were enumerated on L-M17 and MRS (adjusted to pH 5.2) respectively at 45°C [4], while *L. casei* on a selective medium of MRS supplemented with lithium chloride and sodium propionate, at 37°C [5].

**Sensory evaluation:** 20 panelists familiar with the consumption of fermented milks from the Department of Food Technology, were used to evaluate the produced fermented milks and a commercial sample for color, sweet odor, sourness, smoothness, sweetness, viscosity, aftertaste and overall acceptability, using a 10-point hedonic scale ranging from 1 ("dislike extremely") to 10 ("like extremely").

**Statistical analysis:** All experiments and analyses were carried out in duplicate and the mean values are presented. Analysis of variance (ANOVA) was performed on the data, and the means were compared using the Tukey honest significant difference (HSD) test, with significance defined at  $P < 0.05$ . The statistical package Statistica version 5.0 (StatSoft Inc., Tulsa, USA) was used.

### RESULTS & DISCUSSION

#### Culture viability

✓ *L. casei* ATCC 393 was the most numerous culture component in all 3 products (Table 1) both at the beginning and at the end of the 4-week storage period ( $> 10^6 \text{cfu/g}$ ).

✓ *S. thermophilus* retained high numbers of viable cells throughout storage (Table 2). Our findings are in agreement with those of previous studies, that *S. thermophilus* generally survives well ( $> 10^6 \text{cfu/g}$ ) in yogurt or similar fermented milks stored under refrigeration for 3 to 6 weeks [6,7].

✓ *L. bulgaricus* was the microorganism with the highest viability reduction (Table 3). From 8.5 logcfu/g at the beginning of storage its viability declined to values lower than 8 logcfu/g. Higher reduction was observed in goat's milk.

✓ The sum of *S. thermophilus* and *L. bulgaricus* was above the minimum requirement of  $10^7$  viable microorganisms per gram [8].

✓ All microorganisms retained viable numbers higher than 6 logcfu/g even at the end of the storage, something that is important to confirm the probiotic character of the products.

#### Sensory evaluation

✓ The sensory evaluation ascertained the overall quality of the probiotic fermented milks that scored similar values with the commercial sample, apart from the fermented cow milk which scored significantly lower values (Figure 1).  
 ✓ No significant differences observed between the samples in terms of aftertaste and viscosity. Fermented cow milk scored significantly lower values in color, smoothness and sweetness and significantly higher in sourness. Commercial fermented milk had higher values in sweet odor.  
 ✓ The overall acceptability was higher for the commercial and the fermented goat milk, followed by the mixture of milks. Fermented cow milk scored significantly lower values.

### CONCLUSIONS

Cow's milk, goat's milk, and their mixture proved to be suitable raw materials for the manufacture of fermented dairy products potentially capable of producing a beneficial effect on human metabolism and health even after 4 weeks of refrigerated storage.

### REFERENCES

- Möller & de Vrese, 2004. *Milchwissenschaft*, 59:597-601.
- Leahy et al., 2005. *J. Appl. Microbiol.*, 98:1303-1315.
- Boylston et al., 2004. *Int. Dairy J.*, 14:375-387.
- Kearney et al., 2009. *Int. Dairy J.*, 19:684-689.
- Vinderola & Reinheimer, 2000. *Int. Dairy J.*, 10:271-275.
- Varga et al., 2014. *J. Dairy Sci.*, 97:1-6.
- Kudelka, 2010. *Milchwissenschaft*, 65:407-410.
- FAD/WHO 2003. *Codex standard for fermented milks 243*.

## 2. Η περίληψη δημοσιεύτηκε στο διεθνές περιοδικό *Journal of Biotechnology* (Elsevier, I.F. 2.871)

Salamoura, C., Kontogianni, A., Katsipi, D., Kandyliis, P., Varzakas, T. (2014). Probiotic fermented milks made of cow's milk, goat's milk and their mixture. *Journal of Biotechnology*, 185S, S77.

**Probiotic fermented milks made of cow's milk, goat's milk and their mixture**

Chrysoula Salamoura\*, Artemis Kontogianni, Despoina Katsipi, Panagiotis Kandyliis, Theodoros Varzakas

Department of Food Technology, Technological Educational Institute of Peloponnese, Antikalamos, Kalamata, Greece

E-mail address: [chrys.salamoura@gmail.com](mailto:chrys.salamoura@gmail.com) (C. Salamoura).

In the present study probiotic fermented milks were produced using pasteurized cow's milk, goat's milks and a mixture of them. Three different microorganisms were used in their production namely *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (CH-1) and *Lactobacillus casei* ATCC 393. Their viability was monitored during storage at 4°C for 4 weeks. All microorganisms were present at the same numbers at the first day ( $\approx 8 \log \text{cfu/g}$ ), but during storage their numbers were declined. This decline was higher in the case of *L. bulgaricus* in all milks used. In the counts of *L. casei* and *S. thermophilus* a slow and constant decrease was observed; however, their final viability percentages did not differ significantly in the probiotic fermented milks tested, apart from goat milk where the numbers of *S. thermophilus* were significantly lower than other milks. It should be noted that all microorganisms retained viable numbers higher than  $6 \log \text{cfu/g}$  even at the end of the storage, something that is important to confirm the probiotic character of the product. The sensory evaluation ascertained the overall quality of the probiotic fermented milks that scored similar values with the commercial sample, apart from the fermented cow milk which scored significantly lower values.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiotec.2014.07.262>

**Immune response in Balb/C vs C57BL/6 mice during oral immunization with pea albumins****Acknowledgement**

Research was supported by NCN Poland projects 2011/01/N/NZ9/07281.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiotec.2014.07.263>

**Modulation of T cell response by probiotics orally delivered to Balb/C vs C57BL/6 mice**

Dagmara Zlotkowska\*, Justyna Chudzik Kozłowska, Ewa Wasilewska

Department of Food Immunology and Microbiology, Institute of Animal Reproduction and Food Research of PAS, Olsztyn, Poland

E-mail address: [j.chudzik-kozłowska@pan.olsztyn.pl](mailto:j.chudzik-kozłowska@pan.olsztyn.pl) (D. Zlotkowska).

Murine model for research of mucosal system immune response is still need. Many different strains of mice is used in immunological research response gut mucosal system. Presenting experiments show differences between response of two strains of mice C57BL/6 and Balb/C routinely used in immunological research. Two groups of mice (4–6weeks old) Balb/C and C57BL/6, kept in IVC conditions, were immunized orally with: commercial probiotics Multilac® together with PA (albumin fraction from *Pisum sativum*) in dose of  $5 \times 10^7$  jtk/mouse and 200  $\mu\text{g}$  PA/mouse by 10 consequence days with CT as adjuvant. Blood and fecal samples were taken on 14, 21, 28 and 35 day of experiment. Specific antibodies level was determinate by ELISA. Significantly lower level of specific serum IgG and IgA, and fecal sIgA was determinate in C57BL/6 mice. After termination lymphocytes were isolated from some tissue (SPL, HNLN, MLN, PP) and cultured with stimulation agents (PA). Lymphocytes were phenotype and it was found that both strains gave statistically different percentage of  $\text{CD}^{8+}$ ,  $\text{CD}^{4+}$ ,  $\text{CD}^{8+}\text{CD}^{4+}$  T cells subpopulations. Even C57BL/6 does not induce  $\text{CD}^{4+}\text{CD}^{25+}$  subpopulation (important for allerev mechanisms). Presented experiments show