

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

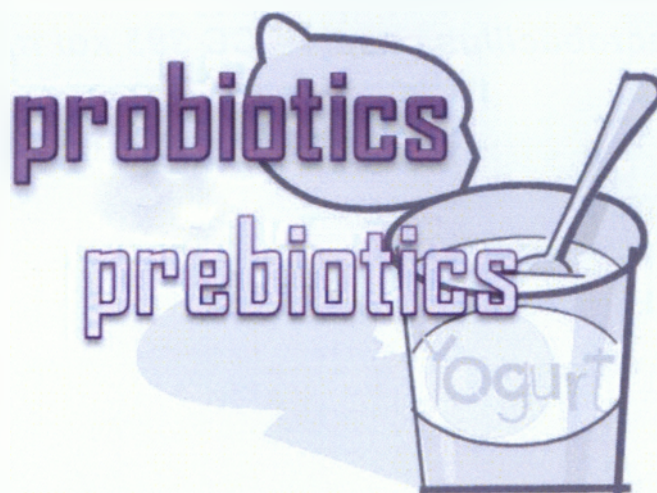
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**«Παρασκευή προβιοτικής γιαούρτης με χρήση *Lactobacillus casei* ATCC 393 και πρεβιοτικών»**

---



Επιβλέπων καθηγητής: Κανδύλης Παναγιώτης

Εκπόνηση: Μαρινάκη Ευαγγελία (2010049)

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2014

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

***«Παρασκευή προβιοτικής γιαούρτης με χρήση  
Lactobacillus casei ATCC 393 και πρεβιοτικών»***

Εξεταστική Επιτροπή:

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2014

## Ευχαριστίες

Μέσα από την εργασία αυτή θα ήθελα να ευχαριστήσω κάποιους ανθρώπους που μου πρόσφεραν αμέριστα τη βοήθειά τους, την υποστήριξή τους και την ηθική τους συμπαράσταση καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας μελέτης.

Πρωτίστως οφείλω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Κανδύλη Παναγιώτη, για το αμείωτο ενδιαφέρον, την καθοδήγηση, την υποστήριξη, καθώς και το χρόνο τον οποίο μου αφιέρωσε κατά την εκτέλεση του πειραματικού έργου, όσο και κατά την συγγραφή, αλλά και στην κ. Δήμητρα και γυναίκα του, η οποία ήταν δίπλα μου από την πρώτη στιγμή της εκτέλεσης του πειράματος και με καθοδηγούσε με την άριστη επιστημονική της γνώση και την εμπειρία της σε όλες τις εργαστηριακές αναλύσεις και μετρήσεις.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τις συμφοιτήτριες και φίλες μου πλέον, Ρούσσου Ελπίδα και Μιχαηλίδη Μαρία, διότι καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας, αλλά και του πειραματικού μέρους της πτυχιακής μου μελέτης ήταν δίπλα μου, μου συμπαραστεκόntonταν ηθικά αλλά και πρακτικά.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη του οικογενειακού και φιλικού μου περιβάλλοντος, τα οποία όλη αυτή την περίοδο των σπουδών μου, μου προσέφεραν τη συνεχή και απεριόριστη συμπαράσταση και στήριξή τους.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Το παραδοσιακό τυράκι Τήνου .....	11
Εικόνα 2: Το βούτυρο παλιά.....	13
Εικόνα 3: Κύρια στάδια παραγωγής γιαούρτης από νωπό γάλα.....	22
Εικόνα 4: <i>S.thermophilus</i> στο μικροσκόπιο .....	38
Εικόνα 5: <i>L. bulgaricus</i> in yogurt.....	39
Εικόνα 6: Συγκέντρωση του <i>L. Bulgaricus</i> και του <i>S.thermophilus</i> .....	41
Εικόνα 7: <i>L.casei</i> .....	42
Εικόνα 8: Διαφορά μεταξύ Πρεβιοτικών και Προβιοτικών.....	50
Εικόνα 9: Χημικός τύπος ραφινόζης .....	51
Εικόνα 10: Τα κυτία με το γάλα πριν γίνει γιαούρτι, στο υδατόλουτρο (42,2° C).....	53
Εικόνα 11: Διαδικασία συναίρεσης στο εργαστήριο .....	54
Εικόνα 12: Αλλαγή χρώματος διαλύματος κατά την πιλοδότηση .....	55
Εικόνα 13: Τιτλοδοτούμενη οξύτητα .....	55
Εικόνα 14: Αναπαράσταση διαδοχικών αραιώσεων .....	57
Εικόνα 15: Καταμέτρηση μικροοργανισμού στα τρυβλία.....	64
Εικόνα 16: Καταμέτρηση <i>L.casei</i> σε δείγμα γιαούρτης με προσθήκη 2% και 1% ραφινόζης αντίστοιχα .....	65
Εικόνα 17: Θρεπτικό υλικό Ringer για την ανάπτυξη του <i>L.casei</i> .....	65

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Μικροοργανισμοί σε ζυμούμενα προϊόντα.....	15
Πίνακας 2: Διατροφικά στοιχεία γάλακτος.....	19
Πίνακας 3: Σύσταση γάλακτος ανά είδος ζώου .....	19
Πίνακας 4: Η παραγωγή γιαουρτιού και λοιπών ζυμούμενων προϊόντων γάλακτος σε χώρες της Ευρώπης.....	30
Πίνακας 5: Συνολικός όγκος πωλήσεων γιαουρτιού στην Ελλάδα (στα σούπερ μάρκετ.....	31
Πίνακας 6: Διατροφική αξία γιαουρτιού.....	35
Πίνακας 7: Τρόφιμα που περιέχουν προβιοτικά.....	47
Πίνακας 8 : Μείωση του κινδύνου εκδήλωσης ασθένειας μέσω προβιοτικών και πρεβιοτικών .....	49
Πίνακας 9: Κινητική πτώσης του pH κατά τη διάρκεια ζύμωσης του γάλακτος για την παραγωγή γιαούρτης .....	58
Πίνακας 10: Επίδραση της αποθήκευσης στους 4o C στο pH των παραγόμενων γιαουρτιών .....	59
Πίνακας 11: ΟΞΥΤΗΤΑ.....	60
Πίνακας 12: Επίδραση της αποθήκευσης στους 4° C στην συναίρεση των παραγόμενων γιαουρτιών.....	61
Πίνακας 13: Αποτελέσματα Ικανότητας Συγκράτησης Νερού.....	61
Πίνακας 14: Βιωσιμότητα <i>L. casei</i> .....	64

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	7
SUMMARY.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> .....	9
ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	9
1.1 Γάλα .....	9
1.2 Ζυμώμενα Προϊόντα.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> .....	17
Η ΓΙΑΟΥΡΤΗ.....	17
2.1 Γενικά στοιχεία για το γάλα .....	17
2.1.1 Στοιχεία για την παγκόσμια παραγωγή.....	20
2.1.2 Στοιχεία για την ελληνική παραγωγή.....	20
2.2 Τρόπος παρασκευής γιαούρτης.....	21
2.2.1 Τυποποίηση .....	22
2.2.2 Ομογενοποίηση.....	23
2.2.4 Διαδικασία ζύμωσης.....	24
2.2.5 Ψύξη .....	24
2.3 ΤΑ ΕΙΔΗ ΤΗΣ ΓΙΑΟΥΡΤΗΣ .....	25
2.3.1 Τύποι γιαούρτης.....	25
2.3.2 Στοιχεία για την παγκόσμια παραγωγή .....	30
2.3.3 Ρεολογικές και φυσικές ιδιότητες του γιαουρτιού.....	32
2.4 Συναίρεση.....	32
2.6 Νομοθεσία .....	33
2.7 Διατροφική Αξία .....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> .....	38
3.1 Καλλιέργεια Γιαούρτης .....	38
3.1.1 <i>Streptococcus thermophilus</i> .....	38
3.1.2 <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	39
3.1.3 <i>Lactobacillus casei</i> .....	42
3.2 Γαλακτική ζύμωση γάλακτος.....	43
3.3 Προβιοτικά .....	45
3.3.1 Σε ποια τρόφιμα βρίσκουμε προβιοτικά .....	46
3.3.2 Λόγοι που πιστεύεται ότι τα προβιοτικά προωθούν την υγεία: .....	47
3.4 Πρεβιοτικά προϊόντα .....	48
3.5 Η ραφινόζη .....	51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4° .....	52
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ .....	52
4.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	53
4.1.1 Παρασκευή γιαούρτης και μικροοργανισμοί .....	53
4.1.2 Μέτρηση φυσικοχημικών παραμέτρων .....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5° .....	57
ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	57
5.1 Γενικά .....	57
5.2 Επίδραση της συγκέντρωσης της ραφινόζης στην ικανότητα όξυνσης του γάλακτος .....	57
5.3 Επίδραση της συγκέντρωσης της ραφινόζης στην τιμή του pH κατά την αποθήκευσή των γιαουρτιών .....	58
5.4 Επίδραση της συγκέντρωσης της προστιθέμενης ραφινόζης στην οξύτητα των γιαουρτιών κατά την αποθήκευσή τους .....	59
5.5 Επίδραση της συγκέντρωσης της προστιθέμενης ραφινόζης στη συναίρεση και στην ικανότητα συγκράτησης νερού των γιαουρτιών κατά την αποθήκευσή τους .....	60
5.6 Γευσιγνωσία .....	61
5.7 Βιωσιμότητα <i>L. casei</i> μετά από 28 ημέρες αποθήκευσης των γιαουρτιών στους 4°C .....	63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο .....	66
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	66
Βιβλιογραφία .....	67
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΠΙΝΑΚΩΝ- ΕΙΚΟΝΩΝ .....	71

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πολλές είναι οι έρευνες που έχουν διεξαχθεί τα τελευταία χρόνια, για τις πιθανές πρεβιοτικές επιδράσεις ορισμένων άπεπτων ολιγοσακχαριτών. Το ενδιαφέρον έγκειται στο ότι αυτοί οι ολιγοσακχαρίτες ζυμώνονται εκλεκτικά από συγκεκριμένα βακτήρια της ανθρώπινης εντερικής μικροχλωρίδας, επηρεάζοντας το μικροβιακό πληθυσμό της. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, κάποιες ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία του ξενιστή.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση της χρήσης πρεβιοτικών και συγκεκριμένα ραφινόζης στην παραγωγή και στα κύρια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά γιαουριών κατά την αποθήκευση στους 4°C για 4 εβδομάδες. Συγκεκριμένα παρασκευάστηκαν γιαούρτια χρησιμοποιώντας τον προβιοτικό μικροοργανισμό *Lactobacillus casei* σε συνδυασμό με την παραδοσιακή καλλιέργεια γιαούρτης *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*. Τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες γιαούρτης παρασκευάστηκαν με προσθήκη 0%, 0,5%, 1% και 2% ραφινόζης. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης μελετήθηκαν διάφορα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της γιαούρτης όπως pH, τιτλοδοτούμενη οξύτητα, συναίρεση και ικανότητα συγκράτησης νερού. Δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των γιαουριών με την προσθήκη της ραφινόζης. Κατά την αποθήκευση των γιαουριών παρατηρήθηκε πτώση στο pH και αύξηση της τιτλοδοτούμενης οξύτητας σε όλες τις περιπτώσεις που μελετήθηκαν. Ο οργανοληπτικός έλεγχος που πραγματοποιήθηκε ανέδειξε την υπεροχή των γιαουριών με ραφινόζη (και μάλιστα αυτό με 1%) σε σχέση με τη γιαούρτη χωρίς προσθήκη ραφινόζης. Ο έλεγχος της βιωσιμότητας της προβιοτικής καλλιέργειας μετά το τέλος της αποθήκευσης έδειξε ότι η ραφινόζη διατηρεί σε υψηλότερους αριθμούς την προβιοτική καλλιέργεια. Αυτά τα αποτελέσματα είναι πολύ σημαντικά από τεχνολογική άποψη αφού είναι το πρώτο βήμα για την παρασκευή γιαούρτης με προβιοτικά και πριβιοτικά με απώτερο σκοπό την διατήρηση της βιωσιμότητας των προβιοτικών μικροοργανισμών χωρίς αλλοίωση των κύριων φυσικοχημικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της γιαούρτης. Παρόλα αυτά περισσότερη και πιο συστηματική έρευνα απαιτείται στον τομέα αυτό.

Λέξεις κλειδιά: γιαούρτη, pH, οξύτητα, συναίρεση, προβιοτικά και πρεβιοτικά, *L. Casei*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*

## SUMMARY

Several studies have been carried out, the last few years, about the possible prebiotic effects of non digestive oligosaccharides. These oligosaccharides are fermented selectively by specific bacteria of human microflora and as a result, they affect the colonic microbiota. This leads to some beneficial effects to the host's health.

In the present study the effect of prebiotic, raffinose, addition on the main physicochemical characteristics of yogurts after storage at 4°C for 4 weeks was studied. More specifically yogurts were produced using the probiotic microorganism *Lactobacillus casei* in combination with the traditional yogurt culture *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. Four different types of yogurts were produced with the addition of 0%, 0.5%, 1% and 2% raffinose. During storage of yogurts several physicochemical characteristics were monitored such as pH, titratable acidity, syneresis and water holding capacity. No significant differences were observed in physicochemical characteristics with the addition of raffinose. The organoleptic evaluation of the produced yogurts revealed the superiority of yogurts with raffinose and especially this with 1% raffinose in comparison with the yogurt without raffinose. The use of raffinose retained the viability of probiotic culture in high numbers even after 4 weeks of storage. These results are very important from a technological point of view since this is a first step for the production of probiotic yogurts with also prebiotics. The aim is the increased viability of probiotic culture without affecting the general characteristics of yogurts. However more work and research is necessary in this field.

Key words: yoghurt, pH, acidity, syneresis, probiotics and prebiotics, *L. Casei*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

### ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

#### 1.1 Γάλα

Το γάλα είναι το ένα από τα δύο κύρια κτηνοτροφικά προϊόντα (το άλλο είναι το έριο), η απόκτηση των οποίων δεν αποτελεί προϋπόθεση τη σφαγή του ζώου. Μολονότι κάτι τέτοιο σήμερα ουδόλως επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο ασκείται η κτηνοτροφία, εντούτοις, κατά τη νεολιθική εποχή, η σύνθεση ενός κοπαδιού, αλλά και οι ηλικίες σφαγής των μελών του, αποτελούσαν οικονομική επιλογή, με μεγάλη βαρύτητα. Η μελέτη μεγάλου αριθμού ζωικών καταλοίπων από οικισμούς των προϊστορικών χρόνων σε ολόκληρη την Ελλάδα, μας επιτρέπει να υποστηρίξουμε ότι η κτηνοτροφία βασιζόταν για πολλές χιλιετίες στην παραγωγή κρέατος και πολύ λιγότερο σε άλλα προϊόντα.

Ωστόσο, από το τέλος της νεολιθικής εποχής, συντελείται μία στροφή προς τα προϊόντα του ζώντος ζώου, γνωστή στη διεθνή βιβλιογραφία ως «επανάσταση των δευτερογενών προϊόντων» (*secondary products revolution*). Πρόκειται για μία πραγματική επανάσταση, με τους οικονομικούς όρους της εποχής εκείνης, καθ' όσον καταγράφονται συστηματικές αλλαγές τόσο στη δομή των κοπαδιών, όσο και στις ηλικίες σφαγής των ζώων που τα απαρτίζουν. Αργότερα, κατά τη διάρκεια των ιστορικών χρόνων, το γάλα και τα προϊόντα του, όχι μόνο αποτελούσαν βασικό είδος διατροφής, αλλά γινόταν και συστηματική εκτροφή ειδικών φυλών ζώων για συγκεκριμένα προϊόντα. Έτσι, λοιπόν, γνωρίζουμε ότι η αίγα της Σκύρου, ήταν ονομαστή για το πολύ της γάλα και ότι από το γάλα του προβάτου της Κέας παρασκεύαζαν τυρί με ονομασία προέλευσης. Η μεγαλύτερη ποσότητα γάλακτος/τυριού προερχόταν από αίγες και προβατίνες ενώ ένα μικρότερο ποσοστό από αγελάδες. Οι αγελάδες αποτελούσαν ζώα ιδιαίτερα σημαντικά για τις αγροτικές εργασίες, ενώ η συμβολή τους στην γαλακτοπαραγωγή σταδιακά μειωνόταν στο ελάχιστο (Παπαθανασίου, 2005).

Από ιστορική άποψη, δεν έχει εξακριβωθεί το πότε ο άνθρωπος χρησιμοποίησε για πρώτη φορά το γάλα των ζώων ως τροφή. Από κείμενα των Σουμερίων προκύπτει όμως ότι ήδη και πριν το 6000 π.Χ ο άνθρωπος

εκμεταλλευόταν το γάλα των ζώων, ενώ στη Βίβλο η «Γη της Επαγγελίας» είναι η γη στην οποία «ρέει μέλι και γάλα» (Parandreu, 2004).

Ιδιαίτερα σημαντική, ήταν η συμβολή-παρουσία του γάλακτος στην αρχαία ελληνική ιατρική, καθώς στο έργο του «Περί φύσιος παιδιού», ο Ιπποκράτης δίνει την ερμηνεία του, περί του πώς, παράγεται το γάλα και αρχίζει η έκκρισή του στις λεχώνες. Στο δε «Περί γυναικείων βιβλίο πρώτον» πραγματοποιείται αναφορά σε βότανα και τροφές που βοηθούν την παραγωγή γάλακτος και στο πώς να ξαναρχίσει η έκκριση του σε λεχώνες όταν τους διακοπεί.

Αργότερα, ο Σάρωνος, ο οποίος γεννήθηκε στην Έφεσο, περίπου στα τέλη του 1<sup>ου</sup> αιώνα, στο δικό του έργο «Περί γυναικείων βιβλίων δεύτερον», αναφέρεται στη διατροφή του νεογέννητου, δίνοντας οδηγίες, όχι μόνο για το πότε πρέπει να αρχίζει ο θηλασμός και ποιο είναι το άριστο γάλα, αλλά και το πώς θα διασφαλιστεί με σωστή διατροφή και υγιεινή το γάλα της μητέρας ή της τροφού, έτσι ώστε να είναι άριστο ποιοτικώς και στην αναγκαία ποσότητα. Τέλος, τα διάφορα είδη γάλακτος που καταγράφονται, αναλόγως του ζώου από το οποίο προέρχονται και τις ιαματικές ιδιότητές τους, αναφέρονται από τον Διοσκουρίδη στο «Περί ύλης ιατρικής λόγον δεύτερον», μη παραλείποντας να επισημάνει και τις ενδεχόμενες περιπτώσεις ασθενειών (Παπαθανασίου, 2005).

Επιπροσθέτως, σημαντικό θα ήταν να αναφερθεί, ότι η γαλακτοπαραγωγός κτηνοτροφία εμφανίζει διάφορα χαρακτηριστικά κατά τη διάρκεια των επτά και πλέον χιλιετιών, τα οποία παρουσιάζονται σε ζωοαρχαιολογικά κατάλοιπα, ειδώλια, γραπτές πηγές, εικονογραφία κ.ά. (Γιαννούλη, 2005).

## 1.2 Ζυμώμενα Προϊόντα

Το γαλακτικό οξύ αποτελεί ένα συστατικό, το οποίο δίνει στο ζυμωμένο γάλα την ελαφρώς ξινή γεύση του. Επιπρόσθετες χαρακτηριστικές γεύσεις και αρώματα είναι συνήθως το αποτέλεσμα άλλων προϊόντων των οξυγαλακτικών βακτηρίων. Για παράδειγμα, η ακεταλδεΐδη, είναι η ουσία η οποία προσδίδει το χαρακτηριστικό άρωμα στη γιαούρτη, και το διακετύλιο προσδίδει μια βουτυρώδη γεύση σε άλλα ζυμωμένα γάλατα. Και άλλοι μικροοργανισμοί, όπως οι ζύμες, μπορεί να συμπεριληφθούν στην καλλιέργεια (σύνολο μικροοργανισμών που προκαλούν τη ζύμωση) για να δώσουν μοναδικές γεύσεις. Για παράδειγμα, η αλκοόλη και το διοξείδιο του άνθρακα που παράγονται από τις ζύμες συνεισφέρουν στη δροσιστική αφρώδη γεύση του κεφίρ, του κουμίσ και του leben (EUFIC, 1999).

### A) ΤΥΡΙ

Η τυροκομία στην Ελλάδα καταγράφει μια μακραίωνη παράδοση. Ο Όμηρος τον 8<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ. στο έργο του, την Οδύσσεια, περιγράφει το βοσκό-τυροκόμο, γνωστό ως Πολύφημο, το 12<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ., καθώς και τα τυριά του. Ο Διόδωρος (Διόδωρος Σικελιώτης, 1<sup>ος</sup> αιώνας π.Χ.), ο Έλληνας ιστορικός, με καταγωγή από τη Σικελία, έγραψε ότι ο Αρισταίος, γιος του Απόλλωνα και εγγονός του Δία, ο οποίος είχε μάθει την τέχνη της τυροκομίας από τις νταντάδες του, τις νύμφες, στάλθηκε από τους θεούς στον Όλυμπο για να διδάξει στους Έλληνες την τέχνη της



Εικόνα 1: Το παραδοσιακό τυράκι Τήνου

τυροκομίας. Έχοντας λοιπόν, ως δεδομένη την αξία του τυριού ως βασική τροφή, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι οι αρχαίοι Έλληνες θεωρούσαν το τυρί ως μια

θείκη εφεύρεση και δώρο για τον άνθρωπο. Το τυρί όπου ο Όμηρος περιέγραψε, φαίνεται ότι είναι δυνατόν να αποτελεί τον πρόγονο του τυριού "φέτα" και είναι το κύριο τυρί που παρασκευάζεται στην Ελλάδα από την αρχαιότητα μέχρι και σήμερα. Στο μεταξύ, διάφορα είδη και ποικιλίες τυριών, εξελίχθηκαν μέσα στους αιώνες, έτσι ώστε σε κάθε εποχή μέχρι και σήμερα, σχεδόν σε κάθε νησί, να έχει τις δικές του μοναδικές παραδόσεις στην παρασκευή τυριών.

Σήμερα, πολλά παραδοσιακά τυριά παρασκευάζονται σε ολόκληρη την Ελλάδα. Μερικά από αυτά, είναι στην πραγματικότητα της ίδιας ποικιλίας τυριού, έχουν κάπως διαφορετική τεχνολογία ή ενδεχομένως και την ίδια τεχνολογία, παρόλο που είναι γνωστά με διαφορετικά ονόματα. Είκοσι από αυτά, είχαν αναγνωριστεί ως τυριά ΠΟΠ (Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης) και υπάρχουν και άλλα, περιμένοντας για την αναγνώρισή τους. Ως ένα σύνολο, τα ελληνικά παραδοσιακά τυριά θα μπορούσαν να ομαδοποιηθούν, ανάλογα με την τεχνολογία κατασκευής τους, όπως: τυριά άλμης, Μαλακά τυριά, Ημίσκληρα τυριά, Σκληρά τυριά, Τυριά τυρογάλακτος (Ζερφυρίδης, 2001).

## **B) ΓΙΑΟΥΡΤΗ**

Από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα έχουν καταγραφεί σχετικά λεπτομερείς βιβλιογραφικές αναφορές για την παρασκευή και τα χαρακτηριστικά της γιαούρτης στη χώρα μας. Το 1908, ο καθηγητής Μενάρδος, αμφισβήτησε την προσπάθεια του γνωστού Βούλγαρου επιστήμονα Metchnikoff, να εμφανίσει τη γιαούρτη ως βουλγαρικό προϊόν. Αρκετοί συγγραφείς συνδέουν την προέλευση της γιαούρτης με την Ασία και άλλοι με τα Βαλκάνια. Τούρκοι νομάδες φαίνεται να έχουν παίξει σημαντικό-καθοριστικό ρόλο στην εξάπλωσή της. Στη χώρα μας, η περιγραφή του τρόπου παρασκευής, γίνεται από τον Τζουλιάδη το 1936 και από τον Ζυγούρη αντίστοιχα το 1939. Το γάλα που χρησιμοποιούνταν για την παρασκευή της γιαούρτης στη χώρα μας, ήταν το πρόβειο, το οποίο θεωρείτο και το καταλληλότερο για την παρασκευή της. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων τριάντα ετών, μεγάλες και σημαντικές εξελίξεις σημειώθηκαν στην τεχνολογία, τα χαρακτηριστικά και τη θρεπτική της αξία, όχι μόνο διεθνώς αλλά και στη χώρα μας. Η κατανάλωση γιαούρτης έχει αυξηθεί αρκετά και η παρασκευή της από αγελαδινό γάλα έχει πλέον καθιερωθεί με στέρεες βάσεις.

Η παραδοσιακή μαγιά αντικαταστάθηκε σταδιακά από επιλεγμένες καλλιέργειες, που τα τελευταία χρόνια μπορεί να περιέχουν και προβιοτικούς μικροοργανισμούς πέραν των γνωστών που είχαν καθιερωθεί για την παρασκευή της γιαούρτης. Αξιοποιώντας στο έπακρο τα πλεονεκτήματα που έχει η ομογενοποίηση του γάλακτος, έπειτα διαδόθηκε και η γιαούρτη χωρίς πέτσα. Ειδικά επιδόρπια παρασκευάζονται με βάση τη γιαούρτη με την ανάμειξη φρούτων και καλύπτουν διαφορετικές προτιμήσεις μεγάλου μέρους των καταναλωτών. (Χρ. Κεχαγιάς, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, ΤΕΙ-Αθήνας)( *Η Γιαούρτη μέσω της ελληνικής ιστορίας και παράδοσης*)

### Γ) ΒΟΥΤΥΡΟ

Η επιμολογία της λέξης βούτυρο προέρχεται από τα αρχαία Ελληνικά και σημαίνει αγελαδινό τυρί (βούς = αγελάδα) (ΕΥΤΥΧΙΑ ΝΤΟΥΓΙΑ,2012).

Η ιστορία του βουτύρου είναι λίγο πολύπλοκη, καθώς υπάρχουν πολλοί μύθοι και δοξασίες σχετικά με την προέλευση του βουτύρου. Εκτιμάται ότι, όλα ξεκίνησαν, μια ζεστή μέρα, όταν ένας Νορμανδός, έδεσε ένα σακουλάκι με γάλα στο λαιμό του αλόγου του. Αργότερα, βρήκε ότι η θερμότητα και το κούνημα το είχαν αναδεύσει κ είχαν φτιάξει ένα νόστιμο κίτρινο προϊόν. Προτού το βούτυρο γίνει αποκλειστικά ένα τρόφιμο, είχε χρησιμοποιηθεί ως χρήμα. Έχουμε καταγραφή της χρήσης του, με αυτή την μορφή, ήδη 2000 χρόνια π.Χ.



Εικόνα 2: Το βούτυρο παλιά

Κάποιες ιστορίες, οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν το βούτυρο κυρίως για την επάλειψη πληγών αλλά και άλλων δερματικών παθήσεων. Όμως, μετά την πτώση της αυτοκρατορίας, γύρω στις αρχές του Μεσαίωνα, τα γαλακτοκομικά προϊόντα άρχισαν να αποτελούν μία από τις βασικές διατροφικές συνήθειες των ανθρώπων (ΧΑΤΖΗΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑΣ, 2009).

Οι παλαιότερες πληροφορίες σχετικά με τη μέθοδο παραγωγής του βουτύρου, μας έρχονται από τους Άραβες και τους Σύριους, οι οποίοι διατηρούσαν την ίδια διαδικασία παραγωγής βουτύρου για εκατοντάδες χρόνια. Η πρακτική τους, στην παραγωγή βουτύρου, ήταν να χρησιμοποιούν ως καρδάρα, ένα δοχείο φτιαγμένο από δέρμα αίγας. Έγδερναν το ζώο, το δέρμα του ραβόταν, έτσι ώστε να υπάρχει μόνο ένα άνοιγμα, όπου από αυτό έβαζαν μέσα στο δοχείο την κρέμα. Η καρδάρα δενόταν από τα δοκάρια της σκηνής και κρεμόταν μέχρι να δημιουργηθεί το βούτυρο. Αυτή ενεδεχόμενως να αποτελεί την παλαιότερη καταγραφή της δημιουργίας βουτύρου (ΕΥΤΥΧΙΑ ΝΤΟΥΓΙΑ,2012).

#### **Δ) ΚΕΦΙΡ**

Είναι ένα αναδευόμενο ρόφημα που παρασκευάζεται κυρίως από γάλα, το οποίο έχει υποστεί ζύμωση με ένα σύμπλοκο μίγμα βακτηρίων (συμπεριλαμβανομένων διαφόρων ειδών γαλακτοβακίλλων , γαλακτοκόκκων , *Leuconostocs* , και *aceterobacteria* ) και ζυμομύκητες (αμφότερα ζύμωση λακτόζης και μη γαλακτική ζύμωση ). Η μικρή ποσότητα του CO<sub>2</sub> , το αλκοόλ και οι αρωματικές ενώσεις που παράγονται από τις καλλιέργειες, του δίνουν τη χαρακτηριστική ανθρακούχα, όξινη γεύση που περιέχει. Η παρασκευή του κεφίρ διαφέρει αρκετά από εκείνη του γιαουρτιού, στο το ότι οι σπόροι κεφίρ (μικρά συμπλέγματα των μικροοργανισμών που συγκροτούνται μεταξύ τους σε έναν πολυσακχαρίτη), προστίθενται στο γάλα για να προκαλέσουν τη ζύμωσή του (Cathy J. Saloff-Coste, 2000).

Το 1908, ο Metchnikov έγραψε ότι το μυστικό στη μακροζωία που βρήκε στα ρωσικά βουνά του Καυκάσου, ήταν το κεφίρ, που οι άνθρωποι παρασκεύαζαν και κατανάλωναν.

Σημαντικό θα ήταν να αναφερθεί, το γεγονός ότι οι ευεργετικές ζύμες και τα φιλικά βακτηρίδια του κεφίρ, καταναλώνουν το μεγαλύτερο μέρος της λακτόζης του γάλακτος, έτσι, ώστε να είναι ιδανικό για να καταναλώνεται και από άτομα που έχουν δυσανεξία στη λακτόζη.

## Ε) ΚΟΥΜΙΣ

Το Κούμις αποτελεί ένα παραδοσιακό προϊόν των λαών, οι οποίοι ζουν γύρω από την περιοχή της Κασπίας θάλασσας. Το παραδοσιακό κούμις παραγόταν από γάλα φοράδας. Σε περιοχές που δεν υπήρχε γάλα φοράδας, χρησιμοποιούνταν γάλα γαϊδούρας ή ακόμα και καμήλας. Σήμερα πλέον χρησιμοποιείται και γάλα αγελάδας. Η ζύμωση γίνεται με συνδυασμό στελεχών *Lactobacillus* (*L. bulgaricus*, *L. casei*, *L. Lactis*) και ζυμομύκητα (*Torula koumiss*, *Kluyveromyces lactis*) και είναι γαλακτική και αλκοολική. Τα κύρια τελικά προϊόντα που το απαρτίζουν είναι το γαλακτικό οξύ (1% περίπου), η αιθανόλη (2-2,5%) και το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Είναι αφρώδες, θρεπτικό, εύπεπτο και ευχάριστο στη γεύση. Λόγω όμως της περιεκτικότητάς του σε αλκοόλη, θεωρείται περισσότερο ένα ευφραντικό ποτό και λιγότερο ως τρόφιμο. (Tamime και Robinson, 1999).

Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται οι μικροοργανισμοί που εμπεριέχονται στη γιαούρτη, στην καλλιέργεια γιαούρτης, στο κεφίρ και το κούμις:

Πίνακας 1: Μικροοργανισμοί σε ζυμούμενα προϊόντα

<b>Yoghurt:</b>	<b>Symbiotic cultures of <i>Streptococcus thermophilus</i> and <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>.</b>
<b>Intemate Culture Yoghurt:</b>	<i>Cultures of <i>Streptococcus thermophilus</i> and any <i>Lactobacillus</i> species</i>
<b>Kefir:</b>	Starter culture prepared from kefir grains, <i>Lactobacillus kefiri</i> , species of the genera <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactococcus</i> and <i>Acetobacter</i> growing in a strong specific relationship. Kefir grains constitute both lactose fermenting yeasts ( <i>Kluyveromyces marxianus</i> ) and non-lactose-fermenting yeasts ( <i>Saccharomyces unisporus</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> and <i>Saccharomyces exiguus</i> ).
<b>Kumys:</b>	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> and <i>Kluyveromyces marxianus</i>

Πηγή: FAO

## ΣΤ) ΟΞΥΓΑΛΑ

Είναι παραδοσιακό προϊόν ζυμώσεως του βουτυρο γάλακτος ή του άπαχου γάλακτος και αντίστοιχο του "Cultured buttermilk" το οποίο παράγεται σε αρκετές χώρες και ιδιαίτερα στις Η.Π.Α. Η κατανάλωση του προϊόντος αυτού στη χώρα μας έμεινε σε χαμηλά επίπεδα. 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 ανασφαλή. 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 κτύπημα το πηγάμα και το προϊόν μετατρέπεται σε παχύρρευστο υγρό, το οποίο συσκευάζεται σε φιάλες και διακινείται σε θερμοκρασία ψύξεως. 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 εύγευστο και εύπεπτο (Tamime και Robinson, 1999).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### Η ΓΙΑΟΥΡΤΗ

#### 2.1 Γενικά στοιχεία για το γάλα

Το γάλα δεν είναι ομοιογενές, αλλά μείγμα διάφορων οργανικών ουσιών και αποτελείται από νερό, λίπος, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, ένζυμα, άλατα και βιταμίνες. Μερικά από τα συστατικά αυτά, όπως το λίπος, είναι δυνατό να χωριστούν από το υπόλοιπο γάλα με μηχανικό τρόπο (Thureen, *et al.*, 2006)

Είναι μία πολύ πλούσια υψηλής θρεπτικής αξίας τροφή και περιέχει πολλά θρεπτικά συστατικά, μερικά από τα οποία είναι τόσο σπάνια, ώστε δεν υπάρχουν πουθενά αλλού στη φύση. Δεν είναι τυχαίο λοιπόν, το γεγονός ότι το γάλα έχει σαν προορισμό του, να χρησιμεύει ως πρώτη, αλλά και μοναδική τροφή για το νεογέννητο.

Η δημιουργία του γάλακτος όμως αποτελεί μία από τις πιο σύνθετες οργανικές διαδικασίες. Το νευρικό σύστημα ρυθμίζει την έκκριση των ορμονών, που και αυτές με τη σειρά τους, ρυθμίζουν την έκκριση του γάλακτος:

- Για να αρχίσει η έκκριση του γάλακτος, είναι απαραίτητη η παρουσία της ορμόνης προλακτίνης, καθώς και σειράς άλλων ορμονών που παράγονται βασικά από την υπόφυση.
- Αντίθετα, η παρουσία των οιστρογόνων εμποδίζει την έκκριση του γάλακτος και αυτό συμβαίνει στη διάρκεια της εγκυμοσύνης.
- Για να διατηρηθεί η έκκριση του γάλακτος, είναι ανάγκη να επιδράσουν άλλες ορμόνες, όπως οι ορμόνες που παράγονται από τον εξωτερικό φλοιό των επινεφριδίων

Η επίδραση του νευρικού συστήματος στην έκκριση του γάλακτος φαίνεται πιο καθαρά στην περίπτωση του θηλασμού, όπου υπάρχει το ερέθισμα, που μεταφέρεται στον εγκέφαλο και από εκεί δίνεται η εντολή να αρχίσει η λειτουργία του ενδοκρινικού συστήματος, που τελικά θα οδηγήσει στην έκκριση του γάλακτος (Riordan, 2005).

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι, το γάλα συνεχίζει να αποτελεί βασικό τρόφιμο του καθημερινού διαιτολογίου του ανθρώπου, ακόμα και μετά τη μεταποίησή του. Καταναλώνεται και από τις πολύ ευαίσθητες ομάδες του πληθυσμού, όπως παιδιά, έφηβοι, έγκυες, θηλάζουσες μητέρες και ηλικιωμένοι οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να λαμβάνουν όλα τα πολύτιμα θρεπτικά στοιχεία, που βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες στο γάλα, το οποίο είναι και συγχρόνως πολύ ευαίσθητο στις μικροβιακές και χημικές αλλοιώσεις.

Για να φτάνουν αναλλοίωτα λοιπόν στο τραπέζι του καταναλωτή, πρέπει εκτός από τον έλεγχο για την ποιότητα της 1<sup>ης</sup> ύλης, που είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας και ξεκινά από το αγρόκτημα, να εφαρμόζονται οι κατάλληλες επεξεργασίες παραγωγής, γι' αυτό η ποιότητα του γάλακτος, η επεξεργασία και οι έλεγχοι για την ασφάλεια του, είναι ιδιαίτερα σημαντικοί για την τελική ποιότητα, τη γεύση, τη διατροφική αξία και την ασφαλή χρήση των γαλακτοκομικών προϊόντων.

Η παστερίωση, δηλαδή η θερμική επεξεργασία του φρέσκου γάλακτος, γίνεται συνήθως σε θερμοκρασία 72 – 73° C, έτσι ώστε να είναι απολύτως ασφαλές και απαλλαγμένο από τυχόν ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς και να κρατά αναλλοίωτα όλα τα θρεπτικά συστατικά, το άρωμα και τη φυσική του γεύση.

Το γάλα υψηλής παστερίωσης, το αποστειρωμένο (U.H.T.), και το εβαπορέ υφίστανται υψηλή θερμική επεξεργασία 100 – 145° C, για μικρή ή μεγάλη χρονική διάρκεια, για να διατηρούνται μεγάλο χρονικό διάστημα εντός ή εκτός ψυγείου (Κεχαγιάς, 2011).

Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται τα διατροφικά στοιχεία του νωπού γάλακτος:

Πίνακας 2: Διατροφικά στοιχεία γάλακτος

Διατροφικά στοιχεία	Νωπό γάλα	Φρέσκο Γάλα μετά την παστερίωση
Πρωτεΐνες, %	3,2	3,2
Καζεΐνες, %	2,45	2,45
Γαλακτογλοβουλίνη, %	0,260	0,257
Ασβέστιο(mg/100 ml)	120	120
Φώσφορος (mg/100 ml)	95	95
Βιταμίνη Α (μg/100 ml)	37	37
Βιταμίνη C (mg/100 ml)	1,87	1,80
Βιταμίνη B12 (μg/100 ml)	0,47	0,45

Πηγή: (Κεχαγιάς, 2011)

Επίσης είναι γνωστό ότι η σύσταση του γάλακτος διαφέρει από είδος σε είδος, ανάλογα την περιοχή, την ηλικία του ζώου, την γαλακτική περίοδο κλπ. Στον παρακάτω πίνακα (3) βλέπουμε αυτή για τα τρία βασικά είδη ζώων που εκτρέφουμε στη χώρα μας.

Πίνακας 3: Σύσταση γάλακτος ανά είδος ζώου

Είδος ζώου	Ολικά στερεά	Λίπος	Λακτόζη	Πρωτεΐνες	Άλατα
Αγελάδα	12,73%	3,85%	4,72%	3,5%	0,72
Αίγα	12,95%	3,93%	4,65%	6,56%	0,81%
Πρόβατο	18,66%	6,86%	4,91%	6,00%	0,89%

Πηγή: (Μπάρκας, 2012)

Οι διαφορές στη σύσταση του γάλακτος δεν είναι μόνο ποσοτικές, όπως βλέπουμε παραπάνω. Υπάρχουν και διαφορές στη δομή και στο μέγεθος των πρωτεϊνών και των λιποσφαιρίων μεταξύ των διαφόρων ειδών γάλακτος και αυτές επηρεάζουν τις φυσικές ιδιότητες του γιαουρτιού και στην πεπτικότητά του. Για παράδειγμα το αίγαιο γάλα, περιέχει λιποσφαιρίδια και πρωτεΐνες σε μικρότερο μέγεθος από εκείνα του αγελαδινού. Υπάρχουν επίσης σημαντικές διαφορές στη σύσταση του γάλακτος μεταξύ των φυλών ενός είδους ζώου. Επίσης το γάλα από ζώα της ίδιας φυλής παρουσιάζει διακύμανση στη σύσταση, που οφείλεται εν μέρει σε κληρονομικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες.

### **2.1.1 Στοιχεία για την παγκόσμια παραγωγή**

Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία από τον παγκόσμιο οργανισμό τροφίμων και γεωργίας (FAO), η παγκόσμια παραγωγή γάλακτος έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια και πιο συγκεκριμένα, το 2006 η αύξηση κυμαίνεται σε ποσοστό 1,9% σε σχέση με το 2005. Η παγκόσμια παραγωγή γάλακτος αναμένεται να αυξηθεί με μία μέση ετήσια αύξηση περίπου 1,5% και το 2015 θα ανέρχεται σε 700 εκατομμύρια τόνους. (IDF, 2007).

### **2.1.2 Στοιχεία για την ελληνική παραγωγή**

Έναν αρκετά σημαντικό κλάδο του πρωτογενή τομέα, αποτελεί και αυτός της γαλακτοπαραγωγού αγελαδοτροφίας. Η χώρα μας είναι σημαντικά ελλειμματική σε αγελαδινό γάλα αφού παράγουμε περίπου 650.000 τόνους, ενώ αντικειμενικά χρειαζόμαστε περίπου 1.300.000 τόνους. Η σημαντικότερη εξέλιξη που σημειώνεται τελευταία, είναι ότι αυξάνεται η τιμή του αγελαδινού γάλακτος στη χώρα μας, αργά αλλά σταθερά, ενώ την ίδια στιγμή έχουμε μια σταθερή μείωση της ποσότητας που παράγεται. Περίπου 681.587 τόνοι γάλακτος παραδόθηκαν την περίοδο 2010-2011 στην Ελλάδα, ποσότητα που παραμένει κατά 17,5% χαμηλότερη από το ποσοστό που αντιστοιχεί στη χώρα μας (843.710 τόνοι) όπως φαίνεται από το διάγραμμα 1. Αξιοσημείωτο δε είναι το γεγονός ότι, σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι παραδόσεις γάλακτος υστερούν μόλις κατά 5,5% σε σχέση με τις ποσότητες που επιτρέπουν οι

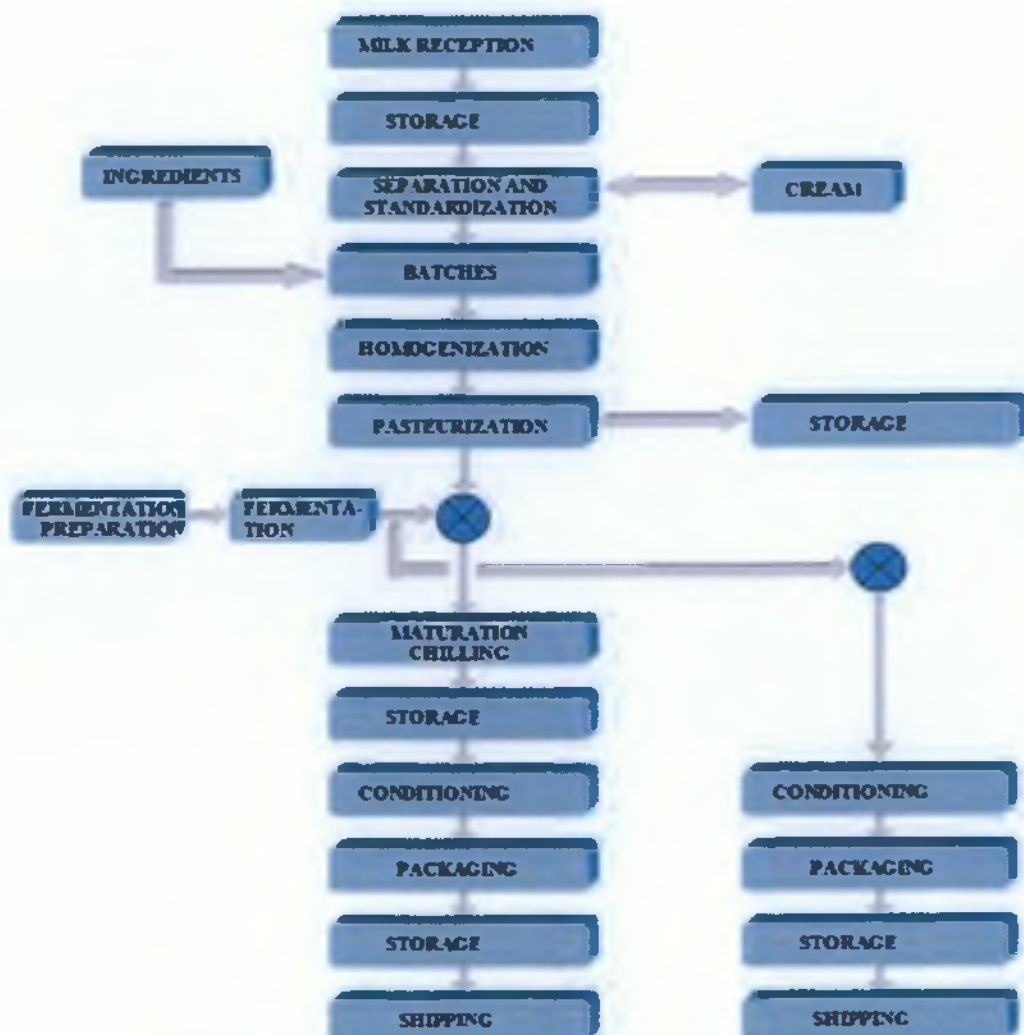
ποσοστώσεις. Μόνο πέντε κράτη μέλη – Δανία, Ολλανδία, Αυστρία, Κύπρος και Λουξεμβούργο – υπερέβησαν τις γαλακτοκομικές ποσοστώσεις τους το 2010-2011, με αποτέλεσμα να υποβληθούν σε συμπληρωματική εισφορά (Διαμαντόπουλος, 2011). Χαρακτηριστικό της ελληνικής γαλακτοκομίας είναι η μεγάλη συμβολή του πρόβειου και γίδινου γάλακτος στη διαμόρφωση της συνολικής ετήσιας γαλακτοπαραγωγής κάτι που δεν συμβαίνει σε καμία άλλη χώρα. Αυτό οφείλεται στο ανάγλυφο του εδάφους που κατά το 75% καταλαμβάνεται από ορεινές εκτάσεις και στις κλιματικές συνθήκες που δεν βοηθούν στην εύκολη ανάπτυξη της αγελαδοτροφίας γαλακτοπαραγωγικής κατεύθυνσης.



Διάγραμμα 1: Παραγωγή αγελαδινού γάλακτος ανά γαλακτοκομικό έτος

## 2.2 Τρόπος παρασκευής γιαούρτης

Τα κύρια στάδια επεξεργασίας που εμπλέκονται σε αυτούς τους δύο τύπους παρασκευής του γιαουρτιού (Εικ. 3) περιλαμβάνουν την τυποποίηση του γάλακτος (περιεκτικότητα σε λίπος και πρωτεΐνη), την ομογενοποίηση, τη θερμική επεξεργασία, την επώαση / ζύμωσης, ψύξη και τέλος την αποθήκευση ( Lee and Lucey, 2010).



Εικόνα 3: Κύρια στάδια παραγωγής γιαούρτης από νωπό γάλα

Πηγή: Natural Resources Canada

### 2.2.1 Τυποποίηση

Το γάλα συχνά αναμιγνύεται με αποβουτυρωμένο γάλα και κρέμα για να τυποποιηθεί ή να ρυθμιστεί η περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες στο επιθυμητό επίπεδο. Σκόνες γάλακτος, συμπεριλαμβανομένων και της σκόνης άπαχου γάλακτος, πρωτεΐνη ορού γάλακτος συμπυκνώματα ή συμπύκνωμα πρωτεΐνης γάλακτος, μπορούν να αναμειχθούν με το γάλα. Η περιεκτικότητα στερεών του αποβουτυρωμένου γάλακτος (συμπεριλαμβανομένης της περιεκτικότητας σε λίπος)

για τη γιαούρτη, είναι περίπου 9%, ενώ περισσότερο από 20% για ορισμένους τύπους συμπυκνωμένης γιαούρτης. (Lee and Lucey, 2010).

### **2.2.2 Ομογενοποίηση**

Η ομογενοποίηση του γάλακτος αποτελεί ένα σημαντικό στάδιο επεξεργασίας για τα γιαούρτια που περιέχουν λίπος. Το γάλα, τυπικώς ομογενοποιείται χρησιμοποιώντας πιέσεις 10-20 MPa σε πρώτο στάδιο και 5 MPa σε δεύτερο στάδιο, αντίστοιχα και σε μία περιοχή θερμοκρασίας μεταξύ 55°C και 65°C. Η ομογενοποίηση έχει ως αποτέλεσμα να διασπά τις λιπαρές ουσίες του γάλακτος, σε μικρότερα σφαιρίδια λίπους και το εμβαδόν επιφάνειας των σφαιριδίων αυτών αυξάνει σε μεγάλο βαθμό. Η χρήση της ομογενοποίησης αποτρέπει το διαχωρισμό λίπους (σχηματισμός κρέμας) κατά τη διάρκεια της ζύμωσης ή αποθήκευσης, μειώνει το διαχωρισμό του ορού του γάλακτος, αυξάνει την λευκότητα και ενισχύει τη συνοχή των γιαουρτιών. Όταν το γάλα ομογενοποιείται, οι καζεΐνες και οι πρωτεΐνες του ορού σχηματίζουν το νέο στρώμα επιφάνειας λιποσφαιρίων, το οποίο αυξάνει τα δομικά συστατικά στη γιαούρτη, η οποία είναι παρασκευασμένη από ομογενοποιημένο γάλα ( Lee and Lucey, 2010). Οι κανονισμοί του Codex για τη γιαούρτη δείχνουν ότι η ελάχιστη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες του γάλακτος είναι 2,7% (με εξαίρεση τη συμπυκνωμένη γιαούρτη, όπου η ελάχιστη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες είναι 5,6% μετά την συγκέντρωση) και η μέγιστη περιεκτικότητα σε λιπαρά είναι 15% (Codex, 2008). Η συνολική περιεκτικότητα σε στερεά του γάλακτος μπορεί να αυξηθεί με διαδικασίες συγκέντρωσης, όπως εξάτμιση υπό κενό και επεξεργασία της μεμβράνης (δηλαδή, αντίστροφη όσμωση και υπερδιήθηση) (Lee and Lucey, 2010).

### **2.2.3 Θερμική επεξεργασία**

Η θέρμανση του γάλακτος είναι μια σημαντική μεταβλητή επεξεργασίας για την παρασκευή γιαουρτιού, δεδομένου ότι επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις φυσικές ιδιότητες και την μικροδομή του γιαουρτιού (Lucey *et al.*, 1998a, b, c). Στην

παρασκευή γιαουρτιού, το γάλα θερμαίνεται πριν την προσθήκη καλλιέργειας. Οι συνδυασμοί θερμοκρασία / χρόνος για την παρτίδα θερμικών επεξεργασιών που χρησιμοποιούνται συνήθως στη βιομηχανία γιαουρτιού, είναι 85 °C για 30 λεπτά ή 90-95 °C για 5 λεπτά.

Ωστόσο, χρησιμοποιείται μερικές φορές, πολύ υψηλή θερμοκρασία για σύντομο χρονικό διάστημα (100°C έως 130°C για 4 έως 16sec) ή η υπερυψηλή παστερίωση UHT (140°C για 4 έως 16 sec) (Sodini *et al.*, 2004 ). Η θερμική επεξεργασία του γάλακτος έχει την ιδιότητα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης για να καταστρέψει ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς (Lee and Lucey, 2010).

#### **2.2.4 Διαδικασία ζύμωσης**

Μετά τη θερμική επεξεργασία, το γάλα ψύχεται σε θερμοκρασία επώασης, όπου στην επόμενη φάση δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη της καλλιέργειας εκκίνησης. Μία βέλτιστη θερμοκρασία των θερμοφίλων βακτηρίων γαλακτικού οξέος, δηλαδή, *Streptococcus* subsp. *thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, είναι περίπου 40-45 °C. Η βακτηριακή ζύμωση μετατρέπει τη λακτόζη σε γαλακτικό οξύ, το οποίο μειώνει το pH του γάλακτος. Κατά τη διάρκεια της οξίνισης του γάλακτος, το pH μειώνεται από 6,7 έως  $\leq 4.6$ . Η πήξη εμφανίζεται σε pH 5.2 - 5.4 για το γάλα που έχει υποστεί υπερυψηλή παστερίωση (UHT) (Lee and Lucey, 2010).

#### **2.2.5 Ψύξη**

Κατά τη διαδικασία της ψύξης, η γιαούρτη φτάνει πλέον στο επιθυμητό pH ,δηλαδή περίπου pH= 4.6 και αφήνεται να κρυώσει, στην κατάλληλη θερμοκρασία, η οποία υπολογίζεται γύρω στους 20° C. Εν συνεχεία, θα προστεθούν στην παραπάνω διαδικασία τα συστατικά φρούτων και οι αρωματικές ύλες. Στην διαδικασία της παραγωγής, η γιαούρτη μεταφέρεται απευθείας σε ψυκτικό θάλαμο ή διατηρείται με απλή ψύξη με τη χρήση ρευμάτων αέρα.



## 2.3 ΤΑ ΕΙΔΗ ΤΗΣ ΓΙΑΟΥΡΤΗΣ

### 2.3.1 Τύποι γιαούρτης

Η πρόοδος που σημειώθηκε κατά την τελευταία κυρίως δεκαετία στην τεχνολογία παραγωγής γιαούρτης, είχε σαν αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση πολλών τύπων, μερικοί από τους οποίους δεν ανταποκρίνονται προς τον διεθνώς παραδεκτό ορισμό περί γιαούρτης. Έτσι σε πολλές χώρες, έχει γίνει σαφής διαχωρισμός μεταξύ των τύπων γιαουρτιού που ανταποκρίνονται προς τον ορισμό του FAO/WHO (1977α.) και χαρακτηρίζονται ως "φυσική γιαούρτη" ή απλώς "γιαούρτι" και κάθε άλλου τύπου ο οποίος αποτελεί "επιδόρπιο" γιαουρτιού και πρέπει να χαρακτηρίζεται με ιδιαίτερο όνομα. Η γιαούρτη βιομηχανοποιημένης παραγωγής κυκλοφορεί στην παγκόσμια και ελληνική αγορά σε παρά πολλούς τύπους. Ενδεικτικά αναφέρονται οι παρακάτω τύποι:

#### A) Παραδοσιακή γιαούρτη

Η παραδοσιακή γιαούρτη με επιδερμίδα ή αλλιώς πέτσα, παρασκευάζεται από βρασμένο γάλα, χωρίς προηγούμενη τυποποίηση και ομογενοποίηση. Μετά το βρασμό το γάλα μοιράζεται σε κυτία, όπου παραμένει χωρίς ανάδευση, προκειμένου να δημιουργηθεί στην επιφάνειά του η χαρακτηριστική στοιβάδα λιποσφαιρίων (επιδερμίδα). Όταν η θερμοκρασία φθάσει τους 45° C , ανασηκώνεται η επιδερμίδα ελαφρά και γίνεται εμβολιασμός με ορισμένη ποσότητα γιαουρτιού που παρασκευάστηκε την προηγούμενη ημέρα ("μαγιά") και αποτελεί την καλλιέργεια εκκίνησης. Έπειτα, ακολουθεί η επώαση και η ψύξη (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

Η τεχνολογία παρασκευής παραδοσιακού γιαουρτιού διαμορφώθηκε μέσα από την εμπειρία πολλών ετών και είναι περίπου η ίδια στους περισσότερους λαούς. Η χρησιμοποίηση της μαγιάς γιαουρτιού, με συχνά ασταθή χαρακτηριστικά είναι ένα αρκετά μεγάλο μειονέκτημα για την ποιότητα του γιαουρτιού. Από άποψη υγιεινής, εάν το γάλα θερμαίνεται επαρκώς, όπως απαιτείται, εξυγιάνεται από τους επικίνδυνους για την υγεία μικροοργανισμούς, οι οποίοι προέρχονται από τα ζώα. Γενικά όμως, οι συνθήκες παραγωγής υστερούν σε υγιεινή και υπάρχει κίνδυνος

επιμολύνσεων από τα σκεύη, το προσωπικό και το περιβάλλον. Η Γαλακτοβιομηχανία έχει τηρήσει τη βασική τεχνολογία, αλλά έχει εκσυγχρονίσει τα στάδια παραγωγής με αυτοματοποίηση με σκοπό τη βελτίωση των συνθηκών υγιεινής και εμφάνισης του προϊόντος.

## **B) Στραγγισμένη γιαούρτη**

Ως στραγγισμένη γιαούρτη χαρακτηρίζεται το προϊόν, το οποίο λαμβάνεται από πλήρες σε λιπαρά γιαούρτι, μετά από την απομάκρυνση (αποστράγγιση) ενός μέρους νερού με τα διαλυμένα σ' αυτό συστατικά. Αυτό πρέπει να περιέχει λίπος σε ποσοστό 8% τουλάχιστον, με εξαίρεση τη στραγγισμένη γιαούρτη αγελάδας, η οποία πρέπει να περιέχει λίπος σε ποσοστό 5% τουλάχιστον (Κ.Τ.Π., 2003). Η γιαούρτη με πλήρες γάλα αγελάδος και ανθόγαλα έχει λιπαρά που κυμαίνονται από 10% έως 0% (Light) (Βιταλιώτη, 2012) Πρόκειται για γιαούρτη με αυξημένη αναλογία στερεών συστατικών (23-25%). Αυτό επιτυγχάνεται είτε με τον παραδοσιακό τρόπο δηλαδή τη στράγγισης του πηγματος μέσα σε υφασμάτινους σάκους, είτε με τη χρήση της σύγχρονη τεχνολογία, όπως η φυγοκέντρωση του πηγματος ή η συμπύκνωση του γάλακτος με υπερδιήθηση πριν από την πήξη του (Μάντης, 2000). Ο τύπος αυτός της γιαούρτης έχει σφιχτή και κρεμώδη υφή και κυκλοφορεί σε πλαστικές συσκευασίες από 170 γρ. έως και ενός κιλού (όπως και η γιαούρτη σακούλας) αλλά και χύμα (Βιταλιώτη, 2012)

1) Στραγγισμένη γιαούρτη σακούλας: Το γάλα πήζει σε δεξαμενές, έπειτα το πηγμα θραύεται, ψύχεται και τοποθετείται σε υφασμάτινους σάκους (15-20 kg). Οι σάκοι αυτοί τοποθετούνται σε ανοξειδωτες λεκάνες, ο ένας πάνω στον άλλο, για να επιβληθεί η στράγγιση, η οποία διαρκεί από 8-16 ώρες και πρέπει να γίνεται σε θερμοκρασία 0-5°C. Ο ορός που αποβάλλεται περιέχει κυρίως λακτόζη, άλατα και ελάχιστες αζωτούχες ύλες. Μετά την συμπλήρωση της στράγγισης, το περιεχόμενο των σάκων αδειάζεται σε ειδικό ζυμωτήριο και εκεί γίνεται η μηχανική ζύμωση του γιαουρτιού και η τυποποίησή του με προσθήκη, εάν απαιτείται, παστεριωμένης κρέμας ή παστεριωμένου ορού.

2) Στραγγισμένο με φυγοκέντρωση: Μετά την πήξη το πήγμα υποβάλλεται σε φυγοκέντρωση, σε ειδικού τύπου διαχωριστήρες, οπότε αποβάλλεται ένα μέρος του ορού και έτσι επιτυγχάνεται η παραγωγή πήγματος με αυξημένη αναλογία στερεών.

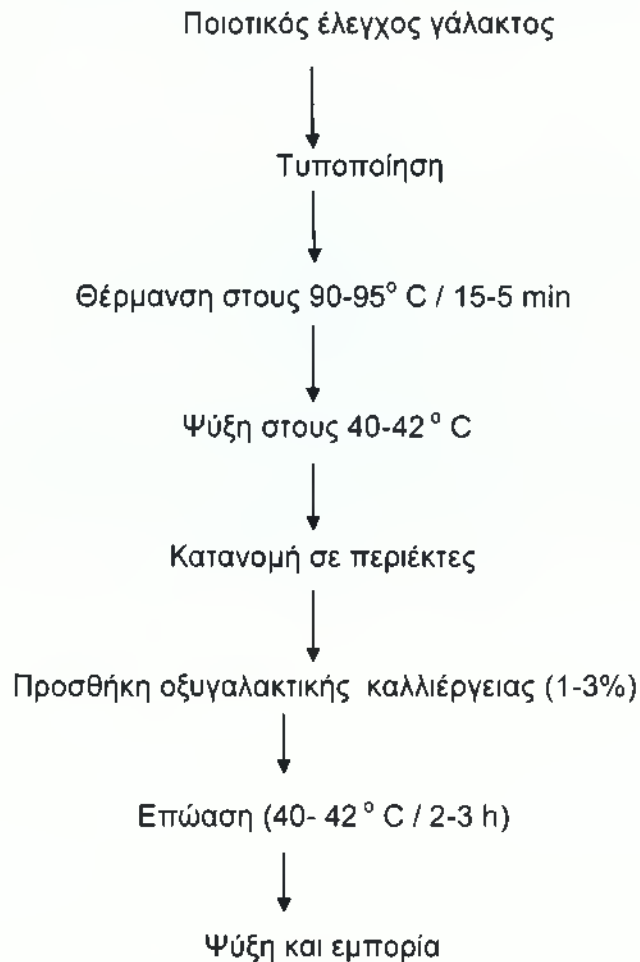
3) Συμπυκνωμένο με υπερδιήθηση: Το γάλα αποβουτυρώνεται και θερμαίνεται στους 90-95°C για 10-5 min αντίστοιχα. Ψύχεται σε θερμοκρασία 47-50°C και συμπυκνώνεται με σύστημα υπερδιήθησεως έως το μισό του αρχικού του όγκου. Κατά την υπερδιήθηση χρησιμοποιούνται μεμβράνες, οι οποίες κατακρατούν το λίπος και τις πρωτεΐνες, αλλά αφήνουν να διαφεύγει στο διήθημα η λακτόζη, τα άλατα και οι μη πρωτεϊνικής φύσεως αζωτούχες ουσίες. Η συμπύκνωση του γάλακτος με την τεχνική της αντίστροφης όσμωσης, παρόλο που αυξάνει την απόδοση, δημιουργεί άλλα προβλήματα λόγω του αυξημένου ποσοστού λακτόζης και των αλάτων στο τελικό προϊόν, γι' αυτό και δεν χρησιμοποιείται για την παρασκευή στραγγιστής γιαούρτης (Tamime και Robinson, 1999).

### **Γ) Επιδόρπια γιαουρτιού**

Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία, ως επιδόρπιο (Dessert) χαρακτηρίζεται το προϊόν έτοιμο προς βρώση που παρασκευάζεται από μία ή περισσότερες κατηγορίες γάλακτος που προβλέπονται από τον 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, οξυγαλακτικές καλλιέργειες (π.χ. *Lactobacillus* πλέον αυτών των *Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*).

Είναι εκείνα τα γιαούρτια όπου τους προστίθενται φυσικές αρωματικές ουσίες όπως φρούτα, μέλι, ζάχαρη, μπισκότα, δημητριακά, κακάο σε σκόνη, καραμέλα, εκχύλισμα καφέ με ή χωρίς καφεΐνη αλλά και συνδυασμοί αυτών (Βιταλιώτη, 2012) Επίσης στα παραπάνω προϊόντα επιτρέπεται η προσθήκη τεχνικών αρωματικών και χρωστικών υλών, σταθεροποιητών (καραγενάνη, αραβικό κόμμι, εδωδιμη ζελατίνη κ.ά.), πυκνωτικών και πηκτικών υλών, εφόσον αυτές επιτρέπονται από τον Codex Alimentarius (Μάντης, 2000)

### Διάγραμμα ροής παραδοσιακού γιαουρτιού



#### **Δ) Γιαούρτη με "προβιοτικά" βακτήρια**

Επειδή ορισμένα οξυγαλακτικά βακτήρια, πλέον αυτών 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, κυκλοφόρησαν στο εμπόριο γιαούρτια που περιέχουν ορισμένα από αυτά τα βακτήρια, τα οποία χαρακτηρίζονται ως "προβιοτικά". Τα κυριότερα προβιοτικά βακτήρια που χρησιμοποιούνται είναι (Robinson, 2002):

Είδη του γένους *Bifidobacterium* (*B. bifidum*, *B. longum*, κ.ά.).

Είδη του γένους *Lactobacillus* (*L. acidophilus*, *L. casei*, *L. paracasei*, *L. ramnosus*).

Είδη *Lactococcus* (*L. lactis*, *L. Diacetylactis*)

### **Ε) Καταψυγμένη ή Παγωμένη γιαούρτη (frozen)**

Η αναμιγμένη (stirred) γιαούρτη μπορεί να καταψυχθεί και να συντηρηθεί έως 12 μήνες. Για το σκοπό αυτό το φυσικό γιαούρτι πρέπει να έχει τουλάχιστον 13-14% στερεά συστατικά και η γιαούρτη φρούτων 20-25% ή προσθήκη σταθεροποιητών. Η κατάψυξη γίνεται με ταχεία μέθοδο και η συντήρηση στους -18°C έως -26°C. Η παγωμένη γιαούρτη συνδυάζει την όξινη γεύση του γιαουρτιού με την παγωμένη αίσθηση του παγωτού (Chandan και O'Rell, 2006). Η κατάψυξη δεν επηρεάζει αισθητά την οξυγαλακτική χλωρίδα, αλλά το προϊόν έχει χάσει σε εμφάνιση και πρέπει να καταναλωθεί γρήγορα γιατί αλλοιώνεται. Η κατάψυξη του μη αναμιγμένου γιαουρτιού δεν επιτυγχάνει, διότι σχηματίζονται κρύσταλλοι οι οποίοι βλάπτουν το πήγμα και προκαλούν το διαχωρισμό του ορού κατά την απόψυξη.

### **ΣΤ) Αφυδατωμένη γιαούρτη**

Σχεδόν σε όλες τις χώρες της Μέσης Ανατολής η αφυδάτωση του γιαουρτιού στον ήλιο αποτελεί μία πατροπαράδοτη μέθοδο. Το προϊόν στραγγίζεται, μορφοποιείται σε μικρές σφαίρες βάρους 50-80 g και αφυδατώνεται στον ήλιο. Έτσι μπορεί να συντηρηθεί για αρκετούς μήνες στη θερμοκρασία περιβάλλοντος των θερμών χωρών (Αραβικές χώρες) και έπειτα μπορεί να καταναλωθεί αφού διαβραχεί με νερό (Tamime και Robinson, 1999).

### **Ζ) Παστεριωμένη γιαούρτη**

Αυτό ο τύπος γιαούρτης παρασκευάστηκε με σκοπό να επιμηκυνθεί ο χρόνος συντηρήσεώς της. Η παστερίωση μπορεί να γίνει είτε στο προσσκευασμένο προϊόν, με θέρμανση των κυτίων σε αυτόκαυστο, σε θερμοκρασία 60-85°C και πίεση 2 ατμοσφαιρών, είτε στο αναμιγμένο πήγμα, σε ειδικούς παστεριωτήρες και με θέρμανση στους 60-70° C για 3 min έως 40 sec (Μάντης, 2000). Μπορεί η παστερίωση του γιαουρτιού να αυξάνει την ικανότητα συντηρήσεώς του κατά 2 έως 3 εβδομάδες, καταστρέφει όμως την οξυγαλακτική χλωρίδα του και συνεπώς το προϊόν δεν ανταποκρίνεται πλέον στον ορισμό του γιαουρτιού όπως δίνεται από τον

FAO/WHO (1977α, 1977β ). Γι' αυτό η γιαούρτη αυτή, πρέπει να φέρει την ένδειξη "παστεριωμένη".

*Αυτοί ήταν λοιπόν οι πιο γνωστοί και πιο συνηθισμένοι τύποι γιαουρτιού που παρασκευάζονται ευρέως έως και σήμερα.*

### 2.3.2 Στοιχεία για την παγκόσμια παραγωγή

Το 80% της παγκόσμιας κατανάλωσης γιαουρτης πραγματοποιείται στην Ευρώπη, την Άπω Ανατολή και την Ωκεανία. Η Άπω Ανατολή και η Ωκεανία παρουσιάζουν συνεχείς αυξητικές τάσεις στην κατανάλωση γιαουρτιού. Στην Ευρώπη η τάση στην παραγωγή γιαουρτιού είναι σχετικά σταθερή με μικρές αυξητικές τάσεις . Οι κύριες χώρες παραγωγής γιαουρτιού και λοιπών ζυμούμενων προϊόντων γάλακτος στην Ευρωπαϊκή Ένωση όπως φαίνεται από στον Πίνακα 4 είναι κατά σειρά όγκου παραγωγής η Γαλλία, η Γερμανία, Πολωνία, η Βουλγαρία, η Ελλάδα και η Ουγγαρία. Ακολουθούν το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ιταλία και η Ρουμανία.

Πίνακας 4: Η παραγωγή γιαουρτιού και λοιπών ζυμούμενων προϊόντων γάλακτος σε χώρες της Ευρώπης

<b>ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΛΟΙΠΩΝ ΖΥΜΟΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΓΑΛΑΚΤΟΣ (ΚΙΛΑ)</b>					
	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
<b>Γαλλία</b>	526.628.084	620.723.952	535.738671	526.802.449	516.668.832
<b>Γερμανία</b>	431.263.000	449.607.000	472.991.000	475.329.000	502.675.000
<b>Πολωνία</b>	210.174.000	267.274.000	165.178.000	196.878.000	247.956.000
<b>Βουλγαρία</b>	142.178.711	130.805.370	122.874603	130.000.977	134.864.809
<b>Ελλάδα</b>	101.933.154	99.958.921	110.205.798	100.487.917	106.424.537
<b>Ουγγαρία</b>	94.154.000	101.626.000	90.867.000	110.466.000	113.347.000

Πηγή: Prodcorn

Όσων αφορά στη γιαούρτη τώρα, της ελληνικής αγοράς, το μεγαλύτερο ποσοστό των αγελαδινών γιαουρτιών δεν παράγονται από ελληνικό γάλα, διότι, όπως προαναφέρθηκε, καταναλώνουμε πολύ περισσότερο από όσο παράγουμε! Για τον λόγο αυτό πραγματοποιείται εισαγωγή γάλακτος στη χώρα μας, το οποίο εκ των πραγμάτων δεν μπορεί να φθάσει ως φρέσκο λόγω του χρόνου μεταφοράς που απαιτείται. Καλύτερη ωστόσο φαίνεται να είναι η κατάσταση στο αιγοπρόβειο γιαούρτι, όπου εκεί η ελληνική παραγωγή ακόμα καλύπτει τις ανάγκες της Ελλάδας (Διαμαντόπουλος, 2011). Η αγορά γιαουρτιού σε σχέση με τα προηγούμενα έτη εμφανίζει μικρή υποχώρηση, με τις μεγαλύτερες απώλειες να καταγράφονται στο ρόφημα γιαουρτιού. Από την άλλη, σε άνοδο βρίσκεται η κατηγορία του παραδοσιακού γιαουρτιού, το οποίο αποτελεί το 10% της ελληνικής αγοράς, καθώς και το γιαούρτι ιδιωτικής ετικέτας που πωλείται από εμπόρους λιανικής πώλησης και εμφανίζει εντυπωσιακή πορεία (Μανιφάβα, 2011). Το σύνολο των πωλήσεων γιαουρτιού στην ελληνική αγορά φαίνεται στον Πίνακα 5

Πίνακας 5: Συνολικός όγκος πωλήσεων γιαουρτιού στην Ελλάδα (στα σούπερ μάρκετ

Πηγή: SymphonyIRI από Μανιφάβα, 2011

ΓΙΑΟΥΡΤΙ: ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΑΔΟΣ					
ΟΓΚΟΣ ΠΩΛΗΣΕΩΝ (σε κ.ά.)					
	2009	2010	1/1/2010- 2/10/2010	1/1/2011- 2/10/2011	2011/2010 (%)
Σύνολο αγοράς γιαουρτιού	62.355.129	61.191.606	45.709.869	45.211.290	-1.1
Στραγγιστό γιαούρτι	50.871.054	49.835.460	37.267.210	36.919.267	-0.9
Ρόφημα γιαουρτιού	1.605.206	1.185.652	913.097	608.818	-33.3
Παραδοσιακό γιαούρτι	5.621.440	5.830.783	4.326.714	4.628.071	7.0
Επιδόρπιο γιαουρτιού	4.557.430	4.339.711	3.202.848	3.055.133	-4.6
Ιδιωτικής ετικέτας	3.500.110	4.324.710	3.103.620	4.106.063	32.3

### 2.3.3 Ρεολογικές και φυσικές ιδιότητες του γιαουρτιού

Ρεολογία τροφίμων είναι η μελέτη της παραμόρφωσης και της ροής των υλικών των τροφίμων (Rao, 1999). Η γιαούρτη μπορεί να χαρακτηριστεί ως ψευδοπλαστικό υλικό, καθώς περιέχει μια τάση διαρροής που πρέπει να ξεπεραστεί για να ξεκινήσει η ροή του, η οποία μπορεί να είναι είτε ένα ιξωδοελαστικό ρευστό, αν έχουμε να κάνουμε με ανάδευση ή πόσιμη γιαούρτη ή ένα στερεό ιξωδοελαστικό, αν έχουμε να κάνουμε με στερεή-σταθερή γιαούρτη (Lee and Lucey, 2010).

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του γιαουρτιού είναι: χαμηλό pH (περίπου pH 4,2), υψηλή οξύτητα 0,9-1% σε γαλακτικό οξύ και χαρακτηριστική γεύση και άρωμα που διαμορφώνονται από τα προϊόντα μεταβολισμού των οξυγαλακτικών βακτηρίων (γαλακτικό οξύ, διακετύλιο και ακεταλδεΐδη), ο χαρακτηριστικός τύπος πήγματος με διάφορους βαθμούς ρευστότητας και η παρουσία ζωντανών βακτηριακών κυττάρων σε πληθυσμούς κατ' ελάχιστον 107/g, σύμφωνα με τον FAO/WHO (1977α).

### 2.4 Συναίρεση

Γενικά συναίρεση, είναι η εξαγωγή ή η απομάκρυνση ενός υγρού από ένα πήκτωμα. Οι πρωτεΐνες που σχηματίζουν εύκολα πήγματα, έχουν δομές με μεγάλο βαθμό ασυμμετρίας. Οι επιμήκεις πρωτεϊνικές ίνες σχηματίζουν ένα τρισδιάστατο πλέγμα κυρίως με διαμοριακούς δεσμούς υδρογόνου και η προκύπτουσα δομή είναι ικανή να συγκρατεί το νερό σε μη ρέουσα κατάσταση. Στα πήγματα έχουμε μεγάλη κατακράτηση του φυσικά εγκλωβισμένου νερού (10g νερό ως 50g νερού/g πρωτεΐνης). Η συγκράτηση του νερού υποβοηθείται και από ιοντισμένα τμήματα των πρωτεϊνικών μορίων, επηρεάζεται δε από το pH και τη θερμοκρασία. Με αύξηση των ελκτικών δυνάμεων μεταξύ των πρωτεϊνικών μορίων όπως π.χ. με μεταβολή του pH σε τιμή πλησιέστερη προς το ισοηλεκτρικό σημείο, το πήγμα συστέλλεται, αποβάλλοντας μέρος του συγκρατούμενου νερού. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται συναίρεση, σε πολλά δε πήγματα παρουσιάζεται και με την πάροδο του χρόνου (Π. Σ. Ταούκης). Κατά την επεξεργασία του γάλακτος όμως, για παράδειγμα κατά τη διάρκεια της τυροκομίας, συναίρεση ονομάζεται ο σχηματισμός του τυροπήγματος που οφείλεται στην ξαφνική απομάκρυνση των υδρόφιλων μακροπεπτιδίων, η οποία



προκαλεί μια ανισορροπία στις διαμοριακές δυνάμεις. Οι δεσμοί μεταξύ των υδρόφοβων περιοχών αρχίζουν να αναπτύσσονται. Αυτή η διαδικασία συνήθως αναφέρεται ως η φάση της *πήξης και συναίρεση*. Η διάσπαση του δεσμού μεταξύ των θέσεων 105 και 106 στο μόριο κ-καζεΐνη συχνά αποκαλείται η *κύρια φάση της δράσης πυτιάς*, ενώ η φάση της *πήξης και συναίρεση* αναφέρεται ως *δευτερεύουσα φάση*. (Grachev, *et al.*, 2008) Ο διαχωρισμός αυτός όμως, επηρεάζει αρνητικά την αντίληψη των καταναλωτών του γιαουρτιού, καθώς οι καταναλωτές πιστεύουν ότι υπάρχει κάτι λάθος με τα μικροβιολογικά χαρακτηριστικά του προϊόντος. Οι παραγωγοί γιαουρτιού χρησιμοποιούν σταθεροποιητές, όπως, πηκτίνη, ζελατίνη και άμυλο, προσπαθώντας να αποτρέψουν αυτή τη φυσική διαδικασία του διαχωρισμού (Lee and Lucey, 2010)

Στο μαγείρεμα τώρα, η συναίρεση είναι η ξαφνική απελευθέρωση της υγρασίας μέσα στα μόρια της πρωτεΐνης, που συνήθως προκαλείται από την υπερβολική θερμότητα, η οποία υπέρ-σκληραίνει το περίβλημα της πρωτεΐνης. Η υγρασία επεκτείνεται στο εσωτερικό κατά τη θέρμανση και το σκληρό περίβλημα της πρωτεΐνης σκάει, αποβάλλοντας την υγρασία (Grachev, *et al.*, 2008).

## 2.6 Νομοθεσία

Ως **γιαούρτι** ή **γιαούρτη** κατά την ελληνική νομοθεσία (Κ.Τ.Π., 2003), χαρακτηρίζεται το προϊόν "το οποίο προκύπτει μετά από πήξη αποκλειστικά και μόνο νωπού γάλακτος της αντίστοιχης προς την ονομασία φύσης και προέλευσης, με την επίδραση καλλιέργειας ζύμης που προκαλεί ειδική γι' αυτό ζύμωση. Η γιαούρτη πρέπει να περιέχει λίπος και στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (ΣΥΑΛ) σε ποσοστό ανώτερο κατά 10% τουλάχιστον από τα όρια που καθορίζονται στο άρθρο 80 (παράγραφος 3) των αντίστοιχων ειδών γάλακτος, από τα οποία παρασκευάστηκε αυτό".

Σύμφωνα με τον Codex Alimentarius (FAO/WHO, 1977a) η γιαούρτη ορίζεται ως: "πηγμένο γαλακτοκομικό προϊόν που παράγεται με γαλακτική ζύμωση του γάλακτος με τη δράση του *Lactobacillus bulgaricus* και του *Streptococcus thermophilus*. Οι μικροοργανισμοί αυτοί πρέπει να είναι στο τελικό προϊόν άφθονοι και ζωντανοί".

Επιπλέον, σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία (Κ.Τ.Π., 2003), κάθε είδους γιαούρτης, όταν διατίθεται για κατανάλωση, πρέπει να πληροί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- i. Η γιαούρτη που πωλείται σε δοχεία πρέπει να καλύπτεται πάντα με φύλλο από αδιάβροχο χαρτί ή άλλα από τα επιτρεπόμενα είδη.
- ii. Απαγορεύεται η πώληση γιαούρτης που έχει αντιληπτό ίζημα. Σε περίπτωση, που κατά την εξέταση, διαπιστωθεί τέτοιο ίζημα πρέπει με μικροσκοπική εξέταση να διευκρινίζεται αν αυτό οφείλεται σε ξένες ουσίες προς τη γιαούρτη.
- iii. Να είναι συμπαγές, όχι πορώδες και η επιφάνεια της μάζας του, εκτός από τον υμένα, να εμφανίζει την όψη αλάβαστρου.
- iv. Απαγορεύεται η πώληση γιαουρτιού που έχει υποστεί και κάποια άλλη ζύμωση, εκτός από την ειδική γι' αυτό.
- v. Απαγορεύεται η διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού, του οποίου οι οργανοληπτικές ιδιότητες δεν είναι οι κανονικές και ευχάριστες.
- vi. Απαγορεύεται η διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού που περιέχει ζάχαρη.
- vii. Απαγορεύεται η προσφορά για πώληση και η διάθεση γενικά στην κατανάλωση, γιαουρτιού χρωματισμένου με οποιαδήποτε χρωστική ή με κάποιο άλλο μέσο.
- viii. Απαγορεύεται η διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού που περιέχει συντηρητικές ουσίες, γενικά.
- ix. Απαγορεύεται η παρασκευή και διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού που παρασκευάστηκε από διατηρημένο γάλα γενικά, με εξαίρεση το αποστειρωμένο γάλα και το γάλα κατάψυξης.

Γιαούρτη λοιπόν, είναι ένα μείγμα από γάλα (μειωμένης περιεκτικότητας σε λιπαρά, χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά ή άπαχο) και κρέμα γάλακτος που έχουν υποστεί ζύμωση, με μία καλλιέργεια βακτηρίων που παράγουν γαλακτικό οξύ (*Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*). Άλλα βακτήρια (π.χ., *acidophilus*) και άλλα στελέχη των παραπάνω βακτηρίων, μπορεί επίσης να προστεθούν στην καλλιέργεια. Μπορούν να προστεθούν και γλυκαντικά (π.χ., ζάχαρη, μέλι, ασπαρτάμη), αρωματικές ύλες (π.χ., βανίλια, καφές) και άλλα συστατικά (π.χ., τα φρούτα, κονσέρβες, σταθεροποιητές όπως ζελατίνη). Η γιαούρτη

περιέχει τουλάχιστον 3,25% λιπαρές ουσίες του γάλακτος και 8,25% στερεών μη λιπαρά. Το μίγμα των γαλακτοκομικών προϊόντων και τα προαιρετικά συστατικά, εκτός από ογκώδη αρωματικές ύλες, πρέπει να είναι παστεριωμένο ή υπερπαστεριωμένο. Το γάλα στα περισσότερα γιαούρτια επίσης ομογενοποιείται, ενώ ορισμένα γιαούρτια φέρουν σφραγίδα (κάτω) στην ετικέτα που αναφέρει ότι η γιαούρτη περιέχει ένα σημαντικό επίπεδο ζωντανών, δραστικών καλλιεργειών (Wisconsin).

Για τη γιαούρτη, η παρασκευή της εξαρτάται από τη συμβιωτική σχέση δύο βακτηρίων, του *Streptococcus thermophilus* και του *Lactobacillus bulgaricus*, όπως προαναφέρθηκε, καθώς το ένα είδος βακτηρίου διεγείρει την ανάπτυξη του άλλου. Αυτή η αλληλεπίδραση οδηγεί σε αύξηση της ταχύτητας της ζύμωσης, συνεπώς και στην ελάττωση του χρόνου επώασης, έτσι γίνεται πιο σύντομη ζύμωση και σε ένα προϊόν με διαφορετικά χαρακτηριστικά από αυτό που θα παραγόταν από το ένα είδος βακτηρίου.

Για τη γιαούρτη και άλλα ζυμωμένα γάλατα υπάρχει σημαντική δυνατότητα να αξιοποιηθούν τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος ως προβιοτικές καλλιέργειες. Αυτές συμπληρώνουν και βοηθούν τα φυσιολογικά βακτήρια του εντέρου μας να λειτουργήσουν πιο αποτελεσματικά. Η παγκόσμια αγορά για τα προϊόντα αυτά συνεχίζει να επεκτείνεται σε απόκριση των απαιτήσεων ενός κοινού με συνεχώς αυξανόμενη συνείδηση για την υγεία (EUFIC, 1999).

## 2.7 Διατροφική Αξία

Πίνακας 6: Διατροφική αξία γιαουρτιού

Κάθε 100 γραμμάρια γιαουρτιού περιέχουν :	
Ενέργεια	61 θερμίδες
Υδατάνθρακες εκ των οποίων:	4,7 γρ.
Σάκχαρα	4,7 γρ.
Λίπος εκ των οποίων:	3,3 γρ.

<b>Κορεσμένα</b>	2,1 γρ
<b>Μονοακόρεστα</b>	0,9 γρ.
<b>Πρωτεΐνες</b>	3,5 γρ.
<b>Βιταμίνη Α</b>	27μg (3% της συνιστώμενης ημερήσιας δόσης)
<b>Ασβέστιο</b>	0,14 μg (9% της συνιστώμενης ημερήσιας δόσης)
<b>Ριβοφλαβίνη (βιταμίνη Β2):</b>	121 mg (12% της συνιστώμενης ημερήσιας δόσης)
<b>Ενέργεια</b>	61 θερμίδες

Πηγή: Εγκυκλοπαίδεια : Πάπυρος Λαρούς Μπριτάνικα, τόμος 17, σελίδα 253, Γέφυρες-Γκενιους- Αθήνα 1984

Η γιαούρτη περιέχει υψηλό ποσοστό πρωτεϊνών, ασβεστίου, φωσφόρου, ψευδαργύρου, βιταμινών Α, Β2 και Β12. Ο συνδυασμός όλων αυτών των συστατικών συμβάλλει στη γρήγορη ανάπτυξη του οργανισμού και στη διατήρηση της υγείας του ανθρώπου. Συγκεκριμένα οι πρωτεΐνες αποτελούν τα σημαντικότερα «δομικά» συστατικά για την αύξηση των οργάνων και του σκελετού και κυρίως για την ανάπτυξη των μυών. Η βιταμίνη Α προστατεύει την όραση και τα δόντια, ενώ είναι απαραίτητη για τη σωστή λειτουργία του δέρματος, η Β2 χαρίζει ενέργεια στον παιδικό οργανισμό και η Β12, εκτός από τη βοήθεια που προσφέρει στην απορρόφηση των συστατικών, συμβάλλει στην παραγωγή των ερυθρών αιμοσφαιρίων του αίματος. Περιέχει επίσης ζωντανούς μικροοργανισμούς (οι οποίοι προκύπτουν μετά τη ζύμωση του γάλακτος) οι οποίοι ρυθμίζουν την ισορροπία της εντερικής χλωρίδας, που είναι σημαντική για τη σωστή λειτουργία του εντέρου και την αποφυγή γαστρεντερικών προβλημάτων. Η γιαούρτη έχει αντισηπτικές ιδιότητες λόγω μιας ουσίας του περιέχει, του γαλακτικού οξέος, που εμποδίζει τη ζύμωση και την απορρόφηση των τοξινών. Παράγει ουσίες και φυσικά αντιβιοτικά ικανά να καταστρέψουν βακτηρίδια που προκαλούν ασθένειες (όπως, λόγω χάρη, φυματίωση).

Οι πρωτεΐνες στη γιαούρτη είναι υψηλής βιολογικής αξίας, ενώ η ποιότητά τους είναι ανώτερη από του γάλακτος. Η ποσότητά τους μάλιστα, όπως και εκείνη του ασβεστίου, είναι αρκετά μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του γάλακτος γιατί όλα τα συστατικά περιέχονται σε συμπυκνωμένη μορφή. Συγκεκριμένα οι πρωτεΐνες

αυτές χωνεύονται πιο εύκολα, διότι είναι περισσότερο τρωτές στα ένζυμα της πέψης. Πράγματι, στη γιαούρτη γίνονται αρκετές ζυμώσεις με αποτέλεσμα να αφομοιώνεται (κατά 93%) από το έντερο πολύ πιο εύκολα από ό,τι το γάλα.

Ως τροφή η γιαούρτη βοηθάει στην υψηλή πρόσληψη ασβεστίου και κατέπεκταση στην καλή υγεία των οστών. Επίσης, ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα και είναι ευεργετικό σε περιόδους ανάρρωσης αρρώστων. Ιδιαίτερα σε περιπτώσεις γαστρεντερίτιδας το γιαούρτι μπορεί να αντικαταστήσει το γάλα προσφέροντας τις απαραίτητες θρεπτικές ουσίες. Η παραδοσιακή γιαούρτη χωρίς ζάχαρη μπορεί να μειώσει την κακοσμία στόματος και τα επιβλαβή βακτηρίδια που ζουν στη γλώσσα και το σάλιο. Άτομα που καταναλώνουν τακτικά γιαούρτι έχουν λιγότερη τερηδόνα. Εκτός από τη δράση εναντίον της κακοσμίας του στόματος, η γιαούρτη φαίνεται ότι συμβάλλει στη μείωση των λοιμώξεων του ουροποιητικού συστήματος στις γυναίκες. Επιπρόσθετα βοηθά στην πρόληψη και αντιμετώπιση παθήσεων του πεπτικού συστήματος.

Μερικοί άνθρωποι δεν μπορούν να καταναλώσουν γάλα λόγω δυσανεξίας στην λακτόζη, ένα φυσικό σάκχαρο που περιέχει το γάλα. Κατά τη μετατροπή του γάλακτος σε γιαούρτι, η λακτόζη μειώνεται κατά 20-30%. Το αποτέλεσμα αυτής της μείωσης είναι ότι η γιαούρτη αποτελεί τροφή εύπεπτη ακόμα και για ανθρώπους που δεν μπορούν να πίνουν γάλα. Φυσιολογικά το γάλα χρειάζεται 4 ώρες για να χωνευτεί ενώ μόνο μια ώρα για τη γιαούρτη.

**Συμπερασματικά, η γιαούρτη πρέπει να αποτελέσει αναπόσπαστο κομμάτι της ημερήσιας διατροφής όλων, αφού έχει μεγάλη βιολογική αξία και μπορεί και δρα τόσο προληπτικά όσο και θεραπευτικά στον ανθρώπινο οργανισμό, προάγοντας έτσι την υγεία (Yiatzides, 2012).**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### 3.1 Καλλιέργεια Γιαούρτης

#### 3.1.1 *Streptococcus thermophilus*



Εικόνα 4: *S.thermophilus* στο μικροσκόπιο

Ο *Streptococcus thermophilus* είναι ένα ουσιαστικό βακτήριο γαλακτικού οξέος, το οποίο χρησιμοποιείται για εμπορικούς λόγους, κυρίως για την παραγωγή της γιαούρτης, του τυριού και άλλων γαλακτοκομικών προϊόντων. Αυτός ο οργανισμός είναι θερμοφίλος Gram-θετικός με ένα βέλτιστο ρυθμό ανάπτυξης στους 45 °C και όπως υποδηλώνει το όνομά του, μοιάζει με μια αλυσίδα από σφαίρες. Είναι επίσης ικανό να παράγει ενέργεια, με τη μορφή τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP), με αερόβια αναπνοή, δηλαδή παρουσία οξυγόνου. Ωστόσο, χωρίς την παρουσία οξυγόνου, εξακολουθεί να μπορεί να παράγει ATP μέσω της ζύμωσης, άρα ανήκει στην κατηγορία των προαιρετικά αναερόβιων.

Επιπροσθέτως ο *S. thermophilus* στερείται κυτοχρώματος, οξειδάσης, καταλάσης και ένζυμα. Δεν έχει την ικανότητα να σχηματίζει σπόρια, άρα κατατάσσεται στα μη σποριογόνα βακτήρια. Παρόλο που ο *S.thermophilus* σχετίζεται στενά με άλλους παθογόνους στρεπτόκοκκους (όπως *S. pneumoniae* και *S. pyogenes*), ταξινομείται στους μη-παθογόνους (microbewiki, 2011). Η δομή των κυττάρων του, επιτρέπει στα βακτήρια να αντέξουν στις αυξημένες θερμοκρασίες, όπως οι πολλές βιομηχανικές διεργασίες ζύμωση γαλακτοκομικών προϊόντων που απαιτούν υψηλές θερμοκρασίες. Ο *S.thermophilus* λοιπόν, στερείται επίσης γονίδια τα οποία περιέχουν πρωτεΐνες στην επιφάνεια και αυτό είναι αρκετά σημαντικό, επειδή τα επιβλαβή βακτήρια χρησιμοποιούν αυτές τις επιφανειακές πρωτεΐνες προκειμένου να μπορούν να προσκολλώνται σε βλεννογόνους ιστούς και να "κρύβονται" από την αμυντική δράση του οργανισμού (probiotic, 2009).

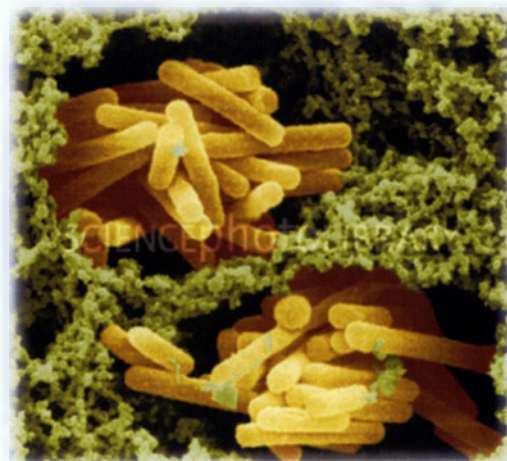
Το πιο ενδιαφέρον μέρος για αυτό το μικρόβιο είναι ότι αποτελεί ένα βακτήριο γαλακτικού οξέος, όπως προαναφέρθηκε. Αυτό σημαίνει ότι διασπά το

πυροσταφυλικό σε γαλακτικό οξύ και ακεταλδεΰδη και ότι τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος είναι γνωστά για τη συμμετοχή τους στη ζύμωση των προϊόντων διατροφής. Μία άλλη σημαντική ιδιότητα του *S. thermophilus* είναι ότι ανήκει στην κατηγορία των *προβιοτικών* βακτηρίων. Είναι δηλαδή υγιές για τον οργανισμό που το καταναλώνει και συνδυάζει αυτό το μικρόβιο με την υπόλοιπη χλωρίδα. Αυτά τα δύο χαρακτηριστικά είναι σημαντικά. Επίσης, αξιοσημείωτο είναι ότι χρησιμοποιείται ως εκκινητής σε καλλιέργειες και είναι χρήσιμο στην παραγωγή και την απομόνωση των ενζύμων (Bartow, 2010).

Ο *S. thermophilus* παράγει επίσης εξωπολυσακχαρίτες, οι οποίοι είναι απαραίτητοι για την υφή των γαλακτοκομικών προϊόντων ζύμωσης και, επίσης, στην παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων μειωμένης περιεκτικότητας σε λιπαρά, τα οποία διατηρούν παρόμοια χαρακτηριστικά με ομόλογά τους, που είναι πλήρη σε λιπαρά. Μία από τις μοναδικές ικανότητες του επίσης, είναι ότι μπορεί να διασπάσει καζεΐνη, την πρωτεΐνη που βρίσκεται στα γαλακτοκομικά προϊόντα όπως το τυρί: την "τεμαχίζει" σε μικρά πεπτίδια και αμινοξέα, τα οποία απαιτούνται για την ωρίμανση της υφής και της γεύσης σε τυριά με μειωμένα λιπαρά. Διαφορετικά βακτηριακά στελέχη παράγουν τυριά με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Ο *Streptococcus thermophilus*, για παράδειγμα, παράγει ένα χαμηλής υγρασίας τυρί τσένταρ με ένα ελάχιστο επίπεδο της πικρίας (probiotic, 2009).

### 3.1.2 *Lactobacillus bulgaricus*

Ο *L. bulgaricus* είναι ένας τύπος βακτηρίου ο οποίος ανήκει στην οικογένεια *Lactobacillus*. Όλα τα στελέχη παράγουν γαλακτικό οξύ αφού τραφούν με λακτόζη, το σάκχαρο που βρίσκεται στο γάλα. Στο σώμα σας, το γαλακτικό οξύ που παράγεται από τον *L. bulgaricus* βοηθά στο να διατηρείται πολύ χαμηλά το pH στο λεπτό έντερο ώστε να αποφευχθεί η επιβλαβή ανάπτυξη βακτηρίων. Στα συστήματα τροφίμων, το γαλακτικό οξύ



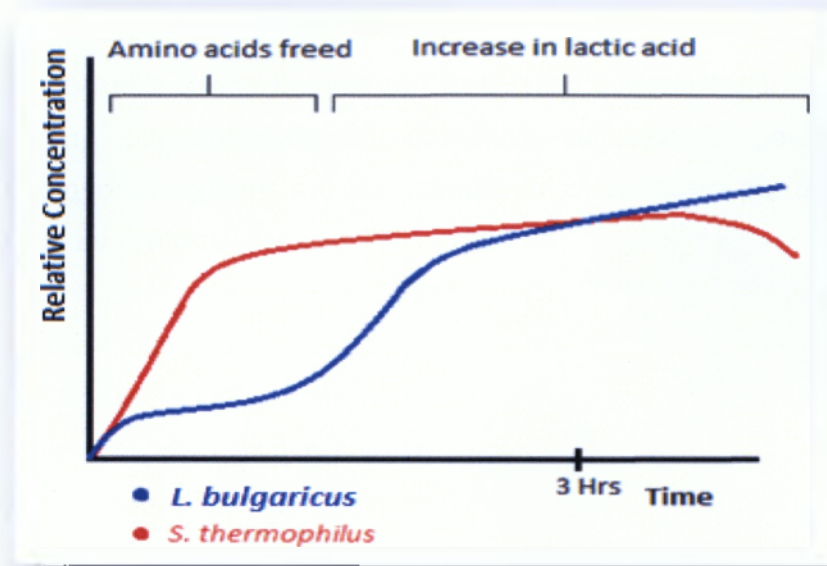
Εικόνα 5: *L. bulgaricus* in yogurt

που παράγεται από βακτήρια *Lactobacillus* ζυμώνει τροφές όπως λάχανο τουρσί, τυρί, κρασί, μπύρα και τη γιαούρτη. Ο αυξημένος αριθμός βακτηρίων στα γιαούρτια που φτιάχνονται με τη βοήθεια εναρκτήριας καλλιέργειας βακτηρίων *Lactobacillus*, βελτιώνουν όχι μόνο τη γεύση, αλλά μπορεί να αυξήσουν τη θεραπευτική αξία σε σχέση με άλλα γιαούρτια (Roberts). Επίσης, καλό είναι να αναφερθεί και ο προβιοτικός του χαρακτήρας, καθώς και αυτός και άλλα στελέχη του γένους *Lactobacillus* έχουν θεραπευτικές ιδιότητες λόγω του ρόλου που διαδραματίζουν στη διατήρηση της υγείας του εντέρου. Ο *L. Bulgaricus* είναι ένας από τους συμβιωτικούς μικροοργανισμούς που μπορεί να συρρικνωθεί ή να πολλαπλασιάζονται μέσα στο περιβάλλον της βλεννογόνου στο γαστρεντερικό σωλήνα, που ονομάζεται επίσης "εντερικό βλεννογόνο".

Φαίνεται συνεπώς να διαδραματίζει έναν αρκετά σημαντικό ρόλο ως "στρατιώτης" σε αυτό το "πεδίο μάχης" του πεπτικού σωλήνα. Οι μηχανισμοί τους οποίους χρησιμοποιεί, περιλαμβάνουν τη μείωση των εντερικών λοιμώξεων, τα οποία απεκκρίνονται από τα τελικά μεταβολικά προϊόντα - όπως οξέα - που αλλάζουν το pH της γαστρεντερικής οδού. Στα χαμηλότερα επίπεδα pH, ή υψηλότερα επίπεδα οξέων, φαίνεται ότι πολλά παθογόνα θανατώνονται. Επίσης, ο *Lactobacillus Bulgaricus* εκκρίνει φυσικά αντιβιοτικά, που μπορεί να έχουν ένα ευρύ φάσμα στις λειτουργίες του ανοσοποιητικού, όπως τόνωση. Άλλοι χρήσιμοι προβιοτικοί μηχανισμοί περιλαμβάνουν το μπλοκάρισμα των παθογόνων μικροοργανισμών, στις θέσεις προσκόλλησης εντός της βλεννώδους στοιβάδας του εντέρου (probiotic, 2009).



Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε τη συγκέντρωση του *L. Bulgaricus* και του *S.thermophilus* κατά την πορεία του χρόνου:



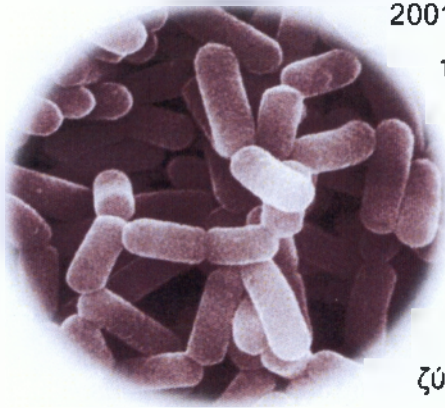
Εικόνα 6: Συγκέντρωση του *L. Bulgaricus* και του *S.thermophilus*

Η συνειρμική ανάπτυξη αυτών των δύο καλλιεργειών οδηγεί σε μια υψηλότερη παραγωγή γαλακτικού οξέος και στη βελτίωση της γεύσης σε σχέση με το να είχαμε μία μόνο καλλιέργεια. Η ραβδόμορφη δομή του *L. bulgaricus* είναι πιο πρωτεολυτική σε σχέση με το συμβιωτικό ομόλογό του. Ο *S.thermophilus* παράγει οξύ πολύ αργά, ειδικότερα στο γάλα, το οποίο στερείται μερικά αμινοξέα. Ως εκ τούτου, *L. bulgaricus* απελευθερώνει μικρά πεπτίδια και αμινοξέα, κυρίως βαλίνη, τα οποία χρησιμεύουν για την ενίσχυση της ανάπτυξης του *S.thermophilus*. Σε αντάλλαγμα, η κόκκοι ενισχύουν την ανάπτυξη του *L.bulgaricus* με το σχηματισμό μυρμηκικού οξέος από πυροσταφυλικό οξύ υπό αναερόβιες συνθήκες. Ο *L. bulgaricus* είναι λιγότερο ευαίσθητος στο οξύ και έτσι συνεχίζει να αυξάνεται. Μετά από περίπου 3 ώρες μετά την επώαση, η σχετική ποσότητα των βακτηρίων είναι ίση. Ο *S. thermophilus* αναστέλλεται σε τιμές pH μεταξύ 4.2 έως 4.4, ενώ *L. bulgaricus* μπορεί να ανεχθεί τιμές pH τόσο χαμηλό όπως 3.5 έως 3.8 (Abbott et al., 2013).

### 3.1.3 *Lactobacillus casei*

#### ➤ Δομή των κυττάρων και του μεταβολισμού

Ο *Lactobacillus casei* είναι ένα από τα πολλά είδη βακτηρίων που ανήκουν στο γένος *Lactobacillus*. Είναι ένα μεσόφιλο βακτήριο, gram θετικό, σε σχήμα ράβδου, μη σποριογόνο, αναερόβιο, και δεν περιέχει κυτοχρώμα (Holzapfel *et al.*,



Εικόνα 7: *L.casei*

2001). Ο *L.casei* μπορεί να βρεθεί σε διάφορα περιβάλλοντα και έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζεται σε μια ποικιλία βιοτόπων, όπως τα νωπά και ζυμωμένα γαλακτοκομικά προϊόντα, στον εντερικό σωλήνα και το αναπαραγωγικό σύστημα του ανθρώπου και των ζώων, και στα νωπά και φυτικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση (Cai *et al.*, 2007). Το βέλτιστο pH για τον

*L.casei* είναι 5,5. Το γαλακτικό οξύ που παράγει μέσω ζύμωσης είναι πολύ σημαντικό, δεδομένου

ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καθιστά τα τυριά και τα γιαούρτια, ικανά να μειώνουν τα επίπεδα της χοληστερόλης, την ενίσχυση της ανοσολογικής απόκρισης, τον έλεγχο της διάρροιας, να ανακουφίσει τη δυσανεξία στη λακτόζη και να χρησιμεύσει και ως προβιοτικό (Mishra and Prasad, 2005). Βιομηχανικά, ο *L. casei* έχει εφαρμογή ως ανθρώπινο προβιοτικό (που προάγει την υγεία-ζωντανή καλλιέργεια), ως καλλιέργεια εκκίνησης που παράγει οξύ για τη ζύμωση του γάλακτος, και ως ειδική καλλιέργεια για την εντατικοποίηση και την επιτάχυνση της ανάπτυξης γεύσης σε ορισμένες ποικιλίες βακτηρίων ώριμου τυριού. Τα προβιοτικά ορίζονται αρχικά ως μικροοργανισμοί προαγωγή της ανάπτυξης άλλων μικροοργανισμών (Holzapfel *et al.*, 2001) αλλά θα ασχοληθούμε με αυτά παρακάτω.

Υπάρχουν πολλά απομονωμένα στελέχη του *L.casei*, διαφορετικής προέλευσης και διαφορετικών γεωγραφικών περιοχών. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο ο προσδιορισμός της μοριακής δομής του *L.casei* είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση της εξελικτικής προσαρμογής αυτού του είδους σε διαφορετικά οικολογικά περιβάλλοντα (Cai *et al.*, 2007).

Η πιο σημαντική ένωση που παράγει ο *L. casei* είναι το γαλακτικό οξύ, το οποίο μπορεί να παραχθεί από τη ζύμωση της γλυκόζης. Είναι ένα οξύ που μπορεί

να παραχθεί και χημικά από ακεταλδεΐδη και κυανιούχο υδρογόνο ή με μικροβιακή ζύμωση (Chan-Blanco *et al.*, 2003). Ο *L. casei* χρησιμοποιείται για πολλές βιομηχανικές διεργασίες, όπως χημική και βιολογική παραγωγή των οργανικών οξέων, ως αρτυματική ύλη σε τρόφιμα, για την κατασκευή των καλλυντικών, και την παραγωγή βιοδιασπώμενων πλαστικών (Chan-Blanco *et al.*, 2003). Χρησιμοποιείται κυρίως όμως σε διάφορες εφαρμογές στον τομέα της βιοτεχνολογίας, δεδομένου ότι έχει πολλά ευεργετικά αποτελέσματα, όπως την αύξηση της απόκριση του ανοσοποιητικού συστήματος, μειώνει τον κίνδυνο της εμφάνισης του καρκίνου της ουροδόχου κύστης, αλλά και τα επίπεδα χοληστερόλης. Οι περισσότερες από τις εφαρμογές της βιοτεχνολογίας σχετίζονται με τη βιομηχανία τροφίμων.

### 3.2 Γαλακτική ζύμωση γάλακτος

Τα βακτήρια είναι μονοκύτταροι οργανισμοί οι οποίοι συνήθως παράγουν ένα ή περισσότερα είδη οξέων και αποτελούν προϊόν του μεταβολισμού τους. Μερικά βακτήρια χρησιμοποιούνται ακόμη και σε αντιδράσεις ζύμωσης για την παραγωγή ορισμένων τροφίμων.

Αποτέλεσμα της ζύμωσης σε αρκετές περιπτώσεις είναι η παραγωγή γαλακτικού οξέος. Το γαλακτικό οξύ είναι αυτό που δίνει σε τέτοια τρόφιμα μια χαρακτηριστική γεύση και ένα τέτοιο παράδειγμα τροφίμου που παράγεται με ζύμωση είναι η γιαούρτη.

Αν προστεθούν τα απαιτούμενα βακτήρια στο γάλα, αυτά τρέφονται με το γαλακτοσάκχαρο, δηλαδή τη λακτόζη και παράγουν έτσι γαλακτικό οξύ. Το γαλακτικό οξύ, στη συνέχεια συσσωρεύεται στο γάλα, μεταβάλλοντας έτσι τη γεύση του, κάνοντάς το πιο ξινό, αλλά και την υφή του κάνοντάς το πιο παχύρευστο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι πρωτεΐνες του γάλακτος μετουσιώνονται και πήζουν δίνοντας μια κρεμώδη υφή στο γάλα. Καθώς η ποσότητα του οξέος αυξάνεται, η δομή των πρωτεϊνών του γάλακτος αλλάζει (μετουσίωση ή θρόμβωση) και ομοίως αλλάζει και η υφή του προϊόντος. Άλλες μεταβλητές, όπως η θερμοκρασία και η σύσταση του γάλακτος, συνεισφέρουν στα συγκεκριμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των διαφορετικών προϊόντων.

Επιπρόσθετες χαρακτηριστικές γεύσεις και αρώματα είναι συνήθως το αποτέλεσμα άλλων προϊόντων, των οξυγαλακτικών βακτηρίων. Για παράδειγμα, η ακεταλδεΐδη προσδίδει το χαρακτηριστικό άρωμα στη γιαούρτη, και το διακετύλιο προσδίδει μια βουτυρώδη γεύση σε άλλα ζυμωμένα γάλατα. Αλλά και άλλοι μικροοργανισμοί, όπως οι ζύμες, μπορεί να συμπεριληφθούν στην καλλιέργεια (σύνολο μικροοργανισμών που προκαλούν τη ζύμωση) για να δώσουν μοναδικές γεύσεις. Για παράδειγμα, η αλκοόλη και το διοξείδιο του άνθρακα που παράγονται από τις ζύμες συνεισφέρουν στη δροσιστική αφρώδη γεύση του κεφίρ και του κουμίσ. Άλλες γεωργικές τεχνικές, όπως η απομάκρυνση του ορού ή η προσθήκη αρωμάτων, συνεισφέρουν επίσης στη μεγάλη ποικιλία των διαθέσιμων προϊόντων (EUFIC, 1999).

Πιο συγκεκριμένα, η ζύμωση επιτρέπει τον μετασχηματισμό των υδατανθράκων με την επίδραση γαλακτικών βακτηρίων ή γαλακτοβακίλων σε γαλακτικό οξύ. Τα γαλακτικά βακτήρια διακρίνονται σε βακτήρια ομοζύμωσης, που



διασπούν τους μονοσακχαρίτες με αποτέλεσμα να σχηματίζονται δύο μόρια γαλακτικού οξέος [ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ ] και σε βακτήρια ετεροζύμωσης, που σχηματίζουν κατά τη ζύμωση γαλακτικό οξύ, οξικό οξύ, αιθυλική αλκοόλη, διοξείδιο του άνθρακα και μικρές ποσότητες αρωματικών ουσιών, διακετυλικών και εστέρων. Στη ζύμωση αυτή στηρίζεται η παρασκευή πολυάριθμων γαλακτικών προϊόντων (βούτυρο, τυρί, γιαούρτι κ.ά.), η συντήρηση πολλών φυτικών τροφίμων (τουρσιών, λάχανων, αγγουριών κ.ά.), η βιομηχανική παραγωγή γαλακτικού οξέος από σακχαρωμένο άμυλο και η ζύμωση της κτηνοτροφικής στην αγροτική οικονομία (Academic Dictionary and Encyclopedias).

Πιο συγκεκριμένα, για τη γιαούρτη, η παρασκευή της εξαρτάται από τη συμβιωτική σχέση δύο βακτηρίων, του *Streptococcus thermophilus* και του *Lactobacillus bulgaricus*, καθώς το ένα είδος βακτηρίου υποβοηθά την ανάπτυξη του άλλου. Αυτή η αλληλεπίδραση οδηγεί σε αύξηση της ταχύτητας της ζύμωσης άρα και

ελάττωση του χρόνου επώασης και σε ένα προϊόν με διαφορετικά χαρακτηριστικά από αυτό που θα παραγόταν από το ένα είδος βακτηρίου. Για τη γιαούρτη λοιπόν και άλλα ζυμωμένα γάλατα υπάρχει σημαντική δυνατότητα να αξιοποιηθούν τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος ως προβιοτικές καλλιέργειες στις οποίες θα αναφερθούμε παρακάτω. Η παγκόσμια αγορά για τα προϊόντα αυτά συνεχίζει να επεκτείνεται σε απόκριση των απαιτήσεων ενός κοινού με συνεχώς αυξανόμενη συνείδηση για την υγεία.

Συνεπώς, τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος είναι εξαιρετικοί πρεσβευτές για ένα "μικροβιακό κόσμο". Δεν είναι μόνο καίριας οικονομικής σημασίας, αλλά και εξαιρετικής αξίας για τη διατήρηση και προαγωγή της υγείας του ανθρώπου (EUFIC, 1999).

### 3.3 Προβιοτικά

Με τον όρο προβιοτικά προϊόντα εννοούμε ζωντανούς μικροοργανισμούς που αποτελούν φυσική μικροχλωρίδα του πεπτικού σωλήνα και του κόλπου.

Τα προβιοτικά θεωρούνται ευεργετικά και σε ορισμένες περιπτώσεις αναφέρονται ως «φιλικά» βακτήρια (Wong, 2013). Οι μικροοργανισμοί αυτοί επιζούν κατά τη διαδικασία της πέψης και περνούν στο έντερο, όπου και ασκούν την ευεργετική τους δράση, συμβάλλουν στη βελτίωση της υγείας, βελτιώνοντας την ισορροπία της εντερικής χλωρίδας. Με άλλα λόγια, κατά αυτόν τον τρόπο με την κατανάλωση τροφών που περιέχουν προβιοτικά ενισχύουμε και αποκαθιστούμε όπου χρειάζεται την εντερική χλωρίδα. Υπάρχουν πάνω από 400 είδη μικροοργανισμών στο ανθρώπινο πεπτικό σωλήνα, συμπεριλαμβανομένου του *Lactobacillus* και *Bifidobacterium*, (Wong, 2013) οι εντερόκοκκοι και οι στρεπτόκοκκοι και βρίσκονται στη γιαούρτη και σε άλλα γαλακτοκομικά που υφίστανται ζύμωση (Λυμπερόπουλος, 2009).

Κυριότερα προβιοτικά τρόφιμα αποτελούν τα προβιοτικά γιαούρτια και άλλα προβιοτικά γαλακτοκομικά προϊόντα που υπάρχουν στο εμπόριο, όπως ρευστά όξινα γάλατα με ή χωρίς φρούτα και, πρόσφατα, τυριά και παγωτά. Σε κάθε γένος περιλαμβάνονται αρκετά διαφορετικά είδη ενώ κάθε είδος περιλαμβάνει μεγάλο

αριθμό στελεχών. Κάθε στέλεχος έχει διαφορετικές ιδιότητες, ενώ επιλεγμένα στελέχη είναι γνωστό ότι επιφέρουν οφέλη στην υγεία. Ενδεικτικά αναφέρουμε ένα κλασικό παράδειγμα προβιοτικού συστατικού, το στέλεχος *actiregularis* (*Bifidobacterium animalis* DN 173 010), που βοηθά στη ρύθμιση της λειτουργίας του εντέρου, με την έννοια της επιτάχυνσης του χρόνου διέλευσης της τροφής από το πεπτικό σύστημα (βοηθά στην ήπια δυσκοιλιότητα, φούσκωμα, πόνους στο έντερο κλπ) και το στέλεχος *L.casei defensis* (*Lactobacillus casei* DN -114 001) που βοηθά στην ενίσχυση της φυσικής άμυνας του οργανισμού (ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ, 2014).

### 3.3.1 Σε ποια τρόφιμα βρίσκουμε προβιοτικά

Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι σήμερα λόγω της σημαντικότητας επίδρασης που έχουν τα προβιοτικά προϊόντα στην καλή υγεία του οργανισμού, πολλά προϊόντα, κυρίως γαλακτοκομικά επικαλούνται τις ιδιότητες ενός προβιοτικού χωρίς ωστόσο κάτι τέτοιο να τεκμηριώνεται επιστημονικά. Για παράδειγμα, **δεν** είναι όλα τα γιαούρτια προβιοτικά και όταν ένα γιαούρτι γράφει ότι είναι «ζωντανό», λόγω της παρουσίας μικροοργανισμών, οι οποίοι είναι απαραίτητοι για να φτιαχτεί το γιαούρτι, αυτό δεν σημαίνει ότι είναι απαραίτητα και προβιοτικά. Για να είναι ένα τρόφιμο προβιοτικό πρέπει το προβιοτικό του συστατικό να διαθέτει τα ακόλουθα κύρια χαρακτηριστικά:

- Πρέπει να είναι κατάλληλο για τρόφιμο.
- Πρέπει να είναι παρόν με τη μορφή ζωντανών κυττάρων, σε μεγάλες ποσότητες πριν την πρόσληψη (περίπου 100.000.000/ γραμμάριο προϊόντος στο οποίο βρίσκεται).
- Πρέπει να είναι σταθερό και να παραμένει ζωντανό μέχρι την ημερομηνία λήξης του προϊόντος στο οποίο βρίσκεται.
- Πρέπει να ασκεί ευεργετική δράση στην υγεία και μέσα στο ίδιο το τρόφιμο (ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ, 2014).

Πίνακας 7: Τρόφιμα που περιέχουν προβιοτικά

Γαλακτοκομικά προϊόντα	Προϊόντα κρέατος	Λαχανικά	Ψωμί	Ποτά
Γιαούρτι	Αλλαντικά	Ξινό λάχανο	Προζύμι	Κρασί
Τυρί		Πίκλες		
Κεφίρ				
Ξινόγαλα				

Πηγή: (Λυμπερόπουλος, 2009)

### 3.3.2 Λόγοι που πιστεύεται ότι τα προβιοτικά προωθούν την υγεία:

- 1) Ενισχύουν την άμυνα του οργανισμού με την αναστολή της ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών και με την καταστροφή τοξικών ουσιών.
- 2) Ενισχύουν τον οργανισμό όσον αφορά στην αντίστασή του στις μολύνσεις (π.χ. εμποδίζοντας τη διάρροια).
- 3) Καταστέλλουν τη δράση των νιτρωδών και νιτρικών αλάτων που προστίθενται στα προϊόντα κρέατος, τα οποία στον άνθρωπο μετατρέπονται σε νιτροζαμίνες, που είναι καρκινογόνες.
- 4) Βελτιώνουν τα συμπτώματα που σχετίζονται με τη δυσανεξία στη λακτόζη.
- 5) Βελτιώνουν την ποιότητα ζωής των ασθενών που πάσχουν από φλεγμονώδεις νόσους του εντέρου (νόσος του Crohn, ψευδομεμβρανώδης κολίτιδα)
- 6) Συμβάλουν στην σύνθεση και την αφομοίωση των βιταμινών του συμπλέγματος Β και της βιταμίνης Κ, καθώς και στην καλύτερη απορρόφηση του ασβεστίου.
- 7) Αντιμετώπιση των επιπλοκών της θεραπείας με αντιβιοτικά φάρμακα.
- 8) Τέλος, βοηθούν στην μείωση της χοληστερίνης, στην καταπολέμηση της δυσάρεστης αναπνοής καθώς και στη μείωση των αερίων του πεπτικού (Λυμπερόπουλος, 2009).

### 3.4 Πρεβιοτικά προϊόντα

Πέραν όμως από τα προβιοτικά, στην αγορά κυκλοφορούν σήμερα και προϊόντα που περιέχουν τα λεγόμενα πρεβιοτικά συστατικά. Τα πρεβιοτικά ορίζονται ως «μη αφομοιώσιμα συστατικά τροφίμων που επηρεάζουν ευεργετικά τον ξενιστή διεγείροντας επιλεκτικά την ανάπτυξη ενός ή περιορισμένου αριθμού βακτηριακών ειδών στο παχύ έντερο, όπως *Bifidobacteria* και *Lactobacilli*, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν την υγεία του ξενιστή. Βρίσκονται φυσικά σε πολλά τρόφιμα, και μπορεί επίσης να απομονωθούν από φυτά (π.χ., ρίζα κιχώριο) ή να συντεθούν (π.χ., ενζυμικά, από σακχαρόζη) Είναι, με πιο απλά λόγια, η "τροφή" για τα ευεργετικά βακτήρια. (International Food Information Council Foundation, 2009). Η βασική διαφορά μεταξύ προβιοτικών και πρεβιοτικών είναι ότι, τα πρεβιοτικά δεν περιέχουν τους ίδιους τους μικροοργανισμούς, αλλά συστατικά τα οποία ουσιαστικά τρέφουν και βοηθούν την ανάπτυξη και διατήρηση των ήδη υπαρχόντων ευεργετικών βακτηρίων της εντερικής χλωρίδας. Τέτοια συστατικά είναι οι φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες και οι ινουλίνες.

Τα πρεβιοτικά προϊόντα έχουν αντίστοιχες δράσεις με τα προβιοτικά, ωστόσο όχι στον ίδιο βαθμό και με την ίδια αμεσότητα. Κι αυτό καθώς τα πρεβιοτικά δρουν έμμεσα, ενισχύοντας ουσιαστικά την συγκέντρωση των προβιοτικών. Το κύριο χαρακτηριστικό και η επίδραση των πρεβιοτικών στη διατροφή είναι να προωθήσει την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό των ωφέλιμων βακτηρίων στην εντερική οδό, και έτσι, δυνητικά απόδοση ή να ενισχύσουν την επίδραση των προβιοτικών βακτηρίων. Έχουν επίσης αποδειχθεί ότι αυξάνουν την απορρόφηση ορισμένων μετάλλων (όπως ασβέστιο και μαγνήσιο) Τα πρεβιοτικά μπορεί επίσης να βοηθήσουν στην αναστολή της ανάπτυξης των αλλοιώσεων, όπως καρκινώματα στο έντερο, και έτσι να μειώσει τους παράγοντες κινδύνου που εμπλέκονται στον καρκίνο του παχέος εντέρου (International Food Information Council Foundation, 2009). Αναλυτικότερα, ενδυναμώνουν το προστατευτικό «τείχος» του εντέρου, ώστε να εμποδίζουν τη διέλευση παθογόνων μικροοργανισμών, που μπορούν να προκαλέσουν ανεπιθύμητες δράσεις (π.χ. διάρροιες) καθώς οι προβιοτικοί μικροοργανισμοί που ενισχύουν μπορούν να προσκολληθούν σε ορισμένα χημικά καρκινογόνα και να καταστείλουν τη δράση τους.



Τέλος, τα πρεβιοτικά προϊόντα που περιέχουν φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες συνδέονται με την αύξηση του ασβεστίου και του μαγνησίου στο παχύ έντερο. Το ασβέστιο και το μαγνήσιο συνδέονται με τη ρύθμιση του ρυθμού αναπλήρωσης των κυττάρων του εντερικού τοιχώματος. Επιπλέον, ενισχύουν την απορρόφηση του ασβεστίου και του μαγνησίου, συμβάλλοντας έτσι στην πρόληψη της οστεοπενίας και της οστεοπόρωσης.

Τα πλέον γνωστά πρεβιοτικά γαλακτοκομικά προϊόντα είναι γιαούρτια και ρευστά όξινα γάλατα, τα οποία επιδεικνύουν αντικαρκινική και αντιμικροβιακή δράση που συνδέεται και με την ενίσχυση της ανάπτυξης των προβιοτικών μικροοργανισμών (ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ, 2014). Στον παρακάτω πίνακα διαφαίνονται οι πολλά υποσχόμενες δυνατότητες κάποιων πρεβιοτικών και προβιοτικών στελεχών, ακόμη βρίσκεται σε εξέλιξη η σημαντική τους δράση ενάντια κάποιον χρόνιων ασθενειών που ταλαιπωρούν ένα αρκετά μεγάλο κομμάτι του πληθυσμού:

Πίνακας 8 : Μείωση του κινδύνου εκδήλωσης ασθένειας μέσω προβιοτικών και πρεβιοτικών

Μείωση του κινδύνου εκδήλωσης ασθένειας	Προβιοτικά	Πρεβιοτικά
Διάρροια	Υποσχόμενο	Άγνωστο
Δυσκοιλιότητα	Άγνωστο	Υποσχόμενο
Καρκίνος του παχέος εντέρου	Προκαταρτικό στάδιο	Προκαταρτικό στάδιο

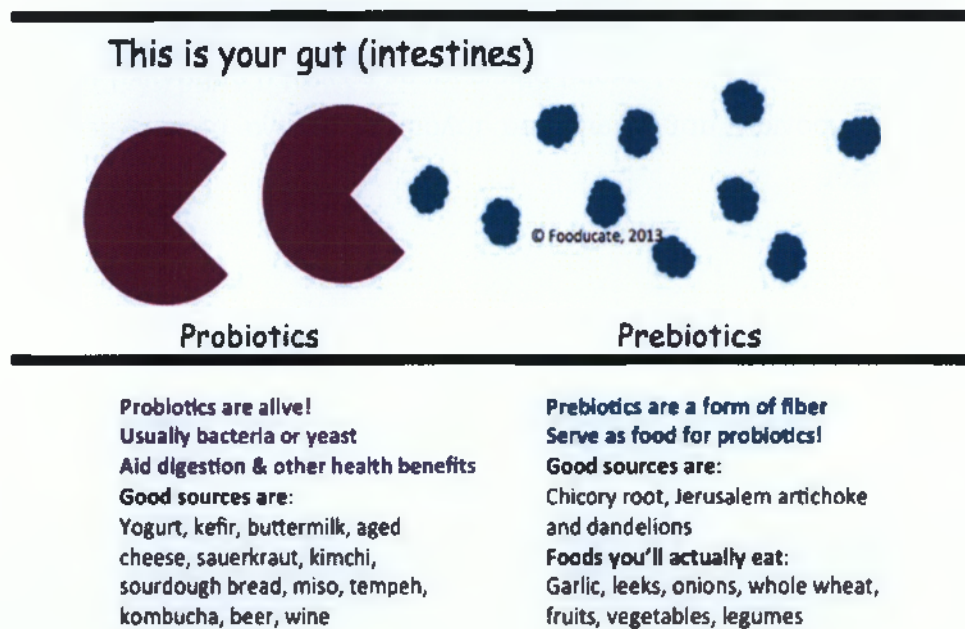
Πηγή: (Marcel B Roberfroid, 2000)

Οι υγιεινές επιδράσεις των πρεβιοτικών και προβιοτικών παραγόντων για τις πιθανές επιπτώσεις τους στην ισορροπία της μικροχλωρίδας του σώματος, και, άμεσα ή έμμεσα, στην ενίσχυσή τους από τη λειτουργία του εντέρου και συστηματική ανοσοποιητικό σύστημα. Παρά το γεγονός ότι οι παροχές ποικίλλουν, ανάλογα με τον τύπο και την ποσότητα του πρεβιοτικού ή προβιοτικού που καταναλώνεται, οι

ειδικοί συμφωνούν ότι η καθημερινή κατανάλωση τροφών που περιέχουν αυτά τα λειτουργικά συστατικά είναι ευεργετική (International Food Information Council Foundation, 2009).

Παρακάτω παραθέεται μία σχηματική απεικόνιση της διαφοράς μεταξύ Πρεβιοτικών και Προβιοτικών, προκειμένου να κατανοήσουμε ευκολότερα τη δράση του καθενός.

## The Difference Between Probiotics and Prebiotics

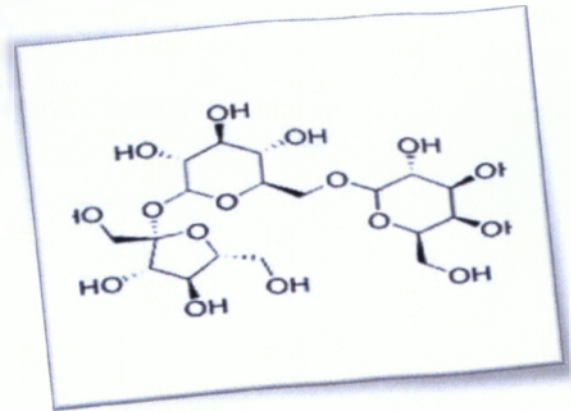


Εικόνα 8: Διαφορά μεταξύ Πρεβιοτικών και Προβιοτικών

Πηγή: Fooducate.com

### 3.5 Η ραφινόζη

Η ραφινόζη είναι ένας τρισακχαρίτης που αποτελείται από γλυκόζη, D- γαλακτόζη και D-φρουκτόζη. Μπορεί να βρεθεί σε φασόλια, λάχανο, λαχανάκια Βρυξελλών, μπρόκολο, σπαράγγια και άλλα λαχανικά, όμως βρίσκεται και στα δημητριακά ολικής αλέσεως. Η ραφινόζη μπορεί να υδρολυθεί σε D-



Εικόνα 9: Χημικός τύπος ραφινόζης

γαλακτόζη και σακχαρόζη, μέσω του ενζύμου α-γαλακτοσιδάσης (α-GAL), ένα ένζυμο που δεν βρέθηκε να υπάρχει στην ανθρώπινη πεπτική οδό. Το ένζυμο αυτό, δεν διασπά τη β-συνδεδεμένη γαλακτόζη, όπως στην λακτόζη. Ο άνθρωπος και άλλα μονογαστρικά ζώα (χοίροι και πουλερικά) δεν διαθέτουν το ένζυμο α- GAL για να διασπάσει την ομάδα ολιγοσακχαριτών της ραφινόζης και αυτοί οι ολιγοσακχαρίτες περνούν άπεπτοι μέσω του στομάχου και του λεπτού έντερου. Στο παχύ έντερο, έχουν υποστεί ζύμωση από τα βακτήρια που παράγουν αέριο τα οποία διαθέτουν το ένζυμο α-GAL και είναι υπεύθυνα για την παραγωγή των αερίων και του φουσκώματος (Storey, *et al.*, 1998).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>**

### **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## 4.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 4.1.1 Παρασκευή γιαούρτης και μικροοργανισμοί

Για την παρασκευή γιαούρτης χρησιμοποιήθηκε παστεριωμένο γάλα αγελάδας του εμπορίου (3,7% λιπαρά). Η θερμοφιλή 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  $\approx 1 \times 10^8$  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. Επίσης το προβιοτικό στέλεχος *L. casei* ATCC 393 χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία.



Εικόνα 10: Τα κυτία με το γάλα πριν γίνει γιαούρτι, στο υδατόλουτρο (42,2° C)

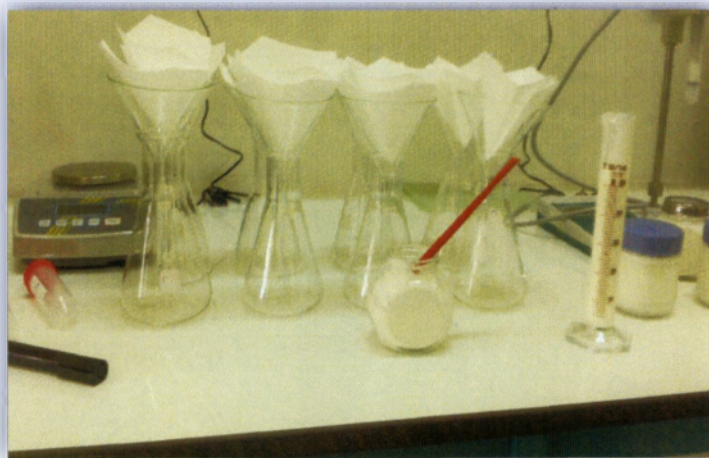
Το παστεριωμένο γάλα θερμάνθηκε στους 42-45°C και στη συνέχεια προστέθηκε η ραφινόζη σε αναλογίες 0%, 0,5%, 1% και 2% w/v. Το σύστημα αναμίχθηκε καλά και προστέθηκε η καλλιέργεια *L. casei*. Μετά από 15 min προστέθηκε η καλλιέργεια γιαούρτης CH-1 σε αναλογία 0.3% (v/v).

Το σύστημα αφού αναμίχθηκε καλά αφέθηκε σε ηρεμία έως ότου το pH φτάσει σε τιμή 4.7 και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν αμέσως στους 4°C για 28 ημέρες.

#### 4.1.2 Μέτρηση φυσικοχημικών παραμέτρων

- ✓ **Μέτρηση του pH** με πεχάμετρο, βυθίζοντας τα ηλεκτρόδια στο δείγμα μέχρι να σταθεροποιηθεί η τιμή.
- ✓ **Συναίρεση ( *wheying-off* )**

Μετά το πέρας μίας εβδομάδας έγινε ο έλεγχος της "Συναίρεσης". Σε μία κωνική φιάλη τοποθετήσαμε ένα γυάλινο χωνί με ηθμό και με τη βοήθεια ενός ογκομετρικού σωλήνα, μετρήθηκαν δύο δείγματα γιαούρτης των 50 ml , τα οποία τοποθετήθηκαν στο γυάλινο χωνί και αφέθηκαν να διηθηθούν τους 4°C για 5h. Μετά το πέρας των 5 ωρών μετρήθηκε ο όγκος του τυρογάλακτος που συλλέχθηκε (με σιφώνιο).



Εικόνα 11: Διαδικασία συναίρεσης στο εργαστήριο

Ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε είναι:

$$STS(\%) = \frac{V_1}{V_2} \times 100$$

(Όπου  $V_1$  είναι ο όγκος του τυρογάλακτος που συλλέχθηκε μετά από 5 ώρες και  $V_2$  είναι ο όγκος του αρχικού δείγματος της γιαούρτης).

✓ **Ικανότητας Συγκράτησης του Νερού (*Water holding capacity*)**

Έπειτα έγινε η μέτρηση της "Ικανότητας Συγκράτησης του Νερού", όπου μετρήθηκαν 10g γιαούρτης σε ζυγό ακριβείας και φυγοκεντρήθηκαν στους 4°C για 30min (4.500 rpm).

Ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε ήταν:

$$\text{WHC}(\%) = \left(1 - \frac{W_1}{W_2}\right) \times 100$$

(Όπου W1 είναι το βάρος του τυρογάλακτος μετά την φυγοκέντρηση και W2 είναι το βάρος της γιαούρτης).

✓ **Μέτρηση οξύτητας – τιτλοδότηση**

Ζυγίστηκαν 9g δείγματος γιαούρτης, σε κωνική φιάλη των 250 mL. Στη συνέχεια προστέθηκε διπλάσια ποσότητα απεσταγμένου νερού και δείκτης φαινολοφθαλείνης, προκειμένου να γίνει τιτλοδότηση με πρότυπο διάλυμα NaOH 0.1N, μέχρις ότου το χρώμα του διαλύματος να γίνει ελαφρώς ροζ σε όλο τον όγκο του δείγματος.



Εικόνα 13: Τιτλοδοτούμενη οξύτητα



Εικόνα 12: Αλλαγή χρώματος διαλύματος κατά την τιτλοδότηση

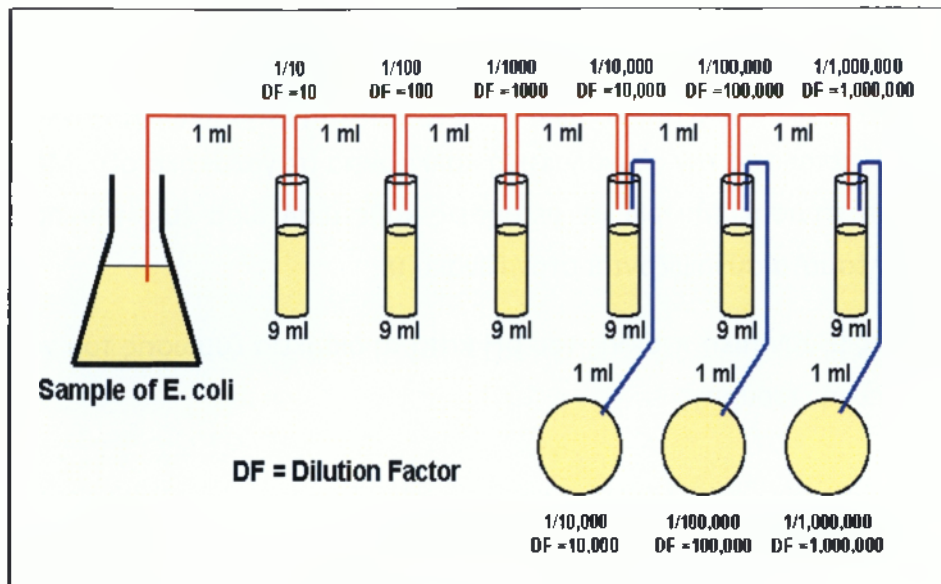
Η έκφραση της οξύτητας σε % γαλακτικό οξύ προκύπτει από τον τύπο:

$$\text{Γαλακτικό οξύ (\%)} = \frac{\text{ml } \frac{N}{10} \text{ NaOH} \times 0.009}{\text{Ποσότητα δείγματος}} \times 100$$

- ✓ Προσδιορισμός βιωσιμότητας του *L.casei* με τη μέθοδο της μέτρησης αποικιών, μέσω διαδοχικών αραιώσεων

Στην περίπτωση που το δείγμα είναι στερεό, απαιτείται ομογενοποίησή του, στο όργανο Stomacher για περίπου 3 λεπτά. Έτσι, 10g γιαούρτης, μετά από αποθήκευση 28 ημερών, προστέθηκαν σε 90mL διαλύματος Ringer και ομογενοποιήθηκαν, όχι όμως στο Stomacher, καθώς το δείγμα δεν ήταν στερεό. Το ομογενοποιημένο διάλυμα, στη συνέχεια αραιώνεται με διαδοχικές δεκαδικές αραιώσεις, σε σωλήνες με διάλυμα Ringer και στρώθηκαν τρυβλία petri με θρεπτικό LP-MRS άγαρ (MRS agar + Lithium Chloride 0.2% w/v + Sodium propionate 0.3% w/v) που είναι εκλεκτικό για τον συγκεκριμένο μικροοργανισμό. Μόλις ολοκληρωθεί η διαδικασία, ακολουθεί η επώαση του τρυβλίου και συνεπώς η ανάπτυξη του *L. Casei*, σε κλίβανο με ελεγχόμενη θερμοκρασία: στους 37°C για 48-72 ώρες. Τέλος, ακολουθεί η καταμέτρηση των χαρακτηριστικών αποικιών που αναπτύχθηκαν στο κάθε τρυβλίο. Μετρώνται >30 cfu/ml και <300 cfu/ml.





Εικόνα 14: Αναπαράσταση διαδοχικών αραιώσεων

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 5.1 Γενικά

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η παραγωγή γιαούρτης χρησιμοποιώντας τη ραφινόζη ως πρεβιοτικό. Πιο αναλυτικά παρασκευάστηκαν γιαούρτια με την παραδοσιακή χλωρίδα της γιαούρτης, δηλαδή *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus* μαζί με το αναγνωρισμένο ως πρεβιοτικό μικροοργανισμό *L. casei*. Συγκεκριμένα μελετήθηκε η προσθήκη της ραφινόζης σε συγκεντρώσεις 0,5%, 1% και 2%. Το γάλα μαζί με τους μικροοργανισμούς αφέθηκε για ζύμωση στους 42°C μέχρι το pH να φτάσει την τιμή 4,7- 4,8. Στη συνέχεια τα παραγόμενα γιαούρτια τοποθετήθηκαν στο ψυγείο (4°C) για 28 ημέρες.

#### 5.2 Επίδραση της συγκέντρωσης της ραφινόζης στην ικανότητα όξυνσης του γάλακτος

Κατά την παραμονή των δειγμάτων γάλακτος στο υδατόλουτρο στους 42°C, προστέθηκε η καλλιέργεια εκκίνησης. Από εκείνη τη στιγμή και έπειτα ξεκίνησε η δράση του μικροοργανισμού (ζύμωση) και συνεπώς η πτώση του pH. Όπως είναι

γνωστό, η πτώση του pH οφείλεται στη συσσώρευση του γαλακτικού οξέος που προκύπτει από τη ζύμωση της λακτόζης. Κατά την παρασκευή γιαουρτιού η λακτόζη μετατρέπεται από την οξυγαλακτική καλλιέργεια σε γαλακτικό οξύ. Μελετήθηκε έτσι η κινητική πτώσης του pH με μετρήσεις κάθε μισή ώρα έως την τιμή 4,7- 4,8. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον Πίνακα 9.

Πίνακας 9: Κινητική πτώσης του pH κατά τη διάρκεια ζύμωσης του γάλακτος για την παραγωγή γιαούρτης

Χρόνος (h)	Συγκέντρωση Ραφινόζης			
	0%	0.5%	1%	2%
0	6,60	6,60	6,60	6,60
0,5	6,50	6,50	6,51	6,52
1	6,37	6,38	6,39	6,40
1,5	6,32	6,37	6,31	6,34
2	6,26	6,26	6,25	6,28
2,5	6,15	6,17	6,17	6,07
3	5,93	5,87	5,79	5,85
3,5	5,44	5,35	5,35	5,32
4	4,92	4,95	4,89	4,99
4,5	4,83	4,75	4,72	4,72

*Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι η προσθήκη της ραφινόζης δεν είχε ιδιαίτερη επιρροή στον χρόνο πήξης του γάλακτος.*

### 5.3 Επίδραση της συγκέντρωσης της ραφινόζης στην τιμή του pH κατά την αποθήκευσή των γιαουρτιών

Με την παρασκευή των γιαουρτιών αυτά αποθηκεύτηκαν στους 4°C μέχρι και για 28 ημέρες. Η επίδραση της συγκέντρωσης της προστιθέμενης ραφινόζης στην τιμή του pH κατά την αποθήκευση παρουσιάζεται στον πίνακα 13. Από τον

παρακάτω Πίνακα, παρατηρείται ότι με την πάροδο των ημερών το pH συνεχώς μειώνεται και αγγίζει ακόμη και την τιμή 4,06 την 28<sup>η</sup> ημέρα. Αυτό σημαίνει ότι, ο *L. casei* έχει μετατρέψει μία αρκετά μεγάλη ποσότητα της λακτόζης σε γαλακτικό οξύ, με αποτέλεσμα φυσικά την πτώση του pH. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι και σε αυτή την περίπτωση η χρήση της ραφινόζης δεν επηρέασε σημαντικά τα αποτελέσματα.

Πίνακας 10: Επίδραση της αποθήκευσης στους 4ο C στο pH των παραγόμενων γιαουρτιών

Χρόνος (ημέρες)	Συγκέντρωση Ραφινόζης			
	0%	0,5%	1%	2%
0	4,89	4,79	4,98	4,77
7	4,10	4,08	4,07	4,08
14	4,09	4,03	4,07	4,01
28	4,10	4,07	4,06	4,08

#### 5.4 Επίδραση της συγκέντρωσης της προστιθέμενης ραφινόζης στην οξύτητα των γιαουρτιών κατά την αποθήκευσή τους

Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 11) παρουσιάζει τα αποτελέσματα από την ανάλυση της τιτλοδοτούμενης οξύτητας, εκφρασμένη σε g γαλακτικού οξέος/g γιαούρτης, των γιαουρτιών κατά τη διάρκεια αποθήκευσή τους στους 4°C.

Πίνακας 11: ΟΞΥΤΗΤΑ

Χρόνος (h)	Συγκέντρωση Ραφινόζης			
	0%	0.5%	1%	2%
7	0,97	0,99	0,99	0,95
14	1,13	1,09	1,01	1,04
28	1,12	1,11	1,18	1,09

### 5.5 Επίδραση της συγκέντρωσης της προστιθέμενης ραφινόζης στη συναίρεση και στην ικανότητα συγκράτησης νερού των γιαουρτιών κατά την αποθήκευσή τους

Η συναίρεση όπως προαναφέρθηκε, αφορά την απομάκρυνση μίας ποσότητας νερού (ορός γάλακτος) από τη γιαούρτη. Αυτό βέβαια αποτέλεσε μία δοκιμασία για τις βιομηχανίες, καθώς αναγκάστηκαν να βρουν διάφορους τρόπους προκειμένου να αποφύγουν αυτό το φαινόμενο. Ο λόγος ήταν οι καταναλωτές, οι οποίοι το αντιμετώπιζαν ως πρόβλημα και θεωρούσαν ότι η γιαούρτη έχει αρχίσει να αλλοιώνεται, με αποτέλεσμα να το πετάνε. Έτσι, οι βιομηχανίες αναγκάστηκαν να αυξήσουν τα στερεά συστατικά της γιαούρτης και ιδιαίτερα το ποσοστό των πρωτεϊνών, ενώ μία άλλη μέθοδος ήταν να εμπλουτίσουν τα γιαούρτια με ζελατίνη, πηκτίνη και άμυλο, έχοντας το ίδιο αποτέλεσμα.

Στην παρούσα εργασία, όπως φαίνεται στον Πίνακα 10 η προσθήκη της ραφινόζης δεν επηρέασε σημαντικά τις τιμές της συναίρεσης των γιαουρτιών.

Πίνακας 12: Επίδραση της αποθήκευσης στους 4° C στην συναίρεση των παραγόμενων γιαουρτιών

Ημέρες αποθήκευσης	Συγκέντρωση Ραφινόζης			
	0%	0.5%	1%	2%
7	33,5	38,5	35,5	43
14	40,0	40,0	40,0	42,5
28	36,0	34,0	40,0	37,0

Πίνακας 13: Αποτελέσματα Ικανότητας Συγκράτησης Νερού

Χρόνος (h)	Συγκέντρωση Ραφινόζης			
	0%	0.5%	1%	2%
7	52,0	48,0	50,2	49,3
14	49,7	43,9	49,9	44,8
28	49,5	47,3	44,5	45,6

## 5.6 Γευσιγνωσία

Στην πορεία αυτής της εργασίας, διεξήχθη και ένας οργανοληπτικός έλεγχος. 20 δοκιμαστές σχετικοί με την κατανάλωση γιαούρτης από το Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, χρησιμοποιήθηκαν για να αξιολογήσουν τα παραγόμενα γιαούρτια της εργασίας και ως προς το χρώμα, το άρωμα, τη γλυκιά γεύση, την οξύτητα, τη λεία υφή, τη γλυκύτητα, την κρεμμώδη υφή και τη γενική γεύση. Χρησιμοποιήθηκε μια κλίμακα από το 1 (μη αποδεκτό) έως το 10 (εξαιρετικά αποδεκτό).

Έτσι λοιπόν δόθηκε το παρακάτω ερωτηματολόγιο σε 20 άτομα, χωρίς σαφώς να γνωρίζουν την αντιστοιχία των δειγμάτων ( $\Delta_1$ : 0%,  $\Delta_2$ : 0,5%,  $\Delta_3$ : 1%,  $\Delta_4$ : 2%):

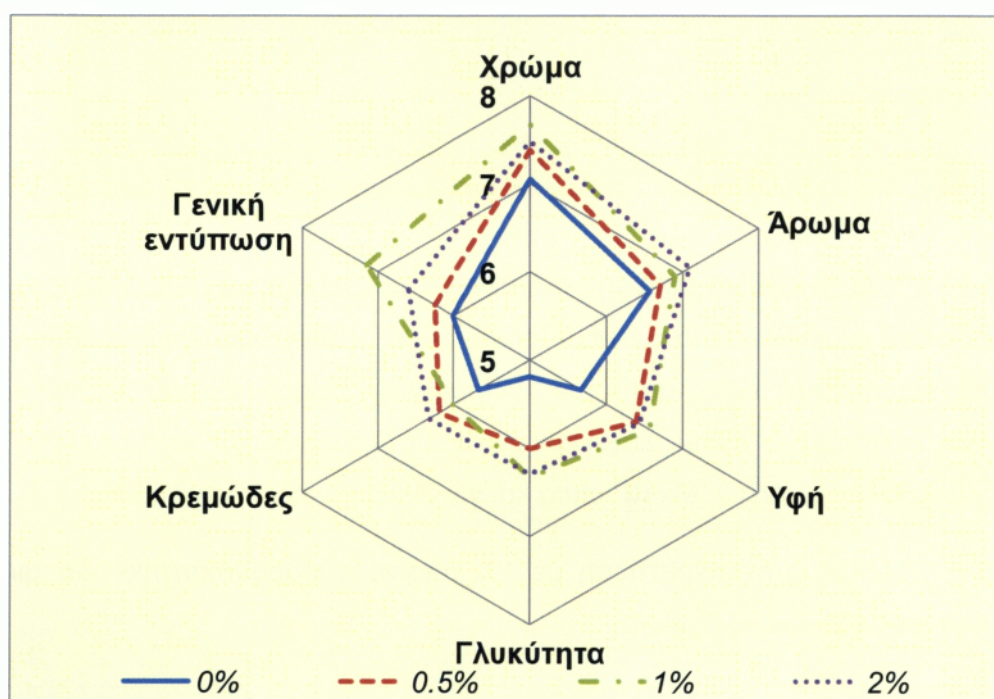
	ΧΡΩΜΑ	ΑΡΩΜΑ	ΥΦΗ	ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ	ΚΡΕΜΜΩΔΗΣ	ΓΕΝΙΚΗ ΓΕΥΣΗ
$\Delta_1$						
$\Delta_2$						
$\Delta_3$						
$\Delta_4$						

*Κλίμακα βαθμολόγησης από 1-10*

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το δείγμα που περιείχε 1% ραφινόζη είχε καλύτερο χρώμα εμφανισιακά, σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα, αλλά όχι μεγάλη διαφορά με τα 0,5% και 2%. Σε αντίθεση με το άρωμα, όπου το δείγμα με 2% ραφινόζη υπερείχε, πάλι με μικρή διαφορά, από τα δείγματα με 0,5% και 1%. Τόσο στην περίπτωση του χρώματος όσο και στην περίπτωση του αρώματος τα δείγματα με ραφινόζη έλαβαν υψηλότερες τιμές από τους δοκιμαστές σε σχέση με το δείγμα χωρίς ραφινόζη.

Στην περίπτωση της λείας υφής, πάλι τα δείγματα με την ραφινόζη έλαβαν τις υψηλότερες τιμές χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Σημαντικά μικρότερη τιμή παρουσίασε το δείγμα χωρίς ραφινόζη. Και στην περίπτωση της γλυκύτητας τα δείγματα με ραφινόζη έλαβαν σημαντικά υψηλότερες τιμές σε σχέση με το δείγμα χωρίς την προσθήκη ραφινόζης. Τέλος στην περίπτωση της κρεμώδους υφής τα δείγματα με την ραφινόζη έλαβαν και σε αυτή την περίπτωση υψηλότερες τιμές.

Η γενική εντύπωση που είχαν οι δοκιμαστές από τα έδειξε ότι η γιαούρτη με ποσοστό ραφινόζης 1%, ήταν αυτή με την καλύτερη αποδοχή και μάλιστα με σημαντικά υψηλότερες τιμές από τα υπόλοιπα δείγματα. Ακολούθησαν τα υπόλοιπα δείγματα με προσθήκη ραφινόζης και την χαμηλότερη τιμή έλαβε το δείγμα χωρίς την προσθήκη ραφινόζης.



Διάγραμμα 2: Αποτελέσματα γευσιγνωσίας

### 5.7 Βιωσιμότητα *L. casei* μετά από 28 ημέρες αποθήκευσης των γιαουρτιών στους 4°C

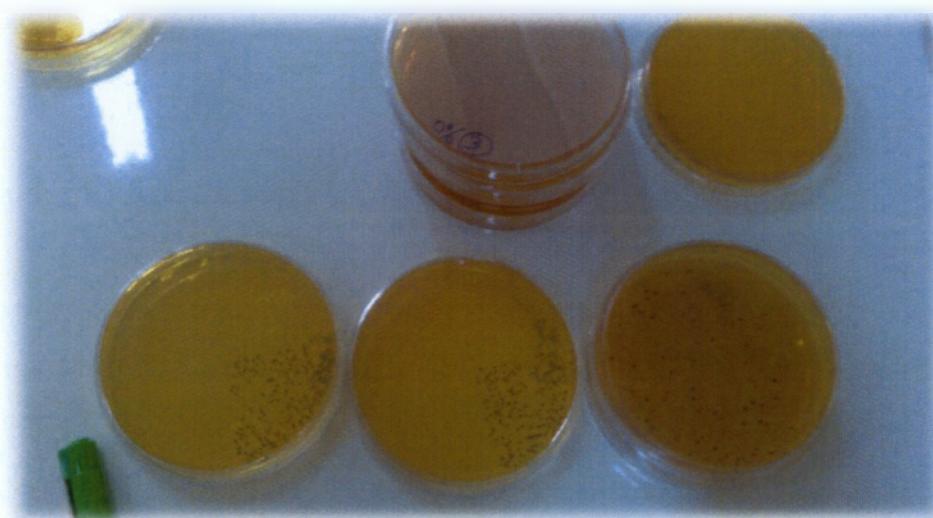
Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε και η επίδραση της προσθήκης ραφινόζης στη βιωσιμότητα της προβιοτικής καλλιέργειας μετά την αποθήκευση των γιαουρτιών για 28 ημέρες στους 4°C. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον Πίνακα 12.

Πίνακας 14: Βιωσιμότητα *L. casei*

Ημέρα	% ραφινόζη	$\times 10^8$ cfu/g
0		5,31
28	0	3,03
	0,5	3,28
	1,0	9,68
	2,0	4,00

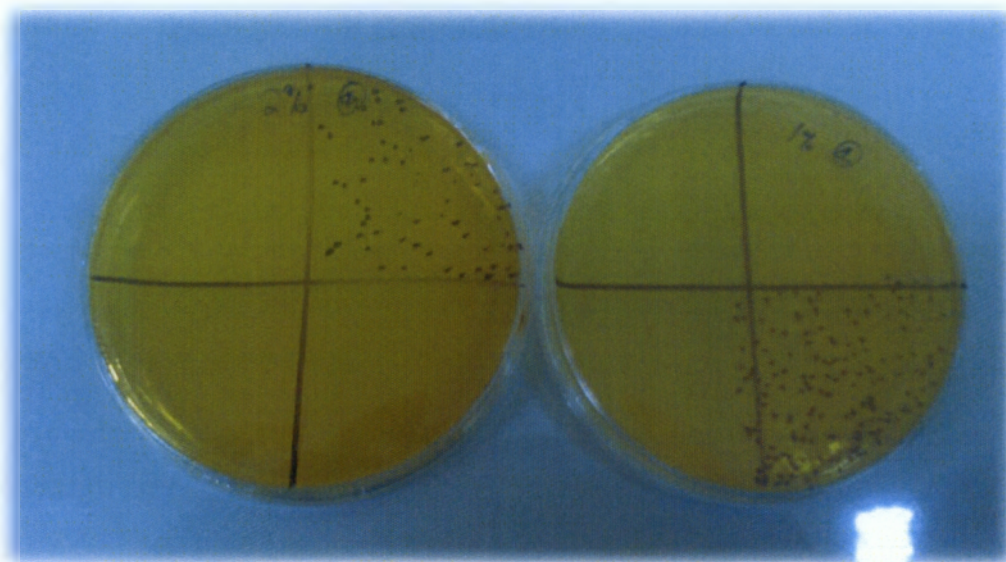
Πιο αναλυτικά μετά την παρασκευή των γιαουρτιών ο αριθμός των κυττάρων *L. casei* κυμάνθηκε στα  $5,31 \times 10^8$  cfu/g. Μετά την αποθήκευση για 28 ημέρες σε όλες τις περιπτώσεις εκτός αυτής με 1% ραφινόζη παρουσιάστηκε πτώση στον αριθμό των κυττάρων *L. casei*. Συγκεκριμένα για 0% ραφινόζη η τιμή ήταν  $3,03 \times 10^8$  cfu/g, για 0,5% ραφινόζη  $3,28 \times 10^8$  cfu/g και για 2% ραφινόζη  $4 \times 10^8$  cfu/g.

Τέλος στην περίπτωση με 1% ραφινόζη παρουσιάστηκε μια μικρή αύξηση στα επίπεδα  $9,68 \times 10^8$  cfu/g.



Εικόνα 15: Καταμέτρηση μικροοργανισμού στα τρυβλία

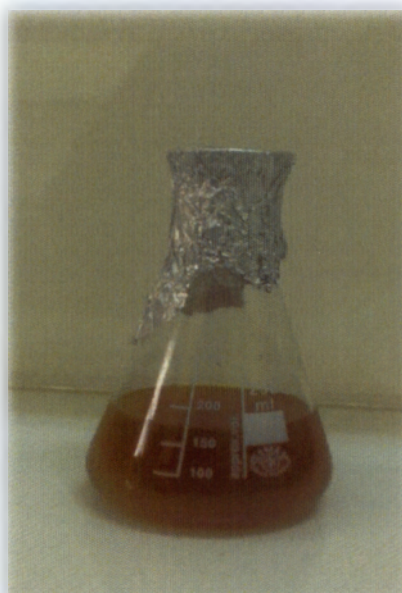




Εικόνα 16: Καταμέτρηση *L. casei* σε δείγμα γιαούρτης με προσθήκη 2% και 1% ραφινόζης αντίστοιχα

Στην εικόνα 15 και 16 φαίνονται τα τρυβλία petri, μετά την επώαση του μικροοργανισμού, όπου και καταμετρήθηκε η βιωσιμότητά του, μετρώντας πάνω από 30 αποικίες και κάτω από 300.

Ενώ παρακάτω στην εικόνα 17 βλέπουμε το θρεπτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε, μετά τη θέρμανσή του.



Εικόνα 17: Θρεπτικό υλικό MRS agar για την ανάπτυξη του *L. casei*

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση της χρήσης πρεβιοτικών και συγκεκριμένα της ραφινόζης, στην παραγωγή και στα κύρια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά γιαουρτιών κατά την αποθήκευση στους 4°C για 4 εβδομάδες.

Δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των γιαουρτιών με την προσθήκη της ραφινόζης. Κατά την αποθήκευση των γιαουρτιών παρατηρήθηκε πτώση στο pH και αύξηση της τιτλοδοτούμενης οξύτητας σε όλες τις περιπτώσεις που μελετήθηκαν. Επίσης, ο οργανοληπτικός έλεγχος που πραγματοποιήθηκε ανέδειξε την υπεροχή των γιαουρτιών με ραφινόζη (και μάλιστα αυτό με 1%) σε σχέση με τη γιαούρτη χωρίς προσθήκη ραφινόζης. Τέλος, ο έλεγχος της βιωσιμότητας της προβιοτικής καλλιέργειας μετά το τέλος της αποθήκευσης έδειξε, ότι η ραφινόζη διατηρεί σε υψηλότερους αριθμούς την προβιοτική καλλιέργεια.

Αυτά τα αποτελέσματα είναι πολύ σημαντικά από τεχνολογική άποψη, αφού είναι το πρώτο βήμα για την παρασκευή γιαούρτης με προβιοτικά και πριβιοτικά με απώτερο σκοπό την διατήρηση της βιωσιμότητας των προβιοτικών μικροοργανισμών, χωρίς αλλοίωση των κύριων φυσικοχημικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών της γιαούρτης. Παρόλα αυτά, απαιτείται περισσότερη και πιο συστηματική έρευνα στον τομέα αυτό.

## Βιβλιογραφία

### Ελληνική βιβλιογραφία:

ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΤΣΙΟΡΜΠΑΤΖΗ (n.d.), ΕΡΓΑΣΤΗΡΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ. Διαθέσιμο στη σελίδα: <http://www.kefir.gr/>. Τελευταία επίσκεψη 22/5/14

Αναστάσιος Λυμπερόπουλος. (2009). Προβιοτικά - Τα βακτηρίδια που είναι υπέρ της ζωής, Διαθέσιμο στη σελίδα: <http://pharmaplus.gr/health-beauty-advices/pharmacy/.aspx> . Τελευταία επίσκεψη 8/5/14

Διαμαντόπουλος Χ. (2011), Γαλακτοπαραγωγός αγελαδοτροφία και γαλακτοβιομηχανίες στην Ελλάδα. *Περιοδικό Γεωργία-Κτηνοτροφία*, τεύχος 9/2011. Εκδόσεις Αγροτύπος.

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ, (2014), Προβιοτικά και Πρεβιοτικά, Διαθέσιμο στη σελίδα: <http://www.eid.org.gr/index.php/site/article/probiotika-kai-prebiotika>. Τελευταία επίσκεψη 24/4/14

Ευτυχία Γιαννούλη, (2005). Η Ιστορία του Ελληνικού Γάλακτος και των Προϊόντων του (Μάρω Παπαθανασίου, Δρ. Μαθηματικών, Δρ. Βυζαντινολογίας), Διαθέσιμο στη σελίδα:

[http://alobalsustain.org/files/PIOP\\_PORISMATA\\_SYNEDRIOU\\_GALAKTOS.pdf](http://alobalsustain.org/files/PIOP_PORISMATA_SYNEDRIOU_GALAKTOS.pdf).

Τελευταία επίσκεψη 8/3/14

ΕΥΤΥΧΙΑ ΝΤΟΥΓΙΑ, (2012), ΒΟΥΤΥΡΟ. Διαθέσιμο στη σελίδα: <http://www.stean.gr/documents/3ergasia%20zax%20a.pdf>. Τελευταία επίσκεψη 10/7/14

Ζερφυρίδης Κ.Γ, (2001), Τεχνολογία Προϊόντων Γάλακτος, 2<sup>η</sup> έκδοση, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.

Καμινारीδης Σ., Μοάτσου Γ. (2009), *Βασικά Γαλακτοκομικά Προϊόντα*. Γαλακτοκομία. Εκδόσεις Έμβρυο

Κεχαγιάς Χρήστος, (2011). Γάλα, Επιστήμη, τεχνολογία και έλεγχοι για τη διασφάλιση της ποιότητας. Εκδόσεις ΙΩΝ. Σελ. 427

Κώδικας Τροφίμων και Ποτών και αντικειμένων κοινής χρήσης (2003). Μέρος Α': Τρόφιμα και Ποτά, Κεφάλαιο Ι. ελληνική Δημοκρατία. Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών. Γενικό Χημείο του Κράτους.

Μανιφάβα Δ, (2011), Ανακατατάξεις στις κατηγορίες των γαλακτοκομικών έφερε η κρίση. *Περιοδικό Γαλακτοκομία*. Εκδόσεις Τρίαινα. Αθήνα.

Μάντης Α, (2000), Υγιεινή και Τεχνολογία Γάλακτος και των Προϊόντων του. Γ' Έκδοση. Εκδόσεις Αδελφών Κυριακίδη

Μπάρκας Γεώργιος, (2012), Παραγωγή Γιαούρτης και τα προβλήματά της, Διαθέσιμο στη σελίδα: <http://blogs.sch.gr/qbarkas/2012/> . Τελευταία επίσκεψη 9/5/14

Π. Σ. Ταούκης, ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 , ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΗΜΕΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ, Διαθέσιμο στη σελίδα:

<http://www.chemeng.ntua.gr/courses/trbio/files/KEF%201%20ΧΗΜΕΙΑ%201.pdf>.

Τελευταία επίσκεψη 17/6/14

ΧΑΤΖΗΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ, (2009), ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΟΥΤΥΡΟΥ, Διαθέσιμο στη σελίδα:

<http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/1367/ΧΑΤΖΗΔΗΜΗΤΡΙΟΥ.pdf?sequence=1>. Τελευταία επίσκεψη 22/4/14

### Ξένη βιβλιογραφία:

Academic Dictionaries and Encyclopedias, γαλακτική ζύμωση. Διαθέσιμο στη σελίδα:

<http://www.enacademic.com/searchall.php?SWord=%CE%B3%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE+%CE%B6%CF%8D%CE%BC%CF%89%CF%83%CE%B7&from=en&to=xx&submitFormSearch=Search%21&stype=0> . Τελευταία επίσκεψη 8/5/14

Alex-Yiatzides, (2012), Οι ευεργετικές ιδιότητες του γιαουρτιού. Βοηθήστε την διαίτα σας τρώγοντας γιαούρτι. Διαθέσιμο στη σελίδα:

[http://medlabgr.blogspot.com/2012/01/blog-post\\_09.html](http://medlabgr.blogspot.com/2012/01/blog-post_09.html). Τελευταία επίσκεψη 7/4/14

Bayard T. Storey, Esther E. Noiles<sup>1</sup>, Kathleen A. Thompson (1998). Comparison of Glycerol, Other Polyols, Trehalose, and Raffinose to Provide a Defined Cryoprotectant Medium for Mouse Sperm Cryopreservation. Τόμος 37. σελ. 46–58. Διαθέσιμο στη σελίδα:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011224098920971> . Τελευταία επίσκεψη 26/2/14

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

Cathy J. Saloff-Coste, (2000), The Kefir Curds, Διαθέσιμο στη σελίδα:

<http://dwb.unl.edu/Teacher/NSF/C11/C11Links/rawhealth.net/kefir2.htm> . Τελευταία επίσκεψη 12/2/14

Cathy Wong, (2013), Acidophilus and Other Probiotics, Διαθέσιμο στη σελίδα:

<http://altmedicine.about.com/cs/herbsvitaminsad/a/Acidophilus.htm> . Τελευταία επίσκεψη 12/2/14

Chandan R.H. and O'Rell K.R.(2006). Manufacture of various types of yoghurt. In Chandan R.H., White C.H., Kilara A., Hui Y.H. (Ed.) *Manufacturing Yoghurt and Fermented Milks*. σελ. 211-236. Blackwell Publishing, Ltd, Oxford, UK.

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

Chung Abbott, Ibukun Osindele, Anusha Sridharan, Jerry Wang, Microbial Interactions, Διαθέσιμο στη σελίδα:  
<https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Yogurt>. Τελευταία επίσκεψη 8/5/14

EUFIC, (2009), Cheese: a European tradition, Διαθέσιμο στη σελίδα:  
<http://www.eufic.org/article/en/foodtechnology/foodprocessing/artid/Cheese-European-tradition/>. Τελευταία επίσκεψη 4/2/14

EUFIC (1999). Lactic acid bacteria - their uses in food, Διαθέσιμο στη σελίδα:  
<http://www.eufic.org/article/en/nutrition/functional-foods/artid/lactic-acid-bacteria/>. Τελευταία επίσκεψη 4/2/14

FAO/WHO, 1977α. Code of principles concerning milk and milk products. Draft standard for yoghurt and sweetened yoghurt. (standard No A-11a, Step7).

Grachev Mikhail A, Vadim V Annenkov, Yelena V Likhoshway (2008). Silicon nanotechnologies of pigmented heterokonts. Διαθέσιμο στη σελίδα:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18348175> . Τελευταία επίσκεψη 3/4/14

Holzappel, W.H., Haberer, P., Geisen, R., Bjorkroth, J., and Schillinger, U. (2001), "Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition". *The American Journal of Clinical Nutrition*. Τόμος 73. σελ. 365S-373S.

International Food Information Council Foundation (2009) .Functional Foods Fact Sheet: Probiotics and Prebiotics, Διαθέσιμο στη σελίδα:  
[http://www.foodinsight.org/Resources/Detail.aspx?topic=Functional\\_Foods\\_Fact\\_Sheet\\_Probiotics\\_and\\_Prebiotics](http://www.foodinsight.org/Resources/Detail.aspx?topic=Functional_Foods_Fact_Sheet_Probiotics_and_Prebiotics). Τελευταία επίσκεψη 17/5/14

IDF. (2007), Bulletin of the International Dairy Federation, The World Dairy Situation 2007.

Jan Riordan (2005). *Breastfeeding and human lactation*. Jones & Bartlett Learning. σελ.75. Διαθέσιμο στη σελίδα:  
[http://books.google.gr/books?id=aiVesab\\_2bwC&pg=PA75&redir\\_esc=v#v=onepage&q&f=false](http://books.google.gr/books?id=aiVesab_2bwC&pg=PA75&redir_esc=v#v=onepage&q&f=false). Τελευταία επίσκεψη 6/3/14

John Bartow (2010). *Streptococcus thermophilus*, Διαθέσιμο στη σελίδα: [http://web.mst.edu/~microbio/BIO221\\_2010/S\\_thermophilus.html](http://web.mst.edu/~microbio/BIO221_2010/S_thermophilus.html). Τελευταία επίσκεψη 14/5/14

Lee and Lucey (2010), Formation and Physical Properties of Yogurt, Διαθέσιμο στη σελίδα: <http://www.aias.info/pdf/23-149.pdf>. Τελευταία επίσκεψη 17/3/14

Marcel B Roberfroid, Prebiotics and probiotics: are they functional foods? , (2000), Διαθέσιμο στη σελίδα: <http://www.farm.ucl.ac.be/Full-texts-FARM/Roberfroid-2000.pdf>

microbewiki (2011). *Streptococcus thermophilus*, Διαθέσιμο στη σελίδα: [http://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Streptococcus\\_thermophilus](http://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Streptococcus_thermophilus). Τελευταία επίσκεψη 13/7/14

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*. Τόμος 103. σελ. 109-115.

Papandreou Christoforos (2004), Διαθέσιμο στη σελίδα: <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/seyp/dd/2004/PapandreouChristoforos/attached-document/2004PAPANDREOU.pdf>. Τελευταία επίσκεψη 4/9/14

probiotics.gov (2009). *Lactobacillus Bulgaricus*, Διαθέσιμο στη σελίδα: <http://www.probiotic.org/lactobacillus-bulgaricus.htm> . Τελευταία επίσκεψη 13/5/14

P. J. Thureen, W. W. Hay (2006). Neonatal nutrition and metabolism (2η έκδοση). Cambridge University Press. σελ. 377, Διαθέσιμο στη σελίδα: [http://books.google.gr/books?id=aiVesab\\_2bwC&pg=PA75&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](http://books.google.gr/books?id=aiVesab_2bwC&pg=PA75&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false). Τελευταία επίσκεψη 9/7/14

Robinson R.K. (2002). *Dairy Mikrobology Handbook. The microbiology of milk and milk products*. Wiley-Interscience. New York .

Sue Roberts, *Lactobacillus bulgaricus Benefits*, Διαθέσιμο στη σελίδα: <http://healthyeating.sfgate.com/lactobacillus-bulgaricus-benefits-6622.html> . Τελευταία επίσκεψη 19/8/14

Tamime A.Y. and Robinson R.K. (1999). *Yoghurt, Science and Technology*, 2<sup>η</sup> έκδοση. σελ.1-128,432-485. Woodhead Publishing Limited & CRC Press LLC.

Wisconsin. (n.d.). What is Yogurt? , Διαθέσιμο στη σελίδα: [http://www.eatwisconsincheese.com/wisconsin/other\\_dairy/yogurt.aspx](http://www.eatwisconsincheese.com/wisconsin/other_dairy/yogurt.aspx). Τελευταία επίσκεψη 15/6/14

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΠΙΝΑΚΩΝ- ΕΙΚΟΝΩΝ

Prodcom, Διαθέσιμο στη σελίδα:

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/prodcom/data/database>

Natural Resources Canada, Διαθέσιμο στη σελίδα:

<http://www.nrcan.ac.ca/energy/publications/efficiency/industrial/6841>

Εγκυκλοπαίδεια : Πάπυρος Λαρούς Μπριτάνικα, τόμος 17, σελίδα 253, Γέφυρες-Γκενιους- Αθήνα 1984

Fooducate , Διαθέσιμο στη σελίδα: <http://blog.fooducate.com/>

Ραφινόζη, Διαθέσιμο στη σελίδα:

<http://www.uniduesseldorf.de/MathNat/Biologie/Didaktik/zucker/sugar/raffinose.html>

*L. casei*, Διαθέσιμο στη σελίδα: <https://www.flickr.com/photos/aic1/8344600413>

*L. bulgaricus* in yogurt, Διαθέσιμο στη σελίδα:

<http://www.sciencephoto.com/media/12045/view>

Yogurt bacteria : Yogurt bacteria. (Scanning electron micrograph (SEM) of yogurt mixed bacterial starter culture consisting of *Lactobacillus bulgaricus* (green), *Streptococcus thermophilus* (red) and *bifidobacteria* (blue). Διαθέσιμο στη σελίδα:

[http://www.visualphotos.com/image/1x3740100/yogurt\\_bacteria\\_scanning\\_electron\\_micrograph\\_sem](http://www.visualphotos.com/image/1x3740100/yogurt_bacteria_scanning_electron_micrograph_sem)

*S. thermophilus* στο μικροσκόπιο, Διαθέσιμο στη σελίδα:

[http://web.mst.edu/~microbio/BIO221\\_2010/S\\_thermophilus.html](http://web.mst.edu/~microbio/BIO221_2010/S_thermophilus.html)

Μικροοργανισμοί σε ζυμούμενα προϊόντα Διαθέσιμο στη σελίδα:

<http://www.fao.org/docrep/015/i2085e/i2085e00.pdf>

Kefir, Διαθέσιμο στη σελίδα: <http://www.scdkat.com/2011/06/how-make-kefir>

Το βούτυρο από παλιά, Διαθέσιμο στη σελίδα:

<http://iliastoutsolidis.blogspot.gr/2013/11/blog-post.html>

Το παραδοσιακό τυράκι Τήνου, Διαθέσιμο στη σελίδα:

[http://www.tinostoday.gr/2014/06/blog-post\\_7683.html](http://www.tinostoday.gr/2014/06/blog-post_7683.html)