

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΧΡΥΣΟΒΕΡΗ ΒΙΚΤΩΡΙΑ

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΟΥ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ
ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ
ΣΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΟΪΟΝΤΟΣ



Επιβλέπων καθηγητής: Τσακίρης Ιωάννης, Επίκουρος Καθηγητής

ΦΛΩΡΙΝΑ, 2024



UNIVERSITY OF
WESTERN MACEDONIA



**UNIVERSITY OF WESTERN MACEDONIA
SCHOOL OF AGRICULTURAL SCIENCES
QUALITY CONTROL FOR FOOD AND AGRICULTURAL
PRODUCTS**

THESIS
CHRISOVERI VIKTORIA

**STRAINED YOGURT PRODUCTION AND
INFLUENCE OF VARIOUS TECHNOLOGICAL
PARAMETERS ON ITS CHARACTERISTICS**



Supervisor: Tsakiris Ioannis, Assistant Professor

FLORINA, 2024

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο πλαίσιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων Επίκουρο Καθηγητή κ. Τσακίρη Ιωάννη, για την στήριξη και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, καθώς και για την καθοδήγηση για την ολοκλήρωση της εργασίας. Επίσης, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και στους δικούς μου ανθρώπους που στάθηκαν δίπλα μου, πίστεψαν σε εμένα και με στήριξαν, δίνοντας μου δύναμη να ξεπεράσω τις όποιες δυσκολίες και να συνεχίσω να προσπαθώ για να πετύχω όλους μου τους στόχους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα γαλακτοκομικά αγαθά βρίσκονται στη ζωή και την καθημερινότητα των καταναλωτών από αρχαιοτάτων χρόνων. Το γιαούρτι είναι ένα από αυτά και μάλιστα από τα βασικότερα, αφού τα οφέλη του για την υγεία των ανθρώπων είναι αρκετά. Το στραγγιστό γιαούρτι αποτελεί ένα είδος γιαουρτιού, το οποίο είναι διαδεδομένο παγκοσμίως και σχεδόν ταυτισμένο με την χώρα μας. Σε αυτή την πτυχιακή εργασία αναφέρθηκαν όλα τα ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα και αναλύθηκε συγκεκριμένα το στραγγιστό γιαούρτι με τα στάδια παραγωγής του, τη σύστασή του, καθώς και ο ορισμός και η σύσταση του όξινου ορού του. Επίσης, μελετήθηκαν οι επιδράσεις δύο διαφορετικών τεχνολογικών παραμέτρων στην διαδικασία παραγωγής στραγγιστού γιαουρτιού και στο τελικό προϊόν κατά τη συντήρησή του.

Λέξεις Κλειδιά: Ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα, Γάλα, Γιαούρτι, Στραγγιστό Γιαούρτι

ABSTRACT

Dairy products have been in the lives and everyday lives of consumers since ancient times. Yogurt is one of them and indeed one of the most basic, since its benefits for people's health are many. Strained yogurt is a type of yogurt that is widespread worldwide and almost identified with our country. In this thesis, all fermented dairy products were mentioned and specifically, strained yogurt analyzed with its production stages and composition, as well as the definition and composition of its acid serum. Also, the effects of two different technological parameters on the production process of strained yogurt and on the final product during its storage were studied.

Keywords: Fermented dairy products, Milk, Yogurt, Strained Yogurt

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT.....	5
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ ΓΑΛΑ ΚΑΙ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ.....	10
1.1 Ορισμός και Σύσταση.....	10
1.2 Ιστορία του γάλακτος.....	13
1.3 Η σπουδαιότητα του γάλακτος.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ ΖΥΜΩΣΗ ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ	17
2.1 Είδη Ζύμωσης.....	17
2.2 Τεχνικές ζυμώσεων.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ ΖΥΜΟΥΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ.....	23
3.1 Ορισμός – Νομοθεσία.....	23
3.2 Είδη Ζυμωμένων Γαλακτοκομικών Προϊόντων	25
3.2.1 Ξινόγαλο	25
3.2.2 Αϊράν.....	26
3.2.3 Κουμίσ.....	27
3.2.4 Κεφίρ.....	27
3.2.5 Γιαούρτι	28
3.2.6 DAHI.....	28
3.2.7 Viili	29
3.2.8 Amasi	30
3.2.9 Βουτυρόγαλα	30
3.2.10 Τυρί.....	31
3.2.11 Φέτα	31
3.2.12 Mozzarella.....	32
3.2.13 Κεφαλοτύρι.....	32
3.2.14 Γραβιέρα	33
3.2.15 Παρμεζάνα	33
3.2.16 Cheddar	33

3.2.17 Provolone	33
3.2.18 Ανεβατό	34
3.2.19 Γαλοτύρι.....	34
3.2.20 Τυρί Roquefort.....	34
3.2.21 Τυρί Brie	34
3.2.22 Κρέμα γάλακτος.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ ΓΙΑΟΥΡΤΙ	36
4.1 Ορισμός.....	36
4.2 Ιστορία	37
4.3 Σύσταση του Γιαουρτιού	41
4.4 Δομή και Ιδιότητες Γιαουρτιού.....	42
4.5 Είδη Γιαούρτης	43
4.6 Τύποι Γιαουρτιού.....	44
4.7 Παραγωγική Διαδικασία Γιαουρτιού.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΟ ΓΙΑΟΥΡΤΙ	52
5.1 Ορισμός.....	52
5.2 Μέθοδοι παρασκευής.....	52
5.2.1 Στράγγιση με φυγοκέντριση	52
5.2.2 Στράγγιση με σάκους.....	53
5.2.3 Μέθοδος με μεμβράνες υπερδιήθησης	53
5.3 Σύσταση στραγγιστού γιαουρτιού	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ ΟΡΟΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ	55
6.1 Όξινο ορόσ γιαουρτιού	55
6.2 Συστατικά του ορού.....	55
6.2.1 Λακτόζη.....	56
6.2.2 Πρωτεΐνες.....	56
6.2.3 Άλατα.....	57
6.2.4 Λίπη	57
6.2.5 Βιταμίνες.....	57
6.3 Μειονεκτήματα	57
6.4 Αξιοποίηση Ορού	59
6.5 Εφαρμογές σε ποτά με ζύμωση γάλακτος	60
6.6 Χρήση όξινου ορού για την καλλιέργεια μικροοργανισμών	61

6.7 Υδρόλυση της λακτόζης του όξινου ορού προς παραγωγή ολιγοσακχαριτών	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΟΥ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΠΩΣ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΟ ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΪΟΝ	64
5.1 Παρασκευή στραγγιστού γιαουρτιού από γάλα διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας και με διαφορετική μέθοδο στράγγισης.....	64
5.2 Παρασκευή στραγγιστού γιαουρτιού από γάλα διαφορετικής θερμικής επεξεργασίας και σε διαφορετικό χρόνο στράγγισης	65
5.3 Επιδράσεις των διαφορετικών τεχνολογικών παραμέτρων στο παραγόμενο στραγγιστό γιαούρτι	66
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	68
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	71

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το γάλα αποτελεί μια αγαπημένη τροφή του ανθρώπου, με την οποία έρχεται σε επαφή από την πρώτη στιγμή της γέννησης του και ακολουθεί να υφίσταται η σχέση αυτή και σε όλη τη μετέπειτα ζωή του. Υπάρχουν πολλά είδη γάλακτος εκτός από το κλασικό αγελαδινό, πρόβειο και κατσικίσιο, πλέον υπάρχει γάλα σόγιας, βρώμης, αμυγδάλου αλλά και πλήθος άλλων.

Το γάλα υπόκειται σε διάφορες ζυμώσεις και επεξεργασίες και δίνει παράγωγα σημαντικά και πολύτιμα για τη διατροφή των ανθρώπων. Ένα από αυτά είναι το γιαούρτι, το οποίο είναι λεπτόρρευστο με ελαφρώς όξινο άρωμα χάρη στο γαλακτικό οξύ που περιέχει. Το γιαούρτι έχει υψηλή θρεπτική αξία και μπορεί να παραχθεί από γάλα αγελάδας, προβάτου, κατσίκας και βουβάλου.

Στην εργασία αυτή, παρουσιάζεται το γιαούρτι και ειδικότερα το στραγγιστό γιαούρτι και ο τρόπος παρασκευής του. Η εργασία αποτελείται από επτά κεφάλαια.

Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στο γάλα και τα γαλακτοκομικά αγαθά και δίνεται ο ορισμός, η ιστορία και η σπουδαιότητα του.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η ζύμωση, τα είδη και οι τεχνικές της.

Στο τρίτο κεφάλαιο δίνεται ο ορισμός, η κείμενη νομοθεσία και τα είδη των ζυμούμενων γαλακτοκομικών προϊόντων μεταξύ των οποίων είναι η φέτα, τα τυριά, το κεφίρ και πολλά άλλα αγαθά.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το γιαούρτι, δίνεται ο ορισμός του, η ιστορία, η δομή και η σύσταση του, οι ιδιότητες του, τα είδη, οι τύποι και η παραγωγή του.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το στραγγιστό γιαούρτι, ο ορισμός, οι μέθοδοι παρασκευής και η σύσταση του.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο ορός γιαουρτιού, τα συστατικά, τα μειονεκτήματα και η αξιοποίηση του.

Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζεται η παρασκευή στραγγιστού γιαουρτιού και το πώς επηρεάζουν οι διάφοροι τεχνολογικοί παράγοντες το τελικό προϊόν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ ΓΑΛΑ ΚΑΙ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ

1.1 Ορισμός και Σύσταση

Σαν γάλα ορίζεται το αποτέλεσμα της έκκρισης από τους μαστικούς αδένες από τα θηλαστικά και το οποίο έχει σαν βασική και επακόλουθη χρήση να βοηθά στο να τρέφονται τα νεογνά (Walstraetal, 2006). Σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα για Τρόφιμα και Ποτά σαν γάλα ορίζεται το απαλλαγμένο πρωτόγαλα υπό τη μορφή αγαθού, που έχει εντελώς και χωρίς να γίνει διακοπή αρμεχτεί με υγιή τρόπο, από γαλακτοφόρο ζώο το οποίο ζει και τρέφεται με υγιεινές προϋποθέσεις και δεν βρίσκεται σε κατάσταση υπερκόπωσης (Κ.Τ.Π., 2009).

Όπως ορίζουν οι οργανισμοί FAO/WHO (2013) «γάλα αποτελεί ότι εκκρίνεται φυσιολογικά από το μαστό και μπορεί να ληφθεί με το άρμεγμα του ζώου, μία ή δύο φορές ημερησίως δίχως καμία προσθήκη ή αφαίρεση». Το γάλα που προέρχεται από βουβάλια, αίγες και πρόβατα μπορεί να καταναλωθεί από τα άτομα είτε αυτούσιο είτε σαν αγαθό γάλακτος με την προϋπόθεση να υποστεί επεξεργασία. Επίσης, σαν πρωτόγαλα ορίζεται αυτό που εκκρίνεται από τους μαστούς των γαλακτοπαραγωγών ζώων, το χρονικό διάστημα μεταξύ πέντε και έξι ημερών αφού περάσει ο τοκετός (Μάντης, 2000).

Το από τι αποτελείται το γάλα, αλλά και το ποσοστό περιεκτικότητας των ουσιών, διαθέτουν ποικιλία σε σχέση με το από που προέρχονται, δηλαδή από τι ζώο (Saxelin, 2003). Οι βασικές ουσίες ή το σύνολο ομάδων από χημικά συστατικά αποτελούν αυτά που βρίσκονται εντός γάλακτος σε μεγαλύτερη δυνατή ποσότητα. Ωστόσο το μέγεθος της ποσότητας δεν αποτελεί μέγιστης σημασίας χαρακτηριστικό για το πόσο σπουδαίο είναι ένα συστατικό για τον οργανισμό των ανθρώπων. Παραδείγματος χάρη, τα σκευάσματα βιταμινών είναι σημαντικά σε ότι έχει να κάνει με τη θρεπτική τους αξία, τα ένζυμα είναι καταλύτες αντιδράσεων, ενώ ορισμένα δευτερευούσης σημασίας συστατικά τα οποία δεν απαντώνται σε μεγάλες ποσότητες, συμβάλλουν σημαντικά στη γεύση του γάλακτος (Roginski, 2003).

Η χημική σύνθεση του γάλακτος καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τη θρεπτική αξία του, τα περιθώρια ανάπτυξης μικροοργανισμών σε αυτό, τη γεύση του, καθώς και τις χημικές αντιδράσεις που μπορεί να λάβουν χώρα οδηγώντας στην παραγωγή διαφόρων

αρνητικών οσμών στο γάλα (Walstraetal, 2006). Η συνολική περιεκτικότητα του γάλακτος σε όλες τις ουσίες εκτός του νερού καλείται περιεκτικότητα ξηρής μάζας. Μία επιπλέον διάκριση είναι ανάμεσα στα λιπαρά και στα μη λιπαρά στερεά καθώς και η περιεκτικότητά τους επί της ξηρής μάζας.

Τα ουσιώδη συστατικά από τα οποία αποτελείται το γάλα είναι:

➤ Νερό

Το νερό είναι στην ουσία το μέσον, όπου βρίσκονται σε διαλυμένη μορφή τα διάφορα συστατικά που έχει το γάλα (ολικά στερεά). Μικρή ποσότητα από το νερό ενυδατώνει ή δεσμεύει χημικά τη λακτόζη, τα άλατα, αλλά και τις πρωτεΐνες (Kailasapathy, 2008).

➤ Λακτόζη

Η λακτόζη αποτελεί χαρακτηριστικό υδατάνθρακα του γάλακτος. Είναι δισακχαρίτης που αποτελείται από γλυκόζη και γαλακτόζη. Μεγάλο ποσοστό των ανθρώπων έχει δυσανεξία στη λακτόζη, δηλαδή αδυνατεί να την μεταβολίσει, λόγω έλλειψης του ενζύμου λακτάση. Η λακτόζη μπορεί να διαχωριστεί από το γάλα ή, στη βιομηχανική πρακτική, από τον ορό γάλακτος, μέσω κρυστάλλωσης. Η κρυσταλλική λακτόζη παράγεται σε μεγάλες ποσότητες και χρησιμοποιείται κυρίως σε τρόφιμα και φαρμακευτικά προϊόντα, σχεδόν όλα τα χάπια περιέχουν λακτόζη ως υλικό πλήρωσης, αλλά και ως πρώτη ύλη για την παραγωγή διαφόρων χημικών ή ενζυμικών παραγώγων, όπως λακτιτόλη, λακτουλόζη και ολιγοσακχαρίτες. Ένα διάλυμα λακτόζης είναι περίπου 0,3 φορές πιο γλυκό από ένα διάλυμα σακχαρόζης της ίδιας συγκέντρωσης.

➤ Λιπίδια

Τα λιπίδια αποτελούν εστέρες λιπαρών οξέων και συναφών συστατικών, είναι διαλυτά σε μη πολικούς οργανικούς διαλύτες και αδιάλυτα στο νερό. Αποτελούνται κυρίως από τριγλυκερίδια. Στην κατηγορία των λιπιδίων συμπεριλαμβάνονται τα φωσφολιπίδια, η χοληστερόλη, τα ελεύθερα λιπαρά οξέα, τα μονογλυκερίδια και τα διγλυκερίδια (Walstraetal, 2006). Τα λιπαρά στο γάλα εμφανίζονται σε σφαιρική μορφή με διάμετρο 0,1-20 μm. Τα λιπαρά του γάλακτος παίζουν σπουδαίο ρόλο όσον αφορά την εμφάνιση, τη γεύση, το άρωμα και τη σταθερότητα των γαλακτοκομικών προϊόντων. Θεωρούνται μοναδικά, καθώς αποτελούνται από ένα σχετικά υψηλό αριθμό κορεσμένων

λιπαρών μικρής και μεσαίας αλυσίδας. Η σύσταση των λιπαρών του γάλακτος εξαρτάται από παράγοντες όπως η φυλή του γαλακτοφόρου ζώου, η γεωγραφική περιοχή, η τυχόν προσβολή του μαστού από διάφορες λοιμώξεις, καθώς και η διατροφή και το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ των διαδοχικών αμélξεων. Γενικά, στο πλήρες γάλα το 57% των λιπαρών είναι κορεσμένα, το 25% είναι μονοακόρεστα, ενώ το 6% είναι πολυακόρεστα. Το κυριότερο ποσοστό των κορεσμένων αποτελείται από παλμιτικό, στεατικό και μυριστικό οξύ (Rathore, 2010).

➤ Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες αποτελούν τα σημαντικότερα συστατικά του γάλακτος, καθώς παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο σε πολλά χαρακτηριστικά των περισσότερων γαλακτοκομικών προϊόντων. Διαχωρίζονται σε δύο διακριτούς τύπους: τις πρωτεΐνες ορού γάλακτος και τις καζεΐνες (Kailasapathy, 2008). Η καζεΐνη ορίζεται ως η πρωτεΐνη που καταβυθίζεται στο γάλα σε pH περίπου 4.6 και κατά συνέπεια δεν είναι διαλυτή στο ισοηλεκτρικό της σημείο (pI). Η καζεΐνη δεν έχει συγκεκριμένη δομή. Απαντάται στο γάλα σε μεγάλα συσσωματώματα, τα μικκύλια καζεΐνης, τα οποία περιέχουν, επίσης, κολλοειδές φωσφορικό ασβέστιο το οποίο διαλύεται κατά την οξίνιση. Στην πραγματικότητα, οι καζεΐνες αποτελούν ένα μίγμα τεσσάρων πρωτεϊνών: αS1-, αS2-, β-, και κ-καζεΐνη. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι η καζεΐνη δεν μετουσιώνεται, αλλά η θέρμανσή της πάνω από τους 120 °C μπορεί να προκαλέσει μείωση της διαλυτότητάς της, λόγω χημικών αλλαγών στη δομή της. Σε αντίθεση με τις καζεΐνες, οι πρωτεΐνες του ορού γάλακτος είναι υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες.

Η β-λακτοσφαιρίνη, που είναι η κυριότερη πρωτεΐνη στον ορό γάλακτος, υπάρχει ως διμερές στο γάλα. Το διμερές διασπάται σε μονομερή σε pH μικρότερο από 3.5. Σε τιμές pH 3.7 με 6.5, η πρωτεΐνη συσσωματώνεται για να σχηματίσει ένα οκταμερές, μία αντίδραση η οποία είναι αναστρέψιμη. Σε αντίθεση με τη θερμικά σταθερή καζεΐνη, οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος μετουσιώνονται εύκολα με θερμικές κατεργασίες πάνω από τους 70 °C. Ως αποτέλεσμα τέτοιων θερμικών επεξεργασιών, τα μετουσιωμένα συσσωματώματα των πρωτεϊνών του ορού γάλακτος πήζουν ή, ανάλογα με τη συγκέντρωσή τους και τις περιβαλλοντικές συνθήκες όπως το pH και η ιοντική ισχύς, σχηματίζουν πρωτεϊνικό πήγμα (Martín, 2015). Επιπροσθέτως,

το γάλα περιέχει πολλές άλλες δευτερεύουσες πρωτεΐνες καθώς και ένα ευρύ φάσμα ενζύμων (Walstraetal, 2006)

➤ Ένζυμα

Το γάλα περιέχει πολλά ένζυμα, μερικά από τα οποία (γαλακτοϋπεροξειδάση, οξειδάση ξανθίνης, πρωτεΐνάσες, λιπάση, λυσοζύμη, φωσφατάση) διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της ποιότητας του γάλακτος ή των γαλακτοκομικών προϊόντων. Ορισμένα (π.χ. φωσφατάση, οξειδάση ξανθίνης) είναι χρήσιμοι δείκτες της ορθής πρακτικής υγιεινής της επεξεργασίας του γάλακτος. Ωστόσο, δεν φαίνεται να παίζουν σημαντικό ρόλο ως θρεπτικά συστατικά.

➤ Βιταμίνες

Στο γάλα εμπεριέχονται βιταμίνες, τόσο λιποδιαλυτές, όσο και υδατοδιαλυτές. Η κυριότερη λιποδιαλυτή βιταμίνη είναι η βιταμίνη Α, η οποία βρίσκεται κυρίως σε μορφή εστέρα του παλμιτικού οξέος στο γάλα. Ακόμα, στο γάλα εμπεριέχονται σημαντικές ποσότητες βιταμίνης D, και συγκεκριμένα ως μίγμα βιταμινών D2 και D3, βιταμίνης E, η οποία απαντάται ως α-τοκοφερόλη, καθώς και βιταμίνης K η οποία απαντάται σε πολύ μικρές ποσότητες. Όσον αφορά τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες που βρίσκονται στο γάλα, υπάρχουν αυτές του συμπλέγματος B, κυρίως στο γάλα των μηρυκαστικών (Kailasapathy, 2008).

➤ Ανόργανα συστατικά

Τα κυριότερα ανόργανα συστατικά που απαντώνται στο γάλα είναι ενώσεις του K, Na, Ca, Mg, Cl καθώς και φωσφορικά άλατα. Τα οργανικά οξέα, επίσης, απαντώνται σε μεγάλο βαθμό είτε ως ιόντα είτε ως άλατα, με κυριότερο εξ αυτών το κιτρικό οξύ(Kailasapathy, 2008).

1.2 Ιστορία του γάλακτος

Πριν από πολλές χιλιάδες χρόνια, το ενδιαφέρον των ανθρώπων στράφηκε στη διαδικασία θηλασμού των νεογέννητων ζώων από τις μητέρες τους και έτσι απέκτησαν μία εκκεντρική, αν όχι επικίνδυνη, ιδέα να το κάνουν πράξη. Πιθανότατα πρόκειται για ανθρώπους της Νεολιθικής εποχής, οι οποίοι ασχολήθηκαν μεμονωμένα με το ίδιο πείραμα. Οι μαθητές της προϊστορίας δεν έχουν εντοπίσει

ποτέ τον ακριβή χρόνο ή τον τόπο για την πρώτη επιτυχημένη προσπάθεια άμελξης. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιες εικασίες για το πότε και το που οι άνθρωποι πραγματοποίησαν για πρώτη φορά την άμελξη και υπολογίζεται μεταξύ 8000 και 6000 π.Χ. , κάπου μεταξύ στο Ανατολικό οροπέδιο και στο Όρος Ζάγκρος, νοτιοδυτικά του Ιράν. Γνωρίζουν επίσης ακόμα ένα πράγμα σχετικά με το πρώτο ζώο που αρμέχθηκε ποτέ, ότι δεν ήταν αγελάδα.

Τα πρώτα ζώα που εξημέρωσε ο άνθρωπος ήταν τα πρόβατα, οι κασίκες και τα βοοειδή μεταξύ 10.000 με 4.000 π.Χ. Τα βοοειδή ήταν πολύ σημαντικά για τους πληθυσμούς της κεντρικής Ασίας, όπου ο πλούτος μετριόταν με τον αριθμό των αγελάδων. Αργότερα, η αγελάδα αποτέλεσε και θεωρείται ακόμη και σήμερα ένα ζώο ιερό για τους Ινδούς. Η αγελάδα λατρεύτηκε επίσης στη Βαβυλώνια και την Αρχαία Αίγυπτο γύρω στο 2.000 π.Χ. Συγκεκριμένα, η θεότητα της γονιμότητας Χαθώρ, απεικονιζόταν ως αγελάδα από τους Αιγύπτιους. Περίπου 50 φορές βρίσκουμε στην Παλαιά Διαθήκη αναφορές για το γάλα και τη Γη της Επαγγελίας (Χαναάν), η οποία αναφέρεται ως η «Γη που στάζει γάλα και μέλι». Όσο αφορά τη διατροφική αξία του γάλακτος, οι άνθρωποι, μέχρι το 1850, γνώριζαν ότι περιέχει πρωτεΐνες, ασβέστιο, λίπος και σάκχαρα (Kailasapathy, 2008).

Η συστηματική μελέτη του γάλακτος πραγματοποιήθηκε κατά τα τελευταία 150 χρόνια. Οι εκτενείς επιστημονικές έρευνες αποκάλυψαν το μεγάλο αριθμό συστατικών του γάλακτος (πρωτεΐνες, ένζυμα, βιταμίνες, μέταλλα) και χωρίς αμφιβολία και άλλα συστατικά και ιδιότητες αναμένουν την αποκάλυψη τους. Η ελληνική κτηνοτροφία άρχισε να βελτιώνεται και παράλληλα να αναπτύσσεται σε επιχειρηματική μορφή μετά τον Β΄ παγκόσμιο πόλεμο. Πριν από αυτόν, επικρατούσαν εντατικά και, σε περιορισμένη κλίμακα, ημιεντατικά συστήματα εκτροφής. Μέχρι και την δεκαετία του '60, το γάλα πουλούσαν πλανόδιοι γαλατάδες, οι οποίοι περνούσαν από τις γειτονιές φωνάζοντας «γαλατάς!» και μοίραζαν χύμα το γάλα που μετέφεραν μέσα σε μεταλλικά δοχεία.

Η παραγωγή του και η κατανάλωση επεκτάθηκε όταν ανακαλύφθηκε από τον Παστέρ η διαδικασία της «παστερίωσης» που επιτρέπει την παραγωγή και τυποποίηση γαλακτοκομικών προϊόντων. Κατά τη δεκαετία του '60, το επάγγελμα του γαλατά με την αρχική του μορφή άρχισε να εκλείπει και την θέση του πήραν οι διανομείς

παστεριωμένου γάλακτος, οι οποίοι περνούσαν από τις γειτονιές με ποδήλατο ή τρίκυκλα και άφηναν έξω από τα σπίτια γυάλινες φιάλες με γάλα.

Το 1970 το τοπίο σχετικά με την διάθεση του γάλακτος αλλάζει και πάλι. Έπειτα από σειρά διατάξεων, απαγορεύεται η πλανόδια διάθεση του γάλακτος για λόγους δημόσιας υγείας και προκειμένου να διασφαλιστεί η ποιότητα του, διατίθεται μέσα από τα ψυγεία, έχοντας ημερομηνία λήξης. Περίπου στα μέσα της δεκαετίας του '70 ξεκίνησε να διανέμεται το γάλα σε πλαστικό μπουκάλι. Μέχρι τότε όλες οι εταιρείες συσκευάζαν το γάλα σε γυάλινη φιάλη, η οποία συνήθως επιστρεφόταν στην εκάστοτε εταιρεία. Μερικά χρόνια αργότερα, το 1987, στην ελληνική αγορά έρχεται το πρώτο φρέσκο γάλα σε χάρτινη συσκευασία, ενώ παράλληλα εφαρμόζεται η ομογενοποίηση, μια σημαντική καινοτομία που αναβάθμισε συνολικά το τελικό προϊόν. Τα τελευταία χρόνια, οι αυστηροί vegetarians και όσοι είναι αλλεργικοί στο γάλα καταφεύγουν σε είδη προϊόντων μη ζωικής προέλευσης, που δεν βασίζονται σε γαλακτοκομικά παραπροϊόντα. Τέτοια είδη είναι τα ροφήματα σόγιας, ρυζιού, αμυγδάλου, καρύδας, βρώμης κ.α.(Kailasapathy, 2008).

1.3 Η σπουδαιότητα του γάλακτος

Το γάλα αποτελεί πολύτιμο αγαθό και εφοδιάζει τους ανθρώπινους οργανισμούς αλλά και τους οργανισμούς των ζώων με χρήσιμες θρεπτικές ουσίες, πιο πολύ από κάθε άλλο τρόφιμο. Αυτή είναι η αιτία που το γάλα αποτελεί το πλουσιότερο τρόφιμο στη φύση. Οι περισσότεροι άνθρωποι καταναλώνουν συχνά τα αγαθά του γάλακτος και μόνο ένα μικρό ποσοστό εμφανίζει αλλεργίες ή ευαισθησία στην κατανάλωση του, κυρίως στο γάλα αγελάδας.

Το γάλα οφείλει να αποτελεί βασικό κομμάτι στη διατροφή κάθε μέρας και κυρίως σε ότι αφορά τα παιδιά, και τους ηλικιωμένους. Το γάλα είναι πηγή που εφοδιάζει τον άνθρωπο με αμέτρητες βασικές ουσίες όπως το ασβέστιο, ο φώσφορος, η βιταμίνη D, η βιταμίνη B2 κ.α. Εξοπλίζει ακόμα τους ανθρώπους με απαραίτητες πρωτεΐνες μεγάλης βιολογικής αξίας και με απαραίτητα αμινοξέα. Συνεισφέρει επίσης, σε πιο μικρό ποσοστό, στο να καλύπτει τις ημερήσιες ανάγκες του ανθρώπου σε βιταμίνες A και B1.

Κατά την παραγωγή, τη μεταφορά και τη διαδικασία συντήρησης του νοπού γάλακτος, μπορεί να αναπτυχθούν κάποιοι μικροοργανισμοί. Κάποιοι εξ αυτών μπορεί να αποδειχτούν παθογόνοι για τους ανθρώπους. Για το λόγο αυτό, το νοπό γάλα υπόκειται σε θερμικές επεξεργασίες προτού καταναλωθεί, προκειμένου να εξασφαλιστεί η καταλληλότητά του και να είναι ασφαλές για την υγεία των ανθρώπων. Ωστόσο, αυτές οι επεξεργασίες φέρνουν αλλαγές στα διακριτά χαρακτηριστικά των τροφών και μειώνουν τη θρεπτική τους αξία, πάντα σε συνδυασμό και με το βαθμό της έντασης που έχουν. Το γάλα υποβάλλεται σε δύο σημαντικές θερμικές επεξεργασίες, στην παστερίωση και στην αποστείρωση. Έτσι, καθώς παστεριώνεται το γάλα καταστρέφονται οι περισσότεροι παθογόνοι μικροοργανισμοί. Όσοι μπορεί να απομείνουν μετά το πέρας αυτής της διαδικασίας δεν αποτελούν κίνδυνο για τους ανθρώπους και δεν μπορούν να αναπτυχθούν πλέον, αν και εφόσον το γάλα διατηρείται σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες μέσα σε ψυγείο. Σε γενικές γραμμές μπορεί να ειπωθεί ότι, η παστερίωση του γάλακτος χρειάζεται μέτριο βαθμό θερμικής επεξεργασίας, δίχως αυτός να οδηγεί σε μείωση της θρεπτικής του σύστασης ή υποβάθμισης των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών.

Μία πιο αποτελεσματική μέθοδος είναι η διαδικασία της αποστείρωσης, με την οποία καταστρέφονται τα πιο πολλά από τα παθογόνα και μη μικροσωματίδια οργανισμών αλλά και συνολικά οι σπόροι τους. Αυτό συνεπάγεται πως καταστρέφονται ολοκληρωτικά οι μικροοργανισμοί και έτσι το αποστειρωμένο γάλα μπορεί να διατηρηθεί έξω από το ψυγείο για διάστημα μέχρι και έξι μηνών, και να καταναλωθεί άφοβα. Το να αποστειρώνεται το γάλα σε υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες, σαν το γάλα μακρίας διάρκειας, προκαλεί σε μεγάλο βαθμό την υποβάθμιση των θρεπτικών συστατικών και την καταστροφή σε σημαντικό βαθμό ευαίσθητων θρεπτικών ουσιών σαν το φολικό οξύ, το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), τη βιταμίνη B12, τη θειαμίνη και τα άλλα συστατικά τα οποία είναι απαραίτητα για τον ανθρώπινο οργανισμό(Kailasapathy, 2008).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ ΖΥΜΩΣΗ ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

2.1 Είδη Ζύμωσης

Η ζύμωση είναι μία διαδικασία την οποία εφαρμόζουν εδώ και πολλές χιλιάδες χρόνια οι άνθρωποι, με πρωταρχικό σκοπό τη συντήρηση των τροφίμων και των αλκοολούχων προϊόντων. Είναι μία κυρίως αναερόβια διαδικασία, που μετατρέπει σάκχαρα σε άλλα συστατικά όπως είναι το αλκοόλ ή διάφορα οργανικά οξέα (Garriguesetal., 2013). Τα τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση, έχουν αποτελέσει μεγάλο μέρος της διατροφής των ανθρώπων, κυρίως διότι το κρέας, το γάλα και τα φυτικά τρόφιμα, ύστερα από τη ζύμωση μπορούσαν να συντηρηθούν καλύτερα από τις φρέσκες πρώτες ύλες, από τις οποίες δημιουργούνται. Χωρίς τις διεργασίες του αλατίσματος, της ξήρανσης και άλλων παραδοσιακών διεργασιών συντήρησης, τα ευπαθή τρόφιμα θα αλλοιώνονταν ή θα κρίνονταν μη ασφαλή για κατανάλωση (Kok&Hutkins, 2018).

1. Αλκοολική ζύμωση

Η αλκοολική ζύμωση, είναι μία αναερόβια διαδικασία που μετατρέπει σάκχαρα (όπως γλυκόζη, φρουκτόζη και σακχαρόζη) σε ενέργεια (τριφωσφορική αδενοσίνη), αιθανόλη (C_2H_5OH) και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) ως υποπροϊόντα. Η αντίδραση που πραγματοποιείται είναι η εξής:

Πιο συγκεκριμένα, η παραγωγή αιθανόλης από τα σάκχαρα ενός τροφίμου, χωρίζεται σε τρία βασικά στάδια, αρχικά, το ένζυμο ιμπερτάση διασπά τον γλυκοσιδικό δεσμό μεταξύ των μορίων γλυκόζης και φρουκτόζης του δισακχαρίτη σακχαρόζη (Στάδιο 1). Στη συνέχεια, το μόριο της γλυκόζης διασπάται σε δύο μόρια πυροσταφυλικού (γλυκόλυση) (Στάδιο 2). Τέλος, ακολουθεί η μετατροπή πυροσταφυλικού σε αιθανόλη και CO_2 μέσω μιας αντίδρασης δύο σταδίων, παρουσία πυροσταφυλικής αποκαρβοξυλάσης και αφυδρογονάσης αλκοόλης. Η αλκοολική ζύμωση πραγματοποιείται από ζύμες (*Saccharomyces cerevisiae*) και διαθέτει ένα ευρύ φάσμα πρακτικών εφαρμογών στην παραγωγή αλκοολούχων ποτών (όπως μπίρα και κρασί), αιθανόλης και ψωμιού (Mani, 2018).

2. Γαλακτική ζύμωση

Κατά τη γαλακτική ζύμωση, γίνεται μετατροπή των μορίων πυροσταφυλικού της γλυκόλυσης σε γαλακτικό οξύ (Garriguesetal., 2013). Πιο συγκεκριμένα, τα οξυγαλακτικά βακτήρια, που χωρίζονται σε ετεροζυμωτικά (όπως *Leuconostoc* και *Wiessella*) και ομοζυμωτικά (όπως *Lactococcus* και *Streptococcus*), ανάλογα με τα τελικά προϊόντα που προκύπτουν, μπορούν και παράγουν γαλακτικό οξύ ως αναερόβιο προϊόν γλυκόλυσης (Ayivietal., 2020).

Τα οξυγαλακτικά βακτήρια (*LacticAcidBacteria-LAB*) ακολουθούν δύο κύριες οδούς για την παραγωγή γαλακτικού οξέος. Η πρώτη ονομάζεται ομογαλακτική ζύμωση και αποτελείται από δύο στάδια, στην αρχή, η γλυκόζη μετατρέπεται σε πυροσταφυλικό οξύ (γλυκόλυση) . Στη συνέχεια, ακολουθεί η μετατροπή του πυροσταφυλικού οξέος σε γαλακτικό οξύ, το οποίο είναι και το μοναδικό προϊόν της ομογαλακτικής ζύμωσης (Castillo Martinezetal., 2013).

Η δεύτερη πορεία για την παραγωγή γαλακτικού οξέος, ονομάζεται ετερογαλακτική ζύμωση και διαφέρει από την ομογαλακτική στα προϊόντα που προκύπτουν, καθώς δεν παράγεται μόνο γαλακτικό οξύ αλλά και οξικό οξύ, διοξείδιο του άνθρακα ή/και αιθανόλη (Castillo Martinezetal., 2013).

Από τα δύο αυτά είδη ζύμωσης, η γαλακτική ελέγχεται αυστηρά από τη συγκέντρωση άλατος. Η γαλακτική ζύμωση γίνεται χρησιμοποιώντας καλλιέργειες φυσικής μικροχλωρίδας ή *LAB* που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως, συνδυαστικά με χημική συντήρηση, χρησιμοποιώντας αλάτι και οξύ για τη διατήρηση διαφόρων τροφίμων, όπως γάλα, δημητριακά, κρέας, φρούτα και λαχανικά. Η ζύμωση λαχανικών και φρούτων με γαλακτικό οξύ είναι μια συνήθης πρακτική για τη διατήρηση και βελτίωση των θρεπτικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών τους (Mani, 2018). Ειδικότερα, κάποια τρόφιμα που έχουν υποστεί κυρίως γαλακτική ζύμωση είναι το γιαούρτι, το τυρί, το sauerkraut (ζυμούμενο λάχανο της κεντρικής και ανατολικής Ευρώπης) και το κίμτσι (*kimchi*). Άλλα προϊόντα γαλακτικής ζύμωσης είναι το κεφίρ και η κομπούχα (*kombucha*) στη ζύμωση των οποίων, εκτός από βακτήρια, συμμετέχουν και κάποια είδη ζυμών (Terefe, 2016).

3. Οξική ζύμωση/ οξειδωτική ζύμωση

Αυτό το είδος αερόβιας ζύμωσης χρησιμοποιείται συνήθως για την παραγωγή οξικού οξέος (ξίδι) με τη βοήθεια του μικροοργανισμού *Acetobacteraceti*. Το οξικό οξύ

παράγεται μέσω της ζύμωσης διαφόρων υποστρωμάτων, όπως κάποιο αμυλούχο διάλυμα ή σακχαρούχο διάλυμα και αλκοολούχα τρόφιμα, όπως κρασί ή μηλίτης, μετά την προσθήκη βακτηρίων οξικού οξέος. Τότε λαμβάνει χώρα μια οξειδωτική ζύμωση, όπου παράγεται οξικό οξύ ως υποπροϊόν (Mani, 2018).

Τα βακτήρια οξικού οξέος (Acetic Acid Bacteria-AAB) είναι αρνητικά κατά Gram, υποχρεωτικά αερόβια βακτήρια, τα οποία παράγουν οξικό οξύ μέσω της οξείδωσης σακχάρων ή αιθανόλης κατά τη ζύμωση. Είναι μεσόφιλοι μικροοργανισμοί, με ιδανική θερμοκρασία ανάπτυξης τους 25-30°C και ιδανικό pH 5.0 - 6.5. Πρόσφατα έχουν ταξινομηθεί σε 19 γένη της οικογένειας Acetobacteraceae, περιλαμβάνοντας τα γένη *Acetobacter*, *Acidomonas*, *Ameyamaea*, *Asaia*, *Bombella*, *Gluconobacter*, *Granulibacter*, *Komagataeibacter*, *Kozakia* και άλλα (Mani, 2018). Τα βακτήρια οξικού οξέος είναι πιο γνωστά για τη χρήση τους στην παραγωγή ξιδιού, βιταμίνης C και κυτταρίνης. Βρίσκονται συνήθως σε φυτά, λουλούδια και φρούτα. Αυτά τα αερόβια περιβάλλοντα είναι πλούσια σε υδατάνθρακες, αλκοόλες σακχάρου και/ή αιθανόλη. Αυτό επιτρέπει στα AAB να οξειδώσουν γρήγορα και ατελώς αυτά τα υποστρώματα σε οργανικά οξέα, παράγοντας ταυτόχρονα και ενέργεια (De Roos & De Vuyst, 2018).

4. Επιπρόσθετα είδη ζύμωσης

Εκτός από τα τρία κύρια είδη ζύμωσης, έχουν μελετηθεί και άλλα είδη όπως (Shoewal., 2015) :

1. κιτρική ζύμωση (παραγωγή κιτρικού οξέος κυρίως από το είδος *Aspergillus niger*)
2. προπιονική ζύμωση (παραγωγή προπιονικού οξέος από *Propionibacterium freudenreichii*)
3. βουτυρική ζύμωση (παραγωγή βουτυρικού οξέος)

2.2 Τεχνικές ζυμώσεων

Στις αναπτυσσόμενες χώρες, τα τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση δεν παράγονται τόσο συχνά σε βιομηχανική κλίμακα. Η ζύμωση με αυτόχθονα μικρόβια που υπάρχουν στην πρώτη ύλη έχει χρησιμοποιηθεί αρκετά για τις ζυμώσεις προϊόντων,

ωστόσο η εισαγωγή της τεχνολογίας των καλλιέργειών εκκίνησης, οδήγησε στην αναβάθμιση της ασφάλειας και ποιότητας των τροφίμων. Για παράδειγμα, τα ζυμούμενα τρόφιμα που παράγονται στην Ασία και την Αφρική συχνά βασίζονται σε αυθόρμητες ζυμώσεις, όπου μπορούν να λάβουν μέρος και μικρόβια από τον περιβάλλοντα χώρο. Από την άλλη μεριά, αυτά που παράγονται στην Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική, την Αυστραλία και τη Νέα Ζηλανδία βασίζονται σε καθορισμένες καλλιέργειες εκκίνησης και πιο ελεγχόμενες συνθήκες ζύμωσης (Jyoti Prakash Tamang et al., 2020).

Οι παραδοσιακές ζυμώσεις εκτελούνται μέσω της παράλληλης δράσης βακτηρίων, ζυμών ή/και μυκήτων και είναι αυθόρμητες χωρίς απόλυτα ελεγχόμενες συνθήκες. Συνήθως, πραγματοποιούνται σε θερμοκρασία δωματίου και το αρχικό pH εξαρτάται από το υπόστρωμα που χρησιμοποιείται, δηλαδή το είδος του τροφίμου. Οι μικροοργανισμοί που δρουν συνδυαστικά είναι πιο ισχυροί και ανεκτικοί ενάντια στους βακτηριοφάγους, συγκριτικά με τις αμιγείς καλλιέργειες. Οι βακτηριοφάγοι είναι ιοί που μπορούν να προσβάλουν βακτηριακά κύτταρα. Είναι ακίνδυνοι για τους ανθρώπους, τα φυτά και τα ζώα.

Έχουν περιγραφεί 17 διαφορετικές οικογένειες, οι περισσότερες από τις οποίες ανήκουν στην τάξη *Caudovirales* (Rodríguez et al., 2017). Κατά τη συνύπαρξή τους, οι μικροοργανισμοί είναι πιθανόν να αναπτύξουν ανταγωνιστικές τάσεις, έχοντας ως συνέπεια τη μείωση της ανάπτυξης και της προσαρμοστικότητάς τους, καθώς και τη μείωση της ικανότητας σύνθεσης πρωτεϊνών και δευτερογενών μεταβολιτών (Cunvas Limon et al., 2020).

Στη μη εμπορική παραγωγή πολλών ζυμούμενων τροφίμων χρησιμοποιείται ακόμα η τεχνική της χρήσης μικρής ποσότητας ζυμούμενου τροφίμου προηγούμενης παρτίδας, για τον εμβολιασμό της επόμενης (backslopping). Η μόλυνση από άγνωστους μικροοργανισμούς συχνά συμβάλλει θετικά σε ζυμώσεις που γίνονται σε μη βιομηχανικά περιβάλλοντα. Τα προϊόντα που παράγονται από χειροποίητες, μικρής κλίμακας ζυμώσεις, έχουν συχνά μοναδικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, που σε αρκετές περιπτώσεις έχει αποδειχθεί δύσκολο να αναπαραχθούν και να τυποποιηθούν σε βιομηχανική κλίμακα, ώστε να παραχθούν προϊόντα με τις ίδιες ποιοτικές και οργανοληπτικές ιδιότητες (Farnworth, 2005).

Ενώ ορισμένα ζυμωμένα τρόφιμα και ποτά παράγονται βιομηχανικά, πολλά παράγονται ακόμη σε νοικοκυριά για καθημερινή κατανάλωση. Σήμερα, ορισμένες φυλές παράγουν ποτά που έχουν υποστεί ζύμωση (για παράδειγμα το κεφίρ) για ιατρικούς σκοπούς μέσω πρακτικών και γνώσεων που προκύπτουν από την παράδοσή τους και την προφορική διάδοση γνώσεων, από γενιά σε γενιά (Perriconeetal., 2017).

Επίσης σε αρκετές κοινότητες, συμπεριλαμβανομένων των ιθαγενών της Αμερικής, τα παραδοσιακά ζυμωμένα τρόφιμα και ποτά εξακολουθούν να είναι μέρος της παραδοσιακής γνώσης και παράγονται σε μικρή κλίμακα ως σπιτικά ή μέσω βιοτεχνικής δραστηριότητας, όπου ή όταν υπάρχει διαθέσιμο γεωργικό πλεόνασμα. Για τη δημιουργία αυτών των ζυμούμενων τροφίμων και ποτών χρησιμοποιούνται ως υποστρώματα ο αραβόσιτος πλούσιος σε άμυλο, το ρύζι, το κασάβα (αμυλούχα κονδυλώδης ρίζα) και άλλα (Sankara Narayananetal., 2019).

Στις αυθόρμητες ζυμώσεις, εξαιτίας της ετερογένειας των μικροβιακών πληθυσμών είναι δυνατόν να λάβουν μέρος παθογόνα μικρόβια (*Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*, *Aeromonas*, κ.ά.) που ενδέχεται να συνθέσουν τοξικά παραπροϊόντα (όπως μυκοτοξίνες, καρβαμικό αιθυλεστέρα και βιογενείς αμίνες). Για παράδειγμα, σε μηλόξιδο που παράχθηκε σε μικρή κλίμακα χωρίς το πλύσιμο των μήλων, την παστερίωση του ξιδιού και την προσθήκη συντηρητικών, βρέθηκαν ζωντανοί οργανισμοί του *E. coli* O157:H7 που επιβίωσαν για 20 μέρες.

Τα παθογόνα μικρόβια, αποτελούν παράγοντα υποβάθμισης της ασφάλειας του ζυμωμένου τροφίμου και πιθανό κίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου. Από την άλλη μεριά, οι κοινωνικές, οικονομικές και εμπορικές τάσεις έχουν οδηγήσει στην επανεξέταση των πιθανών οφελών των αυθόρμητων ζυμώσεων στην υψηλή ποιότητα των ζυμωμένων τροφίμων (Capozzietal., 2017).

Σήμερα, η τεχνολογία ζύμωσης έχει μετατοπιστεί από τις βιοτεχνικές πρακτικές και την εμπειρική επιστήμη σε μεγάλης βιομηχανικής κλίμακας εφαρμογές.

Στις βιομηχανικές ζυμώσεις, χρησιμοποιούνται βιοαντιδραστήρες, με κυριότερους τους βιοαντιδραστήρες βυθισμένης ζύμωσης και τους βιοαντιδραστήρες ζύμωσης στερεάς κατάστασης, οι οποίοι μπορούν να βρίσκονται σε συνεχή, ημισυνεχή και ασυνεχή λειτουργία. Στις περισσότερες ζυμώσεις τροφίμων, εφαρμόζονται διεργασίες

ζύμωσης στερεάς κατάστασης σε αντιδραστήρες ασυνεχούς λειτουργίας, όπου οι μικροοργανισμοί καλλιεργούνται στην επιφάνεια ενός υποστρώματος, το οποίο δε διαλύεται στο νερό. Παραδείγματα τροφίμων που παράγονται με ζύμωση στερεάς κατάστασης είναι το λάχανο τουρσί (sauerkraut) , το μίσο (miso), το τέμπε (tempeh ή tempe) και το κίμτσι (kimchi). Σε αντίθεση, οι βιοαντιδραστήρες βυθισμένης ζύμωσης βρίσκουν εφαρμογή στην παραγωγή γιαουρτιού, γαλακτοκομικών, αλκοολούχων ποτών και καρυκευμάτων τροφίμων, όπως το ξύδι (Terefe, 2016).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ ΖΥΜΟΥΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

3.1 Ορισμός – Νομοθεσία

Είθισται τα αγαθά από ζύμωση να είναι από παλιά, αγαθά από γάλα. Έχει αναφερθεί σε πολλά δοκίμια ο τρόπος με τον οποίο οι λαοί στην αρχαιότητα χρησιμοποιούσαν τα αγαθά ζύμωσης, και στην Αγία Γραφή αλλά και σε αρχαία τουρκικά έγγραφα. Το ότι υπήρχαν αυτά τα ζυμωμένα γαλακτοκομικά αγαθά στο διατροφικό πλάνο αρχαίων πληθυσμών έχει ως βάση την ιδιότητα του ίδιου του γάλακτος να αποτελεί εξαιρετικό υπόστρωμα για την ανάπτυξη μικροοργανισμών, αν και όχι πάντα ευεργετικών.

Ως γαλακτική ζύμωση, χαρακτηρίζεται η ζύμωση της λακτόζης, κατά την οποία κύριο προϊόν είναι το γαλακτικό οξύ. Η ζύμωση αυτή είναι η πιο συνηθισμένη και είναι επιθυμητή στο γιαούρτι, στα τυριά, στα οξυγάλατα, το βούτυρο και άλλα προϊόντα. Προκαλείται από τη δράση των οξυγαλακτικών βακτηρίων, πολλά από τα οποία χρησιμοποιούνται ως οξυγαλακτικές καλλιέργειες εκκίνησης. Τα βακτήρια αυτά χωρίζονται σε δύο ομάδες, ανάλογα με τα κύρια προϊόντα που σχηματίζονται από τη ζύμωση της λακτόζης (ομοιοζυμωτική και ετεροζυμωτική ζύμωση).

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

Τα ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα προκύπτουν με τη γαλακτική ζύμωση, από γαλακτικά βακτήρια, ή ζύμες μύκητες, ενός είδους γάλακτος ή ενός μίγματος διαφόρων ειδών γάλακτος. Η ζύμωση πραγματοποιείται με τη δράση κατάλληλων

μικροοργανισμών, οι οποίοι προκαλούν την πτώση του pH με πιθανό σχηματισμό πηγματος. Οι μικροοργανισμοί είναι απαραίτητο να είναι ζωντανοί, ενεργοί και σε αφθονία έως την ελάχιστη διάρκεια ζωής του προϊόντος, με την προϋπόθεση ότι δεν πραγματοποιείται θέρμανση μετά τη ζύμωση.

Κατά την επιθεώρηση της γιαούρτης ελέγχεται η σύσταση, το χρώμα, η ύπαρξη υμένα ή όχι και η γεύση, εφ' όσον δεν παρουσιάζει εμφανείς αλλοιώσεις. Σύμφωνα με τους νόμους της Ελλάδας, (Κ.Τ.Π., 1998) "το γιαούρτι" κάθε είδους, όταν έρχεται στην κατανάλωση πρέπει να πληροί τους ακόλουθους όρους :

A) Να είναι συμπαγές, όχι πορώδες και η επιφάνεια της μάζας του εκτός από τον υμένα, να εμφανίζει την όψη αλάβαστρου.

B) Το γιαούρτι που πωλείται σε δοχεία πρέπει να καλύπτεται πάντα με φύλλο από αδιάβροχο χαρτί ή άλλα από τα επιτρεπόμενα είδη.

Γ) Απαγορεύεται η πώληση γιαουρτιού 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 το γιαούρτι.

Δ) Απαγορεύεται η πώληση γιαουρτιού που έχει υποστεί και κάποια άλλη ζύμωση, εκτός από την ειδική για αυτό.

Ε) Απαγορεύεται η διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού, του οποίου οι οργανοληπτικές ιδιότητες δεν είναι κανονικές και ευχάριστες.

ΣΤ) Απαγορεύεται η προσφορά για πώληση και η διάθεση γενικά στην κατανάλωση, γιαουρτιού χρωματισμένου με οποιαδήποτε χρωστική ή με κάποιο άλλο μέσο.

Ζ) Απαγορεύεται η διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού που περιέχει συντηρητικές ουσίες, γενικά.

Η) Απαγορεύεται η παρασκευή και διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού που παρασκευάστηκε από διατηρημένο γάλα γενικά, με εξαίρεση το αποστειρωμένο γάλα και το γάλα κατάψυξης.

Θ) Απαγορεύεται η διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού που περιέχει ζάχαρη (εκτός και αν είναι επιδόρπιο) (Μαντής, 2011).

3.2 Είδη Ζυμωμένων Γαλακτοκομικών Προϊόντων

Οι βασικές κατηγορίες προϊόντων ζύμωσης του γάλακτος είναι οι ακόλουθες:

A. Ροφήματα Γάλακτος

Τα ροφήματα ζυμούμενου γάλακτος (fermented milk drinks) τα οποία προέρχονται από τη ζύμωση του φρέσκου γάλακτος, αποτελούν μια τεράστια γκάμα προϊόντων που απαντώνται σε όλον τον κόσμο. Έχουν καταγραφεί περίπου 400 είδη παραδοσιακών ροφημάτων γάλακτος.

3.2.1 Ξινόγαλο

Το ξινόγαλο αποτελεί ένα προϊόν όμοιας σύνθεσης και παχύρρευστης υφής του γάλακτος το οποίο διαθέτει, έντονη αρωματική γεύση, υπόξινου χαρακτήρα (Ζερφυρίδης, 2001). Δημιουργείται μέσω του μερικώς ή πλήρως αποβουτυρωμένου γάλακτος, το οποίο παίρνει θερμοκρασία μεταξύ 90 και 95 °C για διάρκεια δεκαπέντε λεπτών. Ως εκκινητικό μέσο χρησιμοποιείται, σε κάποιες περιπτώσεις το οξύγαλα και σε κάποιες έτερες περιπτώσεις η καλλιέργεια, η οποία απαρτίζεται από τους μικροοργανισμούς *Streptococcus cremoris*, *Lactococcus lactis* και *Leuconostoc citroponum*. Από την διαδικασία αυτή, δημιουργείται ένα ζελατινώδες πήγμα το οποίο εν συνεχεία, ανακατεύεται πολύ καλά, συσκευάζεται και διατηρείται σε κατάσταση ψύξης (Ζερφυρίδης, 1996).

Το ξινόγαλο είναι ένα προϊόν, υψηλής θρεπτικής αξίας διότι εντάσσει στη σύστασή του ποικίλες πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας, με μεγαλύτερη βιοδιαθεσιμότητα ακόμα και από τα ασπράδια των αυγών. Επιπλέον, περιλαμβάνει το στοιχείο της λακτόζης, πολλές βιταμίνες, διάφορα μέταλλα και πολύ μειωμένα ποσοστά λίπους. Το ξινόγαλο παρέχει πολύ σημαντική στήριξη στο στομάχι και συμβάλει στην απορρόφηση του στοιχείου του ασβεστίου από το έντερο (Καραουλάκης, 2005).

Εκτός των άλλων, παρέχει αντιμικροβιακή δράση η οποία απευθύνεται σε υψηλό αριθμό βακτηρίων, με έμφαση σε όσα οδηγούν σε εντερικές λοιμώξεις. Ακόμα, βελτιώνει τα επίπεδα κινητικότητας του εντέρου και συμβάλει στην αναδημιουργία της φυσικής μικροχλωρίδας του. Τέλος, ένα ακόμα σημαντικό στοιχείο είναι ότι

μπορεί να καταναλωθεί από άτομα τα οποία πάσχουν από δυσανεξία στην λακτόζη (Ζερφυρίδης, 1996).

3.2.2 Αϊράν (αριάνι)

Το αριάνι, το ποτό των ορεινών λαών του Καυκάσου, είναι γνωστό στον σύγχρονο πληθυσμό του Βορείου Καύκασου από τα παλιά χρόνια. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα κατέχουν παραδοσιακά την πρώτη θέση στη διατροφή των λαών Καρατσάοι και Μπαλκάροι. Το αριάνι πάντα θεωρούταν ως κύριο γαλακτοκομικό προϊόν της διατροφής τους. Η παραδοσιακή τεχνολογία παρασκευής για το αριάνι του Καυκάσου διαφέρει σημαντικά από την τεχνολογία παρασκευής αυτού της Τουρκίας, το οποίο παρασκευάζεται από ξινό γάλα που αραιώνεται με νερό και αναδεύεται έντονα μέχρι να προκύψει ένα αφράτο ρόφημα (Gasheva& Sujunchev, 2009).

Αντίθετα, το αριάν του Καυκάσου προκύπτει μετά από γαλακτική και αλκοολική ζύμωση και έχει μεγαλύτερη πυκνότητα. Η παραδοσιακή τεχνολογία παραγωγής του προϊόντος αυτού έχει ως εξής: Μετά το βρασμό, το γάλα (κυρίως πρόβειο) αφήνεται να ψυχθεί μέχρι τους 40-45 °C και στη συνέχεια προστίθεται η καλλιέργεια. Η ποσότητα της καλλιέργειας κυμαίνεται και εξαρτάται από τη συνταγή της κάθε οικογένειας. Επίσης, στο γάλα μπορεί να προστεθεί ορός από την παραγωγή του αριάνι. Σε αυτή την περίπτωση ο χρόνος παραγωγής του προϊόντος αυξάνεται, αλλά το αριάνι παραμένει φρέσκο για περισσότερο χρονικό διάστημα. Μετά την προσθήκη καλλιέργειας στο γάλα και της ζύμωσής του επί 10-14 ώρες (καμιά φορά και 24 ώρες), το αριάνι θεωρείται έτοιμο προς κατανάλωση. Το αριάνι αποθηκεύεται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, στα υπόγεια. Το ρόφημα που αραιώνεται με το νερό από τις ορεινές πηγές (ναρζάν) ονομάζεται «σουσάμπ» και συνήθως καταναλώνεται το καλοκαίρι. Το πυκνό αλατισμένο αριάνι που παρασκευάζεται για μελλοντική χρήση, αποθηκεύεται σε ειδικά ξύλινα δοχεία και χρησιμοποιείται για την παραγωγή βουτύρου (Gasheva& Sujunchev, 2009).

Η μικροχλωρίδα του αποτελείται από γαλακτικούς στρεπτόκοκκους, *Str. hollandicus*, *Bacterium caucasicum*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Torula ellipsoidea*, ζύμες που ζυμώνουν και δεν ζυμώνουν τη λακτόζη. Το αριάνι είναι ένα προϊόν υψηλής

διατροφικής αξίας με θεραπευτικές και διαιτητικές ιδιότητες. Η σύστασή του έχει ως εξής: 0,6 % αλκοόλη, 0,24 % CO₂, 1,5 % γαλακτικό οξύ, βιταμίνες, όπως θειαμίνη, ριβοφλαβίνη, B12, καθώς και αντιβιοτικό λακτοσιδίνη και άλλα θρεπτικά συστατικά (Gasheva& Sujunchev, 2009).

3.2.3 Κουμής

Το κουμής ή οινόγαλα, είναι όξινο αλκοολούχο ποτό με παχύρρευστη υφή και έντονη όξινη γεύση λόγω του γαλακτικού οξέος (1%) και της αλκοόλης (3%) που περιέχει και το οποίο παρασκευάζεται από βρασμένο και ψυγμένο γάλα φοράδας, μετά από προσθήκη σε αυτό ειδικής καλλιέργειας μικροοργανισμών που προκαλούν τόσο γαλακτική (Streptococci και Lactobacilli) όσο και αλκοολική ζύμωση (ζυμομύκητες Torulla και Mycoderma). Οι πρώτες ενδείξεις για τη χρήση του κουμής εντοπίζονται στην εποχή του χαλκού (πριν από 5500 χρόνια) στην κοιλάδα του Σουσαμίρ (όρη Τιέν Σαν στο Κιργιστάν), παράλληλα με στοιχεία που δείχνουν ότι οι πληθυσμοί αυτοί είχαν εξημερώσει το άλογο και χρησιμοποιούσαν το γάλα του για τη διατροφή τους. Το γάλα φοράδας το διατηρούσαν μέσα σε ασκούς από δέρμα κατσίκας, όπου και πραγματοποιούταν η ζύμωση (αλκοολική και γαλακτική με Lactobacillus και Saccharomyces). Στην αρχαιότητα υπήρξε η βασική τροφή των νομαδικών λαών των Bashkir, Kalmyk και των Τατάρων, οι οποίοι μετακινούνταν στις στέπες της Ευρωπαϊκής Ρωσίας και στις πεδιάδες της Δυτικής και Κεντρικής Ασίας. Ο αρχαίος Έλληνας ιστορικός Ηρόδοτος (484 π.Χ.- 424 π.Χ.) έγραφε ότι στη Βόρεια Ακτή της Μαύρης Θάλασσας, το αγαπημένο ρόφημα των κατοίκων θεωρούταν το γάλα φοράδας, χτυπημένο σε βαθιά σκεύη (Kudayarova & Gilmutdinova & Yamaletdinov et al, 2010).

3.2.4 Κεφίρ

Το κεφίρ παράγεται από ημιαποβουτυρωμένο γάλα αγελάδας, πρόβατου ή κατσίκας το οποίο έχει υποβληθεί σε σύγχρονη γαλακτική και αλκοολική ζύμωση, μετά από ειδική επεξεργασία του μίγματος γάλατος – κόκκων κεφίρ. Οι κόκκοι κεφίρ

περιέχουν μικρόβια οξυγαλακτικής ζύμωσης (*Streptococcus cremoris*, *S.lactis*, *Lactobacillus brevis*, *L. caucaci* κ.ά.) καθώς και ζυμομύκητες αλκοολικής ζύμωσης (*Saccharomyces Kefir*). Οι κόκκοι κεφίρ λαμβάνονται από το σπογγώδες υμένιο (κρούστα) που σχηματίζεται μετά από 2-3 εβδομάδες στα εσωτερικά τοιχώματα ενός ασκού στον οποίο έχουν προστεθεί γάλα και ένα κομμάτι στομαχιού προβάτου (ή μοσχαριού) το οποίο προκαλεί την πήξη του γάλατος με τα ένζυμα που περιέχει. Το σχήμα των κόκκων του κεφίρ, μοιάζει χαρακτηριστικά με «μανιτάρι» και καλείται *zoogloeae*. Καταναλώνεται παραδοσιακά στη Ρωσία, στις περιοχές του Καύκασου (Kudayarova & Gilmutdinova & Yamaletdinov et al, 2010).

3.2.5 Γιαούρτι

Το γιαούρτι είναι ένα κρεμώδες τρόφιμο που παράγεται από γάλα που έχει υποστεί ζύμωση. Έχει απαλή υφή και ελαφρώς όξινο άρωμα χάρη στο γαλακτικό οξύ που περιέχει. Το γιαούρτι έχει υψηλή θρεπτική αξία και μπορεί να παραχθεί από γάλα αγελάδας, προβάτου, κατσίκας και βουβάλου (Καραουλάκης, 2005).

3.2.6 DAHI

Ένα μεγάλο μέρος των γαλακτοκομικών προϊόντων αναπτύχθηκαν από νομαδικές εκτροφές βοοειδών στην Ασία. Σχεδόν κάθε πολιτισμός έχει αναπτύξει ζύμωση κάποιου τύπου γάλακτος. Dahi ονομάζεται το δημοφιλές ινδικό προϊόν ζύμωσης που παρασκευάζεται από το γάλα βουβαλιού, το οποίο είναι ανάλογο με το απλό γιαούρτι σε εμφάνιση και συνοχή. (Yegna Narayan Aiyar, A.K, 2003)

Τα θεραπευτικά αποτελέσματα του dahi έχουν αναγνωρισθεί από τον λαό της Ινδίας εδώ και πάρα πολλά χρόνια , αλλά η επιστημονική επικύρωση του γεγονότος αυτού έχει συμβεί μόνο τις τελευταίες δεκαετίες. Ως αποτέλεσμα, το dahi και τα σχετικά με αυτό προϊόντα κερδίζουν συνεχώς μεγαλύτερη δημοτικότητα ως λειτουργικά τρόφιμα. Η χρήση των προβιοτικών που περιέχονται στο dahi και συμβάλλουν στην θεραπεία των ασθενειών του εντέρου ή στην προαγωγή της γενικής υγείας του

πληθυσμού, δεν έχει λάβει επαρκή προσοχή στην Ινδία. Απαιτούνται περισσότερες κλινικές δοκιμές, στις οποίες εμπλέκονται ανθρώπινοι εθελοντές για να αποδειχθούν οι θεραπευτικές πτυχές του dahi (Mudgal & Prajati, 2017).

3.2.7 Viili

Το Viili είναι ένα μοναδικό παχύρρευστο γάλα που έχει υποστεί ζύμωση χωρίς στάρπη, το οποίο συναντάται στις Σκανδιναβικές χώρες. Πιστεύεται ότι προέρχεται από τη Σουηδία, ωστόσο, σήμερα συναντάται κυρίως στη Φινλανδία, όπου θεωρείται σε μεγάλο βαθμό ως εθνικός θησαυρός. Αυτό το γάλα που έχει υποστεί ζύμωση καταναλώνεται συνήθως στο πρωινό και είναι επίσης ένα δημοφιλές σνακ για παιδιά και ηλικιωμένους στη Φινλανδία. Το προϊόν καταναλώνεται μόνο του ή με δημητριακά, μούσλι ή φρούτα. Ένας παραδοσιακός τρόπος κατανάλωσης είναι η ανάμιξη του με κανέλα και ζάχαρη. Η μοναδική του, κολλώδης υφή, οφείλεται στη ζύμωση του με το *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*. Το Viili θεωρείται ότι εμφανίζει πολλά οφέλη για την υγεία, συμπεριλαμβανομένων αντιοξειδωτικών, αντιφλεγμονωδών, αντι-καρκινογόνων, αντιγηραντικών και ανοσορρυθμιστικών δραστηριοτήτων. Το Viili κατασκευάστηκε ιστορικά σε αγροκτήματα με μεγάλους ξύλινους κουβάδες και με μαγειρικά σκεύη στο σπίτι. Η βιομηχανική κατασκευή του Viili ξεκίνησε στη Φινλανδία τη δεκαετία του 1950.

Η ετήσια κατανάλωση ανέρχεται σε περισσότερα από 4,5 κιλά / κατά κεφαλή, παρόλο που η μέση κατανάλωση στην πραγματικότητα μειώθηκε, λόγω του ευρύτερου φάσματος γαλακτοκομικών προϊόντων στην αγορά (Luo & Deng, 2016). Οι κυριότεροι προβιοτικοί οργανισμοί στο viili είναι βακτήρια, μύκητες και ζύμες που παρέχουν θετικά οφέλη για την υγεία, ειδικά για το πεπτικό σύστημα. Το viili παρουσιάζει υψηλό πληθυσμό συμβιωτικών βακτηρίων, ζυμομυκήτων και μυκήτων που δρουν συνεργικά. Περιέχει πολλά βακτήρια γαλακτικού οξέος (LAB) συμπεριλαμβανομένων των *L. lactis* sub sp. *cremoris*, *L. lactis* sub sp. *Biovar Lactis*, *Diacety lactis*, και *Leuconostoc mesenteries* subsp. *cremoris*. Τα *cremoris* βακτήρια παράγουν ένα χαρακτηριστικό ετεροπολυσακχαρίτη που περιέχει φωσφορικό άλας ή EPS1. Αυτά τα στελέχη LAB είναι επίσης υπεύθυνα για τη ζύμωση γαλακτικού οξέος, καθώς και για τον σχηματισμό αρώματος κιτρικών. Επιπλέον, οι παραδοσιακές

καλλιέργειες viili περιέχουν επίσης στελέχη ζύμης, όπως *Kluveromyces marxianus* και *Pichia fermentans*. Ο ρόλος των ζυμομυκήτων στη ζύμωση του viili αρχικά είναι ελάχιστος, αλλά στο τέλος της ζύμωσης, ή καθώς αυξάνεται η λακτόζη ή η γλυκόζη, μπορεί να παραχθεί μικρή ποσότητα αιθανόλης, η οποία μπορεί να γίνει αισθητή από το οσφρητικό σύστημα (Luo & Deng, 2016)

3.2.8 Amasi

Το amasi είναι ένα παραδοσιακό γαλακτοκομικό προϊόν που παράγεται με ζύμωση από τους νοτιοαφρικανικούς πληθυσμούς. Η παραγωγή του γίνεται κυρίως σε οικιακή κλίμακα και αποτελεί ένα οικονομικά και θρεπτικά σημαντικό συστατικό της τοπικής διατροφής των αγροτικών περιοχών. Το amasi είναι ένα ιστορικά σημαντικό προϊόν και εξακολουθεί να παράγεται και να καταναλώνεται συνήθως από οικογένειες που εκτρέφουν βοοειδή. Τα νοικοκυριά χρησιμοποιούν παραδοσιακές αρχές ζύμωσης γάλακτος για να παράγουν συνεχή τροφοδοσία amasi,. Η διάρκεια και η θερμοκρασία της ζύμωσης τροποποιείται ανάλογα τις προτιμήσεις για την υφή και τη ρευστότητα του προϊόντος. Η ποιότητα, η πικρία και η ποσότητα του amasi επηρεάζονται επίσης από την εποχιακή σύνθεση, τον όγκο και τη διαθεσιμότητα φρέσκου γάλακτος σε κάθε νοικοκυριό (Osvik et al.,2013). Τα κυριότερα βακτήρια που συμμετέχουν στη ζύμωση του amasi είναι LAB. Επιπλέον, έχουν εντοπιστεί σε μελέτες είδη που ανήκουν στην οικογένεια Enterobacteriaceae, μερικά από τα οποία συχνά σχετίζονται με μόλυνση από ανθρώπινες, περιβαλλοντικές και ζωικές πηγές. Η ανίχνευση αυτών των βακτηριακών ειδών στο γάλα που έχει υποστεί ζύμωση σε διάφορες περιοχές της Αφρικής δεν είναι απροσδόκητη, καθώς το γάλα παράγεται χωρίς κανένα έλεγχο ασφάλειας τροφίμων (Osvik et al.,2013).

3.2.9 Βουτυρόγαλα

Το βουτυρόγαλα (buttermilk) προέρχεται από την επεξεργασία της κρέμας γάλακτος για την παραγωγή βουτύρου, και ουσιαστικά είναι ο ορός που περισσεύει όταν απομακρυνθεί το βούτυρο. Το παραδοσιακό βουτυρόγαλα προέρχεται από τη ζύμωση του παστεριωμένου άπαχου γάλακτος με γαλακτικά βακτήρια (*Lactobacillus lactis*

subsp. lactis, *Lactobacillus lactis* subsp. cremoris, and *Lactobacillus lactis* subsp. lactis biovar. diacety lactis, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. cremoris) και έχει υφή πιο πηκτή από το γάλα και υπόξινη γεύση (Osvik et al.,2013).

3.2.10 Τυρί

Το τυρί είναι γνωστό στον άνθρωπο εδώ και χιλιετίες και αποτελεί το υποπροϊόν του γάλακτος με τη μεγαλύτερη ποικιλία ειδών παγκοσμίως. Το τυρί παρασκευάζεται από γάλα διαφόρων θηλαστικών. Το γάλα αρχικά βράζεται ή παστεριώνεται και έπειτα προστίθεται η πυτιά. Μετά από ανάδευση προστίθενται και άλλες χημικές ουσίες και στη συνέχεια το υλικό που έχει πήξει διαχωρίζεται από το αραιό γάλα. Το αραιό γάλα λέγεται συνήθως τυρόγαλο και το πηγμένο υλικό τυρόπηγμα. Στη συνέχεια, η διαδικασία διαφοροποιείται ανάλογα με τον τύπο του τυριού που πρόκειται να παρασκευαστεί. Στα πλαίσια των διαδικασιών διαφοροποίησης των τυριών γίνεται και οι προσθήκη των κατάλληλων καλλιιεργειών βακτηρίων, τα οποία επιτελούν ζυμώσεις κατά τη διάρκεια ωρίμανσης των τυριών. Τα είδη των τυριών είναι: - Μαλακά (φέτα, κοπανιστή, camembert, brie) - Μαλακά τυρογάλακτος (μυζήθρα, μανούρι, ανθότυρο, ρικότα) - Μαλακά τυριά χωρίς ωρίμανση (cottage, τυρί κρέμα, quark) - Ημίσκληρα (έμενταλ, γκούντα, ένταμ, ροκφόρ) - Σκληρά (κασέρι, τσένταρ, γραβιέρα) - Πολύ σκληρά (κεφαλοτύρι, παρμεζάνα) (Osvik et al.,2013).

3.2.11 Φέτα

Η φέτα είναι ένα μαλακό τυρί, ωριμασμένο και διατηρημένο σε άλμη. Έχει αλμυρή, ελαφρώς όξινη γεύση και ευχάριστες οργανοληπτικές ιδιότητες. Παρασκευάζεται παραδοσιακά από πρόβειο γάλα, το οποίο δίνει την καλύτερη ποιότητα τυριού. Καλής ποιότητας φέτα μπορεί να παρασκευαστεί και από μίγματα πρόβειου και κατσικίσιου γάλακτος, αρκεί το κατσικίσιο γάλα να μην υπερβαίνει το ποσοστό του 20-30% στο προϊόν, ενώ η φέτα που γίνεται αποκλειστικά από κατσικίσιο γάλα είναι πιο σκληρή και έχει πιο έντονη γεύση. Κάποιες φορές, και ιδιαίτερα σε περιόδους μεγάλης ζήτησης της φέτας, χρησιμοποιείται και γάλα αγελάδας για την παραγωγή της, αλλά η ποιότητα του τυριού που λαμβάνεται είναι διαφορετική από εκείνη της παραδοσιακής

φέτας, όσον αφορά την εμφάνιση και τις οργανοληπτικές ιδιότητες. Το μεγαλύτερο ποσοστό της παραγόμενης φέτας γίνεται από παστεριωμένο γάλα σε οργανωμένα τυροκομεία, με τη χρήση καλλιεργείων γαλακτικού οξέος. Διάφοροι εκκινητές έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία, ωστόσο τα περισσότερα τυροκομεία χρησιμοποιούν καλλιέργειες γιαουρτιού σε ποσοστό 0,3-0,5%, όχι μόνο λόγω των επιθυμητών αποτελεσμάτων που επιτυγχάνονται, αλλά και χάρη στην ευκολότερη προετοιμασία και συντήρησή του. Η φέτα είναι πλούσια σε ασβέστιο, πρωτεΐνες, φώσφορο, καλά λιπαρά και το προβιοτικό *Lactobacillus plantarum*, γνωστό για την ενίσχυση του ανοσοποιητικού και την βελτιστοποίηση της λειτουργίας του εντερικού συστήματος (Osvik et al.,2013).

3.2.12 Mozzarella

Το τυρί Mozzarella είναι μία μαλακή, άγουρη ποικιλία τυριού της οικογένειας *Pasta-filata*, η οποία είχε την καταγωγή της στην περιοχή *Battipaglia* της Ιταλίας και παραδοσιακά παρασκευαζόταν από βουβαλίσιο γάλα. Το τελικό προϊόν είναι ελαφρώς αλατισμένο, λευκό, μαλακό, με επιφανειακή γυαλάδα και έχει μία μοναδική ελαστικότητα. Το τυρί Mozzarella οφείλει τα χαρακτηριστικά του κυρίως στη δράση του γαλακτικού οξέος στο παρακαζεϊνικό όξινο ασβέστιο. Το καθαρό λευκό χρώμα είναι η βασική απαίτηση του συγκεκριμένου τυριού, για αυτό και το βουβαλίσιο γάλα είναι προτιμότερο από το αγελαδινό. Υπάρχουν πολλές ποικιλίες του τυριού όπως *Fiordi Latte Mozzarella*, *Mozzarella di Bufala*, *Stracciatella*, *Burrata*, *Bocconcini* και *Nodini*. Από άποψη θρεπτικής αξίας, το τυρί Mozzarella είναι πλούσιο σε τρυπτοφάνη, βιταμίνη B12, φώσφορο, ασβέστιο, βιταμίνη A, ενώ περιέχει και ένα αρκετά ικανοποιητικό ποσοστό πρωτεΐνης (Osvik et al.,2013).

3.2.13 Κεφαλοτύρι

Το κεφαλοτύρι ανήκει στα σκληρά τυριά και παράγεται συνήθως από αιγοπρόβειο γάλα, αλλά καλύτερης ποιότητας τυρί δίνει το πρόβειο γάλα. Η πυτιά που χρησιμοποιείται είναι η χυμοσίνη, η οποία αρχικά διαλύεται σε λίγο νερό και έπειτα προστίθεται στο γάλα στους 35°C, όπου και αφήνεται μέχρι να πήξει. Καθώς συνεχίζεται αυτή η διαδικασία το γάλα γίνεται πιο στερεό, μέχρι να πάρει τη μορφή τυροπήγματος και έπειτα διαχωρίζεται σε κόκκους με ειδικά μαχαίρια και αναδεύεται έως ότου απομακρυνθεί από αυτό το τυρόγαλα. Στη συνέχεια τα τυρόπηγμα

τοποθετείται μέσα σε καλούπια και ακολουθεί η τοποθέτηση των τυριών σε άλμη για τέσσερις μέρες. Τελευταία είναι η διαδικασία της ωρίμανσης και του αλατίσματος και ακολουθεί ο επιφανειακός καθαρισμός του τυριού και η συντήρηση σε ψυγείο για τους τρεις μήνες που απαιτεί η νομοθεσία (Osvik et al.,2013).

3.2.14 Γραβιέρα

Η γραβιέρα είναι ένα σκληρό τυρί που χαρακτηρίζεται από εμφανείς τρύπες, οι οποίες δημιουργούνται από το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται από την προπιονική ζύμωση των βακτηρίων, και είναι παρόμοιο με το Ελβετικό τυρί Gruyere. Η γραβιέρα παρασκευάζεται κυρίως από αγελαδινό γάλα, αλλά στην Ελλάδα χρησιμοποιείται αρκετά το πρόβειο και αιγοπρόβειο γάλα, τα οποία δίνουν και προϊόν ανώτερης γεύσης από ότι το αγελαδινό (Osvik et al.,2013).

3.2.15 Παρμεζάνα

Η παρμεζάνα είναι ένα σκληρό τυρί με αμμώδη υφή, που χαρακτηρίζεται από ξηρή και φρουτώδη γεύση. Σύμφωνα με την ονομασία ΠΟΠ, για να ονομαστεί ένα τυρί Παρμεζάνα, πρέπει να παράγεται από γάλα αγελάδων που βόσκουν σε φρέσκο χόρτο και σανό. Το τυρί παρμεζάνα είναι πολύ καλή πηγή πρωτεΐνης και λίπους. Είναι πλούσιο σε βιταμίνες και μέταλλα όπως ασβέστιο, βιταμίνη Α, βιταμίνες Β6 και Β12, φώσφορο, ψευδάργυρο και χαλκό (Osvik et al.,2013).

3.2.16 Cheddar

Το τυρί cheddar είναι το πιο ευρέως αγορασμένο και καταναλωμένο τυρί παγκοσμίως και παρασκευάζεται πάντα από αγελαδινό γάλα. Είναι ένα σκληρό τυρί με ελαφρώς εύθρυπτη υφή αν ωριμάσει σωστά και αν είναι πολύ νεαρό, η υφή είναι λεία (Osvik et al.,2013).

3.2.17 Provolone

Το Provolone είναι ένα ιταλικό τυρί που παρασκευάζεται από αγελαδινό γάλα και περιέχει υψηλές ποσότητες ασβεστίου και πρωτεΐνης, ενώ παράλληλα είναι πλούσιο σε νάτριο. Ταξινομείται με δύο τρόπους, είτε ως provolone dolce, είτε ως provolone piccante. Το provolone dolce παρασκευάζεται από πυτιά μοσχαριού, παλαιώνει για

δύο έως τρεις μήνες και έχει μια γλυκιά, βουτυρώδη γεύση. Το provolone piccante συνήθως παρασκευάζεται από πυτιά κατσίκας ή αρνιού, παλαιώνει από τέσσερις μήνες έως ένα χρόνο και παίρνει την έντονη, πικάντικη γεύση του από τα ένζυμα που χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγή (Osvik et al.,2013).

3.2.18 Ανεβατό

Το ανεβατό είναι ένα λευκό, μαλακό τυρί με κοκκώδη υφή και ελαφρώς ξινή, δροσερή και λίγο αλμυρή γεύση. Παράγεται από κατσικίσιο ή πρόβειο γάλα, είτε από μίξη και των δύο. Είναι πλούσιο σε νάτριο, κάλιο, πρωτεΐνες, βιταμίνη D, ασβέστιο και μαγνήσιο, αλλά και άλλες βιταμίνες και ιχνοστοιχεία (Osvik et al.,2013).

3.2.19 Γαλοτύρι

Το γαλοτύρι είναι ένα λευκό, μαλακό τυρί, που παρασκευάζεται κυρίως από παστεριωμένο πρόβειο ή κατσικίσιο γάλα, είτε από μίξη και των δύο. Έχει ελαφρώς όξινη και αλμυρή γεύση και είναι ένα τυρί με χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος και ασβέστιο, αλλά είναι ένα προϊόν με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (Osvik et al.,2013).

3.2.20 Τυρί Roquefort

Το Roquefort είναι ένα δημοφιλές γαλλικό τυρί, που σπάει εύκολα σε μικρά κομμάτια, είναι υγρό και παρασκευάζεται από πρόβειο γάλα και αφού προηγηθεί ωρίμανση 3-5 μηνών, το τυρί είναι κρεμώδες και χαρακτηρίζεται από πικάντικη, αλμυρή γεύση. Το Roquefort ανήκει στην ομάδα των μπλε τυριών, λόγω των μπλε φλεβών που δημιουργούνται από την ανάπτυξη του *Penicillium roqueforti*, το οποίο προστίθεται στο τυρόπηγμα, ή εισάγεται μέσα από τρύπες που ανοίγονται στη φλούδα (Osvik et al.,2013).

3.2.21 Τυρί Brie

Το Brie είναι το πιο γνωστό γαλλικό τυρί και αποκαλείται αλλιώς «Η βασίλισσα των τυριών». Είναι ένα μαλακό τυρί που παράγεται από πλήρες ή ημιαποβουτυρωμένο αγελαδινό γάλα. Η πυτιά προστίθεται στο νωπό γάλα και θερμαίνεται σε

θερμοκρασία 37°C για να ληφθεί το τυρόπηγμα. Στη συνέχεια το τυρί χύνεται σε καλούπια, πολλές στρώσεις τυριού γεμίζονται στο καλούπι και στη συνέχεια διατηρούνται για περίπου 18 ώρες. Μετά το πέρας αυτής της διαδικασίας, το τυρί αλατίζεται και παλαιώνεται για τουλάχιστον τέσσερις εβδομάδες. Το Brie έχει ελαφρώς ανοιχτό χρώμα, με μία γκριζωπή απόχρωση κάτω από τη φλούδα και η γεύση του ποικίλλει ανάλογα με τα συστατικά που προστίθενται σε αυτό κατά την παραγωγή του (Osvik et al.,2013).

3.2.22 Κρέμα γάλακτος

Το προϊόν της κρέμας γάλακτος, ή αλλιώς γνωστό και ως αφρόγαλα, αποτελεί το ημίρρευστο λιπαρό προϊόν το οποίο εντοπίζεται στην επιφάνεια του γάλακτος, εφόσον αυτό, εκλείψει από την φάση της ανάπαυσης για μεγάλο χρονικό διάστημα ή εάν υποστεί την διαδικασία της φυγοκέντρισης. Η σύσταση της κρέμας γάλακτος αποτελεί συνάρτηση της λιποπεριεκτικότητάς της. Έτσι αναλογικά, όσο μεγαλώνει η λιποπεριεκτικότητα, τόσο μικραίνουν τα υπόλοιπα συστατικά της, όπως είναι η λακτόζη, οι πρωτεΐνες και τα άλατα. Η περιεκτικότητα της κρέμας γάλακτος σε λίπη, παίρνει τιμές μεταξύ 10 και 40% ενώ η οξύτητα η οποία επιτρέπεται οριοθετείται σε ποσότητα η οποία θα πρέπει να είναι μικρότερη από 9 °SH ή 20 °D (Domic), υπολογισμένη σε ουσία χωρίς λίπος (Ζερφυρίδης, 1996). Η κρέμα γάλακτος διοχετεύεται στο εμπόριο με τις εξής μορφές (Καμινναρίδης & Μοάτσου, 2009):

- ✓ Η παστεριωμένη κρέμα γάλακτος, η οποία διατηρείται για μόλις δέκα (10) ημέρες εντός του ψυγείου.
- ✓ Η αποστειρωμένη κρέμα γάλακτος, η οποία διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα, συνήθως κάποιοι μήνες.
- ✓ Η κατεψυγμένη κρέμα γάλακτος, η οποία αφορά συνήθως, ζαχαροπλαστική ή τις βιομηχανίες τροφίμων και παγωτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ ΓΙΑΟΥΡΤΙ

4.1 Ορισμός

Το γιαούρτι είναι ίσως το πιο δημοφιλές προϊόν ζυμωμένου γάλακτος. Η λέξη προέρχεται από την τουρκική λέξη: *yoğurt* και σχετίζεται συνήθως με το ρήμα *yoğurmak* που σημαίνει "να ζυμώνεται" ή "να πήξει". Παράγεται σε ποικίλες συνθέσεις (περιεκτικότητα σε λίπος και ξηρή ουσία), είτε σε απλή, είτε σε πιο σύνθετες, με προσθήκη ουσιών όπως φρούτα, ζάχαρη και παράγοντες πηκτωματοποίησης. Το βασικό μίγμα μικροβιακών καλλιέργειών που λαμβάνουν μέρος στην ζύμωση αποτελείται από τα θερμοφιλά βακτήρια *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*. Για να αναπτυχθεί μία ικανοποιητική γεύση στο τελικό προϊόν, πρέπει να υπάρχουν περίπου ίσοι αριθμοί αμοφτέρων των ειδών. Αξίζει να σημειωθεί ότι καθένα εξ αυτών έχει ενθαρρυντική επίδραση στην ανάπτυξη του άλλου (Walstra et al, 2006).

Το γιαούρτι αποτελεί μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες κατηγορίες τροφίμων στον κόσμο. Είναι μια πολύ θρεπτική και εύπεπτη τροφή, κατάλληλη για όλες τις ηλικίες και φυσικά για όλες τις φάσεις της ανάπτυξης. Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και ποτών (Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών, 2009), το γιαούρτι (πλήρες ή κατά περίπτωση ημιαποβουτυρωμένο), χαρακτηρίζεται το προϊόν, το οποίο προκύπτει μετά από πήξη αποκλειστικά και μόνο νοπού γάλακτος της αντίστοιχης προς την ονομασία φύσης και προέλευσης, με την επίδραση καλλιέργειας ζύμης που προκαλεί ειδική για αυτό ζύμωση.

Ο Codex Alimentarius το 1992 περιγράφει το γιαούρτι ως προϊόν πηγμένου γάλακτος, που προκύπτει από την ζύμωση των σακχάρων του προς γαλακτικό οξύ, από τα βακτήρια *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*. Οι συγκεκριμένοι μικροοργανισμοί θα πρέπει να είναι ζωντανοί, ενεργοί και άφθονοι στο τελικό προϊόν καθώς στην δράση τους οφείλονται οι ευεργετικές ιδιότητες του γιαουρτιού. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα διαδραματίζουν έναν σημαντικό ρόλο στις περισσότερες διατροφικές συστάσεις, καθώς παρέχουν ένα συνδυασμό απαραίτητων θρεπτικών συστατικών και βιοενεργών συστατικών για την υγεία, τα οποία είναι δύσκολο να ληφθούν από δίαιτες με μηδενική ή περιορισμένη κατανάλωση των γαλακτοκομικών προϊόντων. Η συμβολή των γαλακτοκομικών

προϊόντων να παρέχουν τη συνιστώμενη πρόσληψη ασβεστίου, καθιστά την κατανάλωσή τους απαραίτητη. Εκτός από το ασβέστιο, τα γαλακτοκομικά προϊόντα συγκεντρώνουν πολλά, άλλα θρεπτικά στοιχεία. Αποτελούν μία καλή πηγή υψηλής ποσότητας σε πρωτεΐνη, κάλιο, μαγνήσιο, φώσφορο, ψευδάργυρο, σελήνιο, βιταμίνη Α, ριβοφλαβίνη, θειαμίνη, βιταμίνη Β-12 και βιταμίνης D (όταν πρόκειται για εμπλουτισμένα). Όμως δεν είναι όλα τα γαλακτοκομικά προϊόντα το ίδιο πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Η περιεκτικότητα σε ασβέστιο στα μαλακά τυριά για παράδειγμα, στα οποία το πήγμα διαμορφώνεται με οξύ, ανάγεται επειδή κάποια ποσότητα του ασβεστίου χάνεται στον ορό γάλακτος. Επίσης, οι θρεπτικές ουσίες αραιώνονται για την κατασκευή του παγωτού από την προσθήκη του λίπους και της ζάχαρης (Weaver , 2014).

4.2 Ιστορία

Η δημοτικότητα του γιαουρτιού είναι μία εντελώς πρόσφατη εξέλιξη στην Αμερική και στη Δυτική Ευρώπη. Πρόκειται για μια από τις αρχαιότερες τροφές που γνωρίζει ο άνθρωπος, και που υπήρξε βασικό τρόφιμο στη νοτιοανατολική Ευρώπη, τη Μέση Ανατολή, την Κεντρική Ασία και τμήματα της Άπω Ανατολής, για χιλιάδες χρόνια. Οι αναφορές στο γιαούρτι αφθονούν στα γραπτά ντοκουμέντα των Αιγυπτίων Φαραώ και το προτιμούσαν επίσης ιδιαίτερα οι Ισραηλίτες. Οι Έλληνες γνώριζαν το γιαούρτι και ήταν ενημερωμένοι για τις υγιεινές του ιδιότητες. Ο ιστορικός Ηρόδοτος, που έζησε στον 5ο αιώνα π.Χ. μνημονεύει το γιαούρτι, καθώς και ο περίφημος γιατρός του 1ου, 2ου π.Χ. αιώνα Γαληνός, που εκθείαζε τη μαλακτική και καθαρτική επίδραση στα έντερα. Το γιαούρτι απολάμβαναν επίσης και οι Ρωμαίοι. Ο λόγιος και φυσιοδίφης Πλίνιος ο πρεσβύτερος, που έζησε στον 1ο μ.Χ. αιώνα, ήταν ένας από τους ενθουσιώδεις καταναλωτές του. Το γιαούρτι εκτιμούνταν πάρα πολύ και από τον μεσαιωνικό αραβικό κόσμο (Weaver , 2014).

Ένα επιστημονικό βιβλίο που είδε το φως στη Δαμασκό, το 633, εξυμνεί τις θεραπευτικές του ιδιότητες. Χωρίς αμφιβολία, το γιαούρτι, υπήρχε πολλά χρόνια πριν οι άνθρωποι γράψουν γι' αυτό. Είναι πολύ πιθανό ότι η ανακάλυψη του έγινε τυχαία. Γενικά πιστεύεται ότι πρωτοεμφανίστηκε στη Μέση Ανατολή, κάπου στην περιοχή

της σημερινής Τουρκίας, ή ίσως στη γειτονική Περσία. Υπάρχουν πολλές θεωρίες σχετικά με το πως πρωτοδημιουργήθηκε. Μια από αυτές, τοποθετεί την αρχή της ανακάλυψης του γιαουρτιού κάπου στη νεολιθική εποχή (στο 10.000 π.Χ. περίπου), όταν ο άνθρωπος πρωτόμαθε το άρμεγμα των ζώων. Κάποιο πήλινο δοχείο γεμάτο γάλα που έτυχε να ζεσταθεί τυχαία για κάμποσες ώρες σε μια γωνία, μετατράπηκε, σε "κεσέ" με γιαούρτι. Ο συνδυασμός του θερμού κλίματος της Μέσης Ανατολής και η απουσία υγιεινών συνθηκών προσφέρουν ένα γόνιμο περιβάλλον στους βακίλους του γιαουρτιού για να υπάρξουν και να πολλαπλασιαστούν με φυσικό τρόπο. Οποιοσδήποτε όμως και αν υπήρξαν οι περιστάσεις μέσα στις οποίες ανακαλύφθηκε, γρήγορα διαπιστώθηκε πως το γιαούρτι, εκτός από την ευχάριστη γεύση του, ήταν ένας υπέροχος τρόπος διατήρησης του γάλακτος. Είναι πιθανό, οι πρώτοι βοσκοί να έμαθαν να βράζουν το γάλα, να το μολιάζουν έπειτα με λίγο γιαούρτι από την προηγούμενη πήξη και να το διατηρούν ζεστό σκεπάζοντάς το ίσως με δέρματα ζώων. Με τον τρόπο αυτό, σύντομα η τροφή αυτή θα πρέπει να έγινε βασικό στοιχείο της δίαιτάς τους (Weaver , 2014).

Πιστεύεται ότι η χρήση του γιαουρτιού εξαπλώθηκε από τη Μέση Ανατολή σε πιο μακρινές περιοχές με την εξέλιξη του εμπορίου και τη διεξαγωγή πολέμων, ενώ άλλα προϊόντα, συγγενή του γιαουρτιού, θα πρέπει επίσης να ανακαλύφθηκαν, ανεξάρτητα από άλλους λαούς, που χρησιμοποιούσαν το γάλα των ζώων στη διατροφή τους. Μια Περσική εισβολή χρησίμευσε στην εισαγωγή του γιαουρτιού στην Ινδία, όπου πολύ γρήγορα έγινε δημοφιλές. Αναμιγμένη με μέλι, θεωρείτο ως τροφή των Θεών από τους γιόγκι, οι οποίοι, από το 500 ακόμη π.Χ. είχαν αναπτύξει αυστηρούς κανόνες για την κατανάλωση της τροφής και του ποτού. Στον 7ο αιώνα μ.Χ. οι Βούλγαροι, ασιατικοί νομάδες, εγκαταστάθηκαν στα Βαλκάνια, φέρνοντας μαζί τους το γιαούρτι. Ο τεράστιος στρατός του Μογγόλου κατακτητή Τζένγκις Χαν χρησιμοποιούσε γιαούρτι για να διατηρεί το κρέας και τρεφόταν αποκλειστικά με αυτό, όπου δεν υπήρχε διαθέσιμη άλλη τροφή. Η εισαγωγή του γιαουρτιού στη Δυτική Ευρώπη λέγεται ότι έγινε στο δέκατο έκτο αιώνα. Ο Γάλλος βασιλιάς Φραγκίσκος Α', καταπονημένος σοβαρά από μια εντερική αρρώστια, ξαναβρήκε την υγεία του από έναν Κωσταντινοπολίτη θεραπευτή, που κατέφθασε πεζός μ' ένα κοπάδι πρόβατα και γίδια. Ο πρωτότυπος αυτός γιατρός παρασκεύασε γιαούρτι, που από όταν το έφαγε ο μονάρχης δεν άργησε να

θεραπευτεί. Φαίνεται πως αυτό το γεγονός στάθηκε η αιτία να ονομάζουν οι Γάλλοι το γιαούρτι "το γάλα της αιώνιας ζωής". Στην πραγματικότητα, το γιαούρτι υπήρχε στα μοναστήρια της Δυτικής Ευρώπης πριν από τον 16ο αιώνα αλλά μπορεί να μην ήταν γνωστό στον περισσότερο κόσμο.

Ωστόσο, ο γιαούρτι ελάχιστα ήταν γνωστό στη δύση έως ακόμη τις δεκαετίες του 1920 και 1930. Η προετοιμασία του εδάφους για την εμπορική παραγωγή του γιαουρτιού άρχισε από έναν διακεκριμένο Γάλλο ρωσικής καταγωγής, βακτηριολόγο τον Δρα Μέτσνικοφ (1844 - 1916), διευθυντή του Ινστιτούτου Παστέρ, στο Παρίσι, και βραβευμένο με το βραβείο Νόμπελ της φυσιολογίας και της ιατρικής του 1908, για το έργο του πάνω στις ιδιότητες των λευκών αιμοσφαιρίων να καταπολεμούν τις μολύνσεις. Οι έρευνες του Μέτσνικοφ πάνω στο πρόβλημα του πρώιμου γήρατος στους ανθρώπους, τον οδήγησαν στη μελέτη του τρόπου ζωής και της διαίτας των Βούλγαρων (Weaver, 2014).

Στις αρχές του αιώνα μας, οι Βούλγαροι ήταν από τους φτωχότερους λαούς στον κόσμο, αλλά ο μέσος όρος ζωής τους, σύμφωνα με μια έκθεση της εποχής, ήταν ογδόντα επτά χρόνια (έναντι σαράντα οχτώ στις ΗΠΑ). Επιπλέον, η Βουλγαρία ξεπερνούσε κατά πολύ τα άλλα έθνη του πλανήτη στον αριθμό αιωνόβιων, σε σχέση με τον πληθυσμό της, περιλαμβανομένων και των Ηνωμένων Πολιτειών, που ακολουθούσαν πολύ πίσω από αυτήν. Παρόλο που από τη διαίτα τους έλειπαν μερικές τροφές που θεωρούνται ουσιώδεις από θρεπτική άποψη, οι τραχείς κάτοικοι αυτής της αγροτικής χώρας κατανάλωναν μεγάλες ποσότητες γιαουρτιού μαζί με λαχανικά, καρύδια και σκόρδα. Οι παρατηρήσεις του Μέτσνικοφ σε ότι αφορά τη ζωή των Βουλγάρων, τον οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι η ρωμαλεότητα και μακροβιότητα τους, οφειλόταν στο γιαούρτι. Στο εργαστήριό του πέτυχε να απομονώσει δύο τύπους βακίλων που είναι υπεύθυνοι για τη μετατροπή του γάλακτος σε γιαούρτι, κάνοντας έτσι δυνατή την παραγωγή του γιαουρτιού για εμπορικούς σκοπούς.

Με το πέρασμα των αιώνων, αποδόθηκε στο γιαούρτι ένας σημαντικός αριθμός ευεργετικών χαρακτηριστικών. Φημίζεται λόγου χάρη, ότι παρατείνει τη ζωή, αυξάνει τη σεξουαλική ικανότητα, καλμάρει τα ταραγμένα νεύρα και θεραπεύει ένα πλήθος ακόμη σημαντικές αρρώστιες, από δερματοπάθειες μέχρι γαστρεντερικές παθήσεις. Η σύγχρονη ιατρική επιστήμη απέδειξε ότι μερικοί απ' αυτούς τους ισχυρισμούς είναι

αβάσιμοι. Άλλοι αμφισβητούνται από διάφορους ερευνητές με αποτέλεσμα να δημιουργούνται έντονες συζητήσεις στον κόσμο των ιατρικών ερευνητών. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η θεωρία πως όταν τρώμε γιαούρτι, αποκαθιστούμε τους χρήσιμους γαλακτοβάκιλλους του εντέρου, που έχουν καταστραφεί από τη λήψη αντιβιοτικών, τα οποία, όπως είναι γνωστό, δεν σκοτώνουν μόνο τα βλαβερά μικρόβια αλλά και την ευεργετική χλωρίδα του εντέρου. Ένα άλλο, είναι ότι οι βάκιλοι του γιαουρτιού μπορούν να κατασκευάσουν βιταμίνη Β, όταν το γιαούρτι βρίσκεται μέσα στο έντερο. Το γιαούρτι είναι πραγματικά μια εξαιρετική τροφή. Παρασκευασμένη από γάλα, διαθέτει ιδεώδη σχεδόν θρεπτικά συστατικά, αλλά το τι ακριβώς περιέχει εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες (Weaver , 2014).

Συνήθως, στην Παρασκευή γιαουρτιού για το εμπόριο χρησιμοποιείται το γάλα της αγελάδας, αλλά το γάλα αυτό μπορεί να είναι πλήρες, λίγο ή πολύ αποβουτυρωμένο κ.τ.λ., με αποτέλεσμα να ποικίλλει, όχι μόνο στην περιεκτικότητα λιπαρών και θερμίδων αλλά και στην ποσότητα μερικών θρεπτικών στοιχείων. Επιπλέον, αν το γιαούρτι είναι καμωμένο από γάλα άλλων ζώων (προβάτων, αγελάδων, κασίκας κλπ.) ή ακόμα και από το γάλα της σόγιας, οι θρεπτικές του ιδιότητες μπορεί να διαφέρουν πάρα πολύ. Επίσης ένας σημαντικός παράγοντας που κάνει το γιαούρτι να διαφέρει, είναι η διαίτα των ζώων από τα οποία προέρχεται το γάλα, καθώς και το περιβάλλον.

Όταν το γιαούρτι - όπως και το γάλα - στερείται ορισμένων ουσιωδών θρεπτικών στοιχείων, δεν μπορεί να θεωρείται από μόνο του πλήρης τροφή, αλλά μάλλον ένα συστατικό μιας καλά ισορροπημένης διαίτας. Αυτή η σπουδαιότητα του, αναγνωρίστηκε στις αρχές του αιώνα μας από τον Ινδό πολιτικό και πνευματικό ηγέτη Μαχάτμα Γκάντι, που επιδίωξε να βελτιώσει τις αξιοθρήνητες συνθήκες υποσιτισμού και πείνας του μεγαλύτερου μέρους του πληθυσμού της χώρας του. Στο βιβλίο του "Διαιτητική Μεταρρύθμιση", υπόδειχνε τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαν οι φτωχοί να βελτιώσουν το επίπεδο της διατροφής και της υγείας τους. Ανάμεσα στις τροφές που συνιστούσε με θέρμη ήταν και το γιαούρτι, στις ιδιότητες του οποίου αφιέρωσε ένα ολόκληρο δοκίμιο.

Ένα από τα πιο ευεργετικά χαρακτηριστικά του γιαουρτιού, είναι το ότι χωνεύεται ευκολότατα, πράγμα που το κάνει επιθυμητό από τους ανθρώπους με ευαίσθητο

στομάχι, που δυστυχώς είναι πάμπολλοι, και από τους αρρώστους ή τους αναρρωνύοντες. Έχει αποδειχθεί ότι η λακτόζη, το ζάχαρο που περιέχει το γάλα, δεν μπορεί να χωνευτεί από κάποια άτομα. Όταν όμως το γάλα ξινίσει, η λακτόζη υφίσταται μια χημική αλλαγή που έχει σαν αποτέλεσμα να μπορεί να τρώγεται σαν γιαούρτι χωρίς καμιά δυσκολία από άτομα με ευαισθησία στο γάλα. Κάτω από ομαλές συνθήκες, χρειάζονται 4 ώρες να χωνευτεί το γάλα, ενώ χρειάζεται μόνο μια ώρα για να απορροφηθούν οι βιταμίνες, τα μέταλλα και οι πρωτεΐνες του γιαουρτιού.

Η υψηλή περιεκτικότητα του γιαουρτιού σε ασβέστιο - όπως του γάλακτος - μπορεί να είναι ευεργετική στους ηλικιωμένους, που οι ιστοί των οστών τους έχουν γίνει λεπτοί, με αποτέλεσμα να σπάζουν εύκολα, να κυρτώνεται η σπονδυλική στήλη και να πέφτουν τα δόντια τους. Ακόμη, το ασβέστιο, πιστεύεται ότι ανακουφίζει τη νευρική υπερένταση. Έρευνες έδειξαν επίσης ότι το γιαούρτι, αν και θεωρείται ότι περιέχει υψηλά ποσοστά χοληστερίνης, όταν είναι παρασκευασμένο από πλήρες γάλα, περιέχει και ένα στοιχείο που εμποδίζει την παραγωγή χοληστερίνης και πραγματικά ελαττώνει το επίπεδό της στο αίμα. Παρά την αμφισβήτηση που περιλαμβάνουν πολλά από τα ευεργετήματα που απορρέουν από το βακτηριακό του περιεχόμενο, το γιαούρτι είναι σίγουρα μια υγιεινή θρεπτική και εύπεπτη τροφή με ευχάριστη γεύση. Η τρέχουσα δημοτικότητα του γιαουρτιού στη Δύση περιορίζεται ακόμη σε αυτό που ονομάζουμε υγιεινή τροφή. Μια τεράστια ποικιλία τροφίμων παρασκευασμάτων τα φαγητά, ορεκτικά, λιχουδιές, γλυκίσματα, ποτά, γίνονται και συνοδεύονται από γιαούρτι στα Βαλκάνια, τη Μέση Ανατολή, τον Καύκασο, την Ινδία και πολλές χώρες της Δύσης (Weaver , 2014).

4.3 Σύσταση του Γιαουρτιού

Ανεξαρτήτως της προέλευσης του γάλακτος που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για το γιαούρτι, τα κύρια συστατικά είναι ίδια. Αυτά είναι τα λιπαρά, οι πρωτεΐνες, τα σάκχαρα και τα ανόργανα άλατα. Ως επί το πλείστον, στη βιομηχανία χρησιμοποιείται αγελαδινό γάλα ως πρώτη ύλη για την παραγωγή γιαουρτιού. Όπως θα αναφερθεί και παρακάτω, στην παραγωγική διαδικασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί πλήρες, αποβουτυρωμένο ή μερικώς αποβουτυρωμένο γάλα, ή ακόμα και κρέμα

γάλακτος για την τυποποίηση των λιπαρών του τελικού παραγόμενου γιαουρτιού. Εκτός, από τα κύρια συστατικά, το γιαούρτι μπορεί να εμπλουτιστεί με πρόσθετα συστατικά, όπως:

- Βιταμίνη A, η ποσότητα της οποίας δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 2000 IU (International Units)/ 946mL
- Βιταμίνη D, η ποσότητα της οποίας δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 400 IU/946mL
- Γλυκαντικές ουσίες, όπως ζάχαρη, ιμβερτοσάκχαρο, ακατέργαστη ζάχαρη, μελάσα, σιρόπι καλαμποκιού υψηλής περιεκτικότητας σε φρουκτόζη, μαλτόζη, μέλι, φρούτα και άλλα.
- Διάφοροι σταθεροποιητές και άλλα συστατικά για βελτίωση της γεύσης, του αρώματος και του χρώματος (Weaver , 2014).

4.4 Δομή και Ιδιότητες Γιαουρτιού

Η φυσική δομή του γιαουρτιού είναι ένα δίκτυο συσσωματωμένων σωματιδίων καζεΐνης επί του οποίου, μέρος των πρωτεϊνών του ορού έχει καταβυθιστεί λόγω της θερμικής μετουσίωσής τους. Μέσα σε αυτό το δίκτυο περικλείονται σφαιρίδια λίπους και ορός γάλακτος. Οι μεγαλύτεροι πόροι του δικτύου είναι της τάξης των 10 μm. Η ύπαρξη ενός συνεχούς δικτύου, υποδηλώνει ότι το γιαούρτι είναι ένα πήκτωμα, ή ένα ιξωδοελαστικό υλικό που χαρακτηρίζεται από αρκετά μικρή τάση διαρροής (δηλαδή η ελάχιστη τάση που απαιτείται για μόνιμη παραμόρφωση του πήγματος, περίπου 100 Pa). Το γιαούρτι τύπου σετ και το αναμεμιγμένο γιαούρτι έχουν σημαντικές διαφορές στην υφή (Walstra et al, 2006).

➤ Ιξώδες Αναμεμιγμένου Γιαουρτιού

Το αναμεμιγμένο γιαούρτι πρέπει να είναι λείο και αρκετά παχύρευστο. Ένα υψηλής ποιότητας προϊόν θα πρέπει να έχει ινώδη μορφή καθώς ρέει, και να σχηματίζει μία λεπτή γραμμή. Ένας τρόπος προσδιορισμού του ιξώδους είναι με τη χρήση ενός κύπελλου Ford. Το κύπελλο Ford έχει ένα κωνικό κάτω άκρο, στο οποίο αφήνεται να ρέει το γιαούρτι. Το ιξώδες μετράται με βάση το χρόνο που απαιτείται για να βυθιστεί το κύπελλο Ford. Επίσης, το ιξώδες εξαρτάται και από το ρυθμό διάτμησης του

προϊόντος. Αν αρχικά εφαρμοστεί υψηλός ρυθμός διάτμησης και στη συνέχεια χαμηλότερη ταχύτητα διάτμησης, τότε το φαινόμενο ιξώδες θα μειώνεται διαρκώς και η ιξώδης συμπεριφορά του προϊόντος, θα προσεγγίζει αυτήν των νευτωνικών ρευστών. Επιπρόσθετα, το ιξώδες αυξάνεται με την αντίστοιχη αύξηση του περιεχόμενου υγρού (ορός γάλακτος) (Walstra et al, 2006).

➤ Συνεκτικότητα

Η συνεκτικότητα του σκευάσματος γιαουρτιού εκτιμάται, συνήθως, με τη βύθιση ενός αντικειμένου δεδομένου βάρους και διαστάσεων στο προϊόν γιαουρτιού για καθορισμένο χρόνο και εκφράζεται ως το αντίστροφο του βάθους διείσδυσης. Η συνεκτικότητα δεν σχετίζεται με το συντελεστή ελαστικότητας, αλλά με την τάση διαρροής.

➤ Συναίρεση

Η συναίρεση, οφείλεται κατά το πλείστον στην αναδιάταξη του δικτύου των συσσωματωμάτων της καζεΐνης, με αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των διασυνδέσεων μεταξύ των σωματιδίων. Το δίκτυο έπειτα τείνει να συρρικνώνεται, αποβάλλοντας έτσι το περιεχόμενο σε αυτό υγρό. Στο γιαούρτι η συναίρεση είναι ανεπιθύμητη. Η τάση να εμφανίζεται συναίρεση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία επώασης. Εάν το γάλα επωάζεται στους 20°C (με μεσόφιλα βακτήρια εκκίνησης) με σκοπό το σχηματισμό του πηγματος σε αυτή τη θερμοκρασία, δεν υπάρχει απολύτως καμία συναίρεση, ενώ όταν επωάζεται στους 32°C είναι δυνατή η συναίρεση. Κατά την επώαση στους 45°C, η συναίρεση μπορεί να αποτραπεί, μόνο εάν το γάλα έχει θερμανθεί εντατικά, εάν η περιεκτικότητά του σε καζεΐνη έχει αυξηθεί και εάν η θερμοκρασία αποθήκευσης του γιαουρτιού είναι χαμηλή. Ωστόσο, εάν η συσκευασία που περιέχει το προϊόν ανακινηθεί, έστω και ελαφρώς, κατά τη φάση σχηματισμού του πηγματος, τότε το πηγμα μπορεί να διαρρηχθεί και να προκύψει συναίρεση. Επιπλέον, συναίρεση είναι δυνατόν να προκύψει, εάν το pH κατά την επώαση μειωθεί κάτω από την τιμή 4,0 (Walstra et al, 2006).

4.5 Είδη Γιαούρτης

Η αυξανόμενη ζήτηση του γιαουρτιού και οι σύγχρονες απαιτήσεις των καταναλωτών καθώς και οι ανάγκες που έχει δημιουργήσει ο σύγχρονος τρόπος ζωής, έχουν ως αποτέλεσμα την δημιουργία ενός ευρέος φάσματος προϊόντων γιαουρτιού. Αυτό οδήγησε στην πρώτη εμφάνιση των προϊόντων γιαουρτιού με διάφορες γεύσεις και ακολούθησε η εμφάνιση γιαουρτιών με χαμηλά λιπαρά ή και καθόλου λιπαρά και τα προϊόντα ροφημάτων γιαούρτης. Μεταξύ των τύπων της γιαούρτης πρέπει να γίνεται διαχωρισμός έτσι ώστε τα προϊόντα που ανταποκρίνονται προς τον ορισμό του FAO/WHO (1997α) να χαρακτηρίζονται ως "φυσική" γιαούρτη ή απλώς "γιαούρτη", και κάθε άλλου τύπου, ο οποίος αποτελεί "επιδόρπιο" γιαούρτης να χαρακτηρίζεται με ιδιαίτερο όνομα (Μαντής, 2011).

Το γιαούρτι διακρίνεται ανάλογα :

- Με το είδος του γάλακτος (σε αγελαδινό, πρόβειο, κατσικίσιο).
- Με τον τρόπο επεξεργασίας (σε παραδοσιακό, παραδοσιακό στραγγισμένο, φυσικό, αναμιγμένο, επιδόρπιο γιαούρτης παστεριωμένο και επιδόρπιο γιαούρτης στραγγισμένο νέου τύπου).
- Με την περιεκτικότητά του σε λιπαρά (π.χ. σε πλήρες, ημιάπαχο).

4.6 Τύποι Γιαουρτιού

Οι κυριότεροι τύποι γιαουρτιού που παράγονται σήμερα και διαφέρουν στον τρόπο παρασκευής του περιγράφονται παρακάτω :

- Στερεό ή παραδοσιακό γιαούρτι (Set type yoghurt ή natural yoghurt) : Το παραδοσιακό γιαούρτι με επιδερμίδα (πέτσα) παρασκευάζεται από βρασμένο γάλα, χωρίς προηγούμενη τυποποίηση ή ομογενοποίηση. Το γάλα διαμοιράζεται σε κυτία, όπου παραμένει χωρίς ανάδευση με σκοπό να δημιουργηθεί στην επιφάνειά του η χαρακτηριστική στοιβάδα λιποσφαιρίων (επιδερμίδα). Στην συνέχεια, όταν η θερμοκρασία φθάσει τους 45 °C η επιδερμίδα ανασηκώνεται ελαφρά και πραγματοποιείται εμβολιασμός με ορισμένη ποσότητα γιαουρτιού το οποίο παρασκευάστηκε την προηγούμενη μέρα ('μαγιά') και αποτελεί καλλιέργεια εκκίνησης. Ακολουθεί η επώαση και η ψύξη (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009)

- Συνεκτική Γιαούρτη: ο συγκεκριμένος τύπος καταναλώνεται συνηθέστερα στη χώρα μας και παράγεται ως φυσική γιαούρτη ή με προσθήκη φρούτων. Δεν σχηματίζεται υμένιο στην επιφάνεια επειδή το γάλα ομογενοποιείται. Η συσκευασία του συγκεκριμένου τύπου γιαούρτης γίνεται σε ερμητικώς κλειστά κύπελλα. Η επώαση πραγματοποιείται σε περιέκτες και το πήγμα δεν διαταράσσεται μετά την πήξη (Μάντης, 2011).
- Αναμιγμένη Γιαούρτη (stirred): το γάλα επωάζεται σε δεξαμενές, το πήγμα θραύεται, ψύχεται, αναμιγνύεται ή όχι με φρούτα και συσκευάζεται σε ερμητικά κλειστούς περιέκτες (κύπελλα) (Μάντης, 2011).
- Στραγγισμένο Γιαούρτι: Στραγγιστό γιαούρτι χαρακτηρίζεται το προϊόν το οποίο λαμβάνεται από πλήρες γιαούρτι μετά από απομάκρυνση (αποστράγγιση) μέρους του νερού του με τα διαλυμένα σε αυτό συστατικά. Συνήθως παρασκευάζεται από γιαούρτι που έχει αδύνατη μάζα, λόγω των μειωμένων συστατικών του γάλακτος από το οποίο προήλθε, όπως είναι το αγελαδινό ή το γίδινο γάλα. Το συγκεκριμένο είδος γιαουρτιού, ανάλογα με τον τρόπο στράγγισης του πηγματος, διακρίνεται σε α) στραγγισμένο σακούλας, β) στραγγισμένο με φυγοκέντριση, γ) συμπυκνωμένο με υπερδιήθηση (Μάντης, 2011).
- Άλλοι τύποι γιαούρτης:

A. Βιομηχανικό Γιαούρτι: Ανάλογα με την συνεκτικότητα και την τεχνολογία που χρησιμοποιείται το βιομηχανικό γιαούρτι παρουσιάζει δύο τύπους, το συμπαγές ή στερεάς δομής (set) και το αναδευμένο (stirred).

B. Γιαούρτι με "προβιοτικά " βακτήρια: Αφορά το γιαούρτι που περιέχει βακτήρια τα οποία χαρακτηρίζονται ως προβιοτικά ενισχύοντας έτσι την ευεργετική επίδραση στη λειτουργία του εντέρου αλλά και γενικότερα την υγεία του ανθρώπου (Robinson, 2002). Τα κυριότερα βακτήρια τα οποία χαρακτηρίζονται ως "προβιοτικά" σε διάφορους τύπους γιαούρτης είναι:

- Είδη του γένους *Bifidobacterium* (*B. Bifidum*, *B. Longum*, κ.ά.).
- Είδη του γένους *Lactobacillus* (*L. acidophilus*, *L. casei*, *L. paracasei*, *L. ramosus*).
- Είδη *Lactococcus* (*L. lactis*, *L. diacety lactis*).

Παραδείγματα τέτοιων προϊόντων κυκλοφορούν με διάφορα εμπορικά ονόματα όπως για παράδειγμα Bifigurt, Proghurt, ABT, Biogarde κ.ά. (Μάντης, 2011).

Γ. Κατεψυγμένο ή παγωμένο γιαούρτι (Frozen Yoghurt): Το αναμιγμένο γιαούρτι μπορεί να καταψυχθεί με επιτυχία και να συντηρηθεί έως και 12 μήνες. Η κατάψυξη γίνεται με ταχεία μέθοδο και η συντήρηση πραγματοποιείται στους -18 °C έως -26 °C. Το συγκεκριμένο είδος γιουρτιού συνδυάζει την όξινη γεύση του γιουρτιού με την παγωμένη αίσθηση του παγωτού (Tamime, 1999).

Δ. Ρόφημα γιαούρτης (Drinking Yoghurt) : είναι το προϊόν ανακατεμένης γιαούρτης, το οποίο χαρακτηρίζεται από χαμηλό ιξώδες. Το πιο διαδεδομένο προϊόν της κατηγορίας αυτής είναι το Αριάνι που είναι παραδοσιακό τούρκικο προϊόν (Tamime, 1999).

Ε. Το ανθρακούχο γιαούρτι (Carbonated Yoghurt) : Το προϊόν αυτό μπορεί να βρίσκεται είτε σε στερεή είτε σε ξηρή κατάσταση. Η στερεή κατάσταση περιλαμβάνει τα ροφήματα γιαούρτης με διάφορες γεύσεις και διοξείδιο του άνθρακα (Tamime, 1999).

ΣΤ. Αφυδατωμένο γιαούρτι: Η αφυδάτωση του γιουρτιού στον ήλιο αποτελεί μία πατροπαράδοτη μέθοδο στις χώρες της Μέσης Ανατολής. Το προϊόν αφού στραγγιστεί, μορφοποιείται σε μικρές σφαίρες βάρους 50-80g και αφυδατώνεται στον ήλιο. Σαν αποτέλεσμα μπορεί να συντηρηθεί πολλούς μήνες σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος των θερμών χωρών και καταναλώνεται αφού βραχεί με νερό (Tamime & Robinson, 1985). Η αφυδάτωση του γιουρτιού μπορεί να πραγματοποιηθεί και με σύγχρονες μεθόδους όπως είναι η τεχνική εκνεφώσεως (spray drying) ή με λυοφιλοποίηση (Freeze drying) και πριν από την κατανάλωση προστίθεται η κατάλληλη αναλογία νερού και γίνεται καλή ανάμειξη. Το συγκεκριμένο προϊόν είναι σχετικά λεπτόρρευστο και θυμίζει γιαούρτη μόνο ως προς την γεύση (Helferich & Westhoff, 1980).

Ζ. Αεριούχο γιαούρτι: Στο συγκεκριμένο προϊόν πραγματοποιείται ομογενοποίηση του πηγματος σε πίεση 175Kg/c και συγχρόνως ενσωματώνεται σε αυτό CO₂ (Tamime & Deeth, 1978).

Η. Γιαούρτι με υδρολυμένη λακτόζη (Lactose hydrolysed yoghurt - LHY): Κατά την διάρκεια παραγωγής του γιουρτιού μόνο ένα μέρος της λακτόζης

χρησιμοποιείται από την καλλιέργεια των μικροοργανισμών ως πηγή ενέργειας προς παραγωγή γαλακτικού οξέος. Η περαιτέρω ζύμωση της λακτόζης σε γλυκόζη και γαλακτόζη γίνεται με προσθήκη του ενζύμου β-D-γαλακτοσιδάσης και έτσι παρατηρείται η αύξηση της γλυκύτητας και των θερμίδων στο γιαούρτι. Η μέθοδος αυτή έχει επιθυμητά αποτελέσματα στο γιαούρτι με φρούτα (Tamime, 1999).

Θ. Το βιο-γιαούρτι (Bio yoghurt) : Είναι τα είδη του γιαουρτιού που παράγονται για διαιτητικούς ή θεραπευτικούς σκοπούς. Οι μικροοργανισμοί που περιέχονται στο προϊόν ανήκουν κυρίως στα γένη *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus* και *Pediococcus*, καθώς τα περισσότερα στελέχη των *L.delbrueckii* subsp *S. Thermophilus*, που αποτελούν την κλασική καλλιέργεια της γιαούρτης καταστρέφονται στον γαστρεντερικό σωλήνα (Marshall & Tamime, 1997).

I. Το γιαούρτι από γάλα σόγιας (Soy-milk yoghurt): Με σκοπό την ανεύρεση και αξιοποίηση εναλλακτικών πηγών πρωτεΐνης για την αντιμετώπιση του υποσιτισμού στις αναπτυσσόμενες χώρες, δημιουργήθηκε αυτό το προϊόν (Tamime, 1999).

IA. Το χημικά οξινισμένο γιαούρτι (Chemically adicified yoghurt) : Η παραγωγή του προϊόντος επιτυγχάνεται με την προσθήκη οργανικών οξέων ή γλυκονο-δ-λακτόνης (GDL) στο γάλα, η οποία δημιουργεί το πήγμα σε pH 4,6. Το οξινισμένο γιαούρτι δεν έχει το τυπικό άρωμα, τη γεύση και τις θεραπευτικές ιδιότητες του παραδοσιακού γιαουρτιού, αλλά παρουσιάζει όμοια εμφάνιση και υφή (Tamime, 1999).

IB. Το γιαούρτι με φυτικά λιπαρά (Vegetable oil yoghurt): Η χρήση αποβουτυρωμένου γάλακτος σε σκόνη και λιπαρά από φυτικά λίπη και έλαια είναι αναγκαία προκειμένου να αντικαταστήσουν τα λιπαρά του γάλακτος. Τα προϊόντα αυτά δεν αναγνωρίζονται από τη Διεθνή Ομοσπονδία Γάλακτος (IDF), όμως κυκλοφορούν εδώ και αρκετές δεκαετίες (Tamime, 1999).

ΙΓ. Το γιαούρτι με υποκατάστατα λιπαρών (Fat-substitutes yoghurt) : Πρόκειται για το προϊόν γιαουρτιού με χαμηλά λιπαρά και χαμηλές θερμίδες, στα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί υποκατάστατα λίπους. Τα υποκατάστατα λίπους διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, που είναι τα τροποποιημένα άμυλα και οι

πρωτεΐνες (Tamime, 1999). Με σκοπό την επιμήκυνση του χρόνου συντήρησης της γιαούρτης, ο Schulz (1966) εισήγαγε την παστερίωση του προϊόντος. Η παστερίωση μπορεί να γίνει με τους ακόλουθους τρόπους:

- ❖ Στο προσυσκευασμένο προϊόν με θέρμανση των κυτίων σε αυτόκαυστο σε θερμοκρασία 6 -85 °C και σε πίεση 2 atm.
- ❖ Στο αναμιγμένο πήγμα, εφαρμόζοντας την τεχνική "flash process" σε ειδικούς παστεριωτές και με θέρμανση στους 6 -70 °C για 4 sec-3min.

Η στραγγισμένη γιαούρτη παστεριώνεται σε πλακοειδή εναλλακτήρα στους 68-70 °C για 5-10 sec. Η παστερίωση της γιαούρτης παρουσιάζει το πλεονέκτημα να αυξάνει την συντήρησή της κατά 2 με 3 εβδομάδες, όμως καταστρέφει την οξυγαλακτική χλωρίδα της και κατά συνέπεια δεν ανταποκρίνεται πλέον στον ορισμό της γιαούρτης όπως δίνεται από τον FAO/WHO (1977α., 1997β). Επομένως, η γιαούρτη αυτή πρέπει να φέρει την ένδειξη "παστεριωμένη γιαούρτη". Ανάλογα με την περιεκτικότητά του σε λιπαρά το γιαούρτι διακρίνεται σε (Tamime, 1999) :

- ❖ Πλήρες (κυρίως στραγγιστό) με 6%-1 % λιπαρά,
- ❖ Πλήρως κανονικό (μη στραγγιστό) με 3%-4% λιπαρά,
- ❖ Ημιάπαχο με 1%-2% λιπαρά,
- ❖ Άπαχο με 0% λιπαρά.

4.7 Παραγωγική Διαδικασία Γιαουρτιού

Ανάλογα με το είδος γιαουρτιού ακολουθείται και διαφορετική διαδικασία παραγωγής. Διαφορετικά, επίσης, μπορεί να είναι και τα όρια τυποποίησης του γάλακτος που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη, ανάλογα με τη χώρα που παρασκευάζεται το γιαούρτι. Παρόλα αυτά, μπορούν να επισημανθούν ορισμένα βασικά βήματα τα οποία πραγματοποιούνται εν γένει, κατά την παραγωγή γιαουρτιού σε μία τυπική γραμμή παραγωγής.

Δεξαμενές Αποθήκευσης Η χρήση συστατικών υψηλής ποιότητας αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την παραγωγή τελικών προϊόντων αντίστοιχης ποιότητας. Υψηλής ποιότητας νωπό γάλα πρέπει να διατηρείται στους 4 °C σε εγκεκριμένα σιλό ή

κάθετες δεξαμενές, για λιγότερο από 72 h πριν από τη χρήση του για την παραγωγή γιαουρτιού. Σε περιπτώσεις αποθηκευμένης κρέμας, η ανάδευση στις δεξαμενές (σιλό) θα αποτρέψει το διαχωρισμό της κρέμας λόγω βαρύτητας. Η ανάδευση πρέπει να είναι ομαλή και απαλή. Επίσης, αποτελεί νομοθετική απαίτηση η χρήση θερμοστοιχείων για την καταγραφή με ακρίβεια της θερμοκρασίας εντός των δεξαμενών (Hui, 2004).

Τυποποίηση Λιπαρών Η περιεκτικότητα του γιαουρτιού σε λιπαρά μπορεί να κυμαίνεται από 0,1% έως άνω του 10% w/w, προκειμένου να τηρούνται οι ισχύοντες κανονισμοί. Επίσης, η περιεκτικότητα του γάλακτος σε λιπαρά εξαρτάται από την εποχή και την περίοδο άμελξης του γαλακτοφόρου ζώου, γεγονός που καθιστά δυσχερή την τυποποίηση του τελικού προϊόντος. Ως εκ τούτου, η τυποποίηση του γάλακτος ως προς τα λιπαρά του πριν από την παρασκευή του γιαουρτιού είναι απαραίτητη. Για να ρυθμιστεί το επίπεδο λίπους γάλακτος, χρησιμοποιούνται διάφοροι πρακτικοί τρόποι:

- Αφαίρεση μέρους του λίπους από το νωπό γάλα μέσω μηχανικού διαχωρισμού
- Προσθήκη κρέμας γάλακτος σε αποβουτυρωμένο, ημιαποβουτυρωμένο ή πλήρες γάλα
- Ανάμιξη πλήρους γάλακτος με αποβουτυρωμένο γάλα
- Συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων.

Τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν σχεδιαστεί συστήματα για την αυτοματοποιημένη τυποποίηση της περιεκτικότητας του γάλακτος σε λιπαρά (Yildiz, 2016).

Ομογενοποίηση

Η ομογενοποίηση είναι ένα κρίσιμο βήμα στη διαδικασία παραγωγής υψηλής ποιότητας γιαουρτιού. Τα λιποσφαίρια του γάλακτος στο νωπό γάλα μπορεί να έχουν διάμετρο 2,0-20,0 μm (Swaisgood, 1985). Σε αυτό το μέγεθος και στην ακατέργαστη κατάστασή τους, τα σφαιρίδια λίπους τείνουν να ανέρχονται στην επιφάνεια και να δημιουργούν συσσωματώματα ή να συγχωνεύονται. Η ομογενοποίηση χρησιμοποιείται για την αποτροπή του διαχωρισμού των λιπαρών του γάλακτος λόγω βαρύτητας. Η διαδικασία περιλαμβάνει την άσκηση υψηλής πίεσης στο γάλα και τον εξαναγκασμό των χοντρών σφαιριδίων λίπους μέσω μικροσκοπικών οπών, με

αποτέλεσμα τη θραύση των μεγάλων σφαιριδίων σε μικρότερα, διαμέτρου περίπου 0,1-3 μm , γεγονός που καθιστά λιγότερο πιθανή τη συγχώνευση και την άνοδό τους στην επιφάνεια. Η ομογενοποίηση είναι πιο αποτελεσματική, όταν τα σφαιρίδια λίπους είναι σε υγρή κατάσταση, δηλαδή, όταν το γάλα έχει προθερμανθεί. Έτσι, το γάλα θερμαίνεται, συνήθως, μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας, με τη βοήθεια του οποίου η θερμοκρασία φτάνει τουλάχιστον στους 60 °C πριν την ομογενοποίηση (Hui, 2004).

Παστερίωση - Θερμική Επεξεργασία

Η παστερίωση είναι το πιο κρίσιμο τμήμα της γραμμής επεξεργασίας του γάλακτος, καθώς κατά τη διεργασία αυτή καταστρέφονται οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στο γάλα. Η διαδικασία της παστερίωσης περιλαμβάνει τη θέρμανση του γάλακτος σε συγκεκριμένη θερμοκρασία για ορισμένο χρονικό διάστημα. Συνήθως, η θερμική επεξεργασία του γάλακτος πραγματοποιείται είτε σε ήπια θερμοκρασία (τουλάχιστον 62,8°C) για μεγάλο χρονικό διάστημα (τουλάχιστον 30 min), είτε σε υψηλή θερμοκρασία (τουλάχιστον 72°C) για μικρό χρονικό διάστημα (τουλάχιστον 15 sec). Για την παραγωγή γιαουρτιού και κρέμας γάλακτος, χρησιμοποιούνται υψηλότερες θερμοκρασίες επεξεργασίας, με στόχο τη μετουσίωση των πρωτεϊνών του ορού γάλακτος, γεγονός το οποίο αυξάνει την κατακράτηση νερού και το ιξώδες (Hui, 2004).

Προετοιμασία - Εμβολιασμός Μικροβιακών Καλλιιεργειών

Η ποιότητα της μικροβιακής καλλιέργειας είναι υψίστης σημασίας για την παραγωγή ζυμομένων γαλακτοκομικών προϊόντων υψηλής ποιότητας. Οι κατασκευαστές καλλιιεργειών συχνά συνεργάζονται στενά με τους φορείς εκμετάλλευσης των εγκαταστάσεων επεξεργασίας, για την αποτελεσματική κάλυψη συγκεκριμένων αναγκών. Οι κατασκευαστές καλλιιεργειών, μέσα από σημαντικές ερευνητικές προσπάθειες, αναπτύσσουν μοναδικούς συνδυασμούς καλλιιεργειών για ένα συγκεκριμένο προϊόν. Για παράδειγμα, σχεδόν όλα τα γιαούρτια περιέχουν τις θερμοφίλες καλλιιεργίες *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*, αλλά τα στελέχη καθενός εξ αυτών συνδυάζονται προσεκτικά σε συγκεκριμένες αναλογίες, προκειμένου να αποδώσουν τις επιθυμητές ιδιότητες στο τελικό προϊόν. Για παράδειγμα, μερικά στελέχη, όπως τα *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ή *S. thermophilus* που παράγουν πολυσακχαρίτες, μπορούν να

επιλεγούν για την ικανότητά τους να ενισχύουν το ιξώδες στο γιαούρτι. Υπάρχουν διάφοροι τύποι μορφών βακτηριακής καλλιέργειας, μεταξύ των οποίων:

- υγρή μορφή (σπανίως χρησιμοποιείται σήμερα),
- συμπυκνωμένες καλλιέργειες βαθιάς κατάψυξης
- λυοφιλιωμένες συμπυκνωμένες καλλιέργειες βαθιάς κατάψυξης σε μορφή σκόνης και,
- βαθιά κατεψυγμένες ή λυοφιλιωμένες, υπερ-συμπυκνωμένες καλλιέργειες σε εύκολα διαλυτή μορφή για άμεσο εμβολιασμό του προϊόντος.

Η χρήση κατεψυγμένων ή λυοφιλιωμένων καλλιιεργειών εξαλείφει την ανάγκη σε μικρές γαλακτοκομικές βιομηχανίες να καλλιεργούν μικροβιακές καλλιέργειες. Μεγαλύτερες βιομηχανίες τροφοδοτούνται συνήθως με κατεψυγμένες ή λυοφιλιωμένες καλλιέργειες, οι οποίες εμβολιάζονται στο γάλα υπό πλήρως ασηπτικές συνθήκες. Η ποσότητα εμβολιασμού είναι καθοριστική για τα τελικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του γιαουρτιού. Μικρή ποσότητα μικροοργανισμών μπορεί να προκαλέσει αργή ανάπτυξη της οξύτητας κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, επεκτείνοντας την απαιτούμενη περίοδο ζύμωσης και αποδίδοντας εξασθενημένο πήγμα, που οδηγεί στο διαχωρισμό του ορού γάλακτος. Αντίθετα, υπερβολικά μεγάλη ποσότητα μικροοργανισμών μπορεί να οδηγήσει σε ταχεία ανάπτυξη της οξύτητας, μείωση της ικανότητας ενυδάτωσης των πρωτεϊνών και έντονη οξίνιση κατά την αποθήκευση. Μόλις το γάλα εμβολιαστεί με την καλλιέργεια εκκίνησης, μπορεί να τοποθετηθεί σε περιέκτες για ζύμωση (γιαούρτι τύπου σετ) ή να ζυμωθεί σε δεξαμενή (αναμεμιγμένο γιαούρτι) (Yildiz, 2016). Έπειτα από την παραγωγή του τελικού προϊόντος είναι δυνατή η προσθήκη γλυκαντικών ή φρουτοπαρασκευασμάτων, ανάλογα με το είδος του παραγόμενου γιαουρτιού. Τέλος, ακολουθεί η συσκευασία και η αποθήκευση του τελικού προϊόντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΟ ΓΙΑΟΥΡΤΙ

5.1 Ορισμός

Όπως αναφέρεται στον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, «Στραγγιστό γιαούρτι χαρακτηρίζεται το προϊόν που λαμβάνεται από το γιαούρτι μετά από αποστράγγιση μέρους του ορού μετά την πήξη και έχει κατ' ελάχιστο 5,6 % πρωτεΐνες για το αγελαδινό ή γίδινο γάλα και 8 % για το πρόβειο γάλα». Με την απομάκρυνση του ορού, που στο μεγαλύτερο ποσοστό του είναι νερό, επιτυγχάνεται η αύξηση των στερεών συστατικών του γιαουρτιού και μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους που εξαρτώνται από τη μέθοδο που έχει εφαρμοστεί. Αυτή η αύξηση μπορεί να γίνει με την παράληψη της στράγγισης, προσυμπυκνώνοντας το γάλα με μεμβράνες υπερδιήθησης ή πραγματοποιώντας την ανασύσταση του γάλακτος στα στερεά συστατικά που είναι θεμιτά, πριν από τον εμβολιασμό και την παρασκευή του γιαουρτιού, με ελάχιστες διαφοροποιήσεις στο τελικό προϊόν. Παρ' όλα αυτά, ο ορισμός του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών δεν είναι σύμφωνος με την εφαρμογή τέτοιων μεθόδων, για αυτό το λόγο όταν αυτές χρησιμοποιούνται σε ένα προϊόν, τότε αυτό δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως στραγγιστό γιαούρτι (Ozer, 2006).

5.2 Μέθοδοι παρασκευής

5.2.1 Στράγγιση με φυγοκέντριση

Η στράγγιση με φυγοκέντριση πραγματοποιείται με ειδικούς φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες (Nozzle separators), στους οποίους διαχωρίζονται τα στερεά υλικά από εναιωρήματα, και πιο συγκεκριμένα στο γιαούρτι, γίνεται διαχωρισμός του πηγματος από τον ορό. Για να απομακρυνθεί πιο εύκολα ο ορός, υπάρχει η δυνατότητα το πήγμα να θερμανθεί στους 60 °C για 3 min, πριν φυγοκεντριστεί, ενώ στο ίδιο χρονικό διάστημα το πήγμα αναδεύεται με ένταση και μπορεί να διαπεράσει το μεταλλικό πλέγμα με σκοπό να καταστραφούν μεγάλα συσσωματώματα, αν υπάρχουν. Η διαδικασία της φυγοκέντρισης γίνεται τις περισσότερες φορές σε θερμοκρασία 32 με 42 °C. Σε γιαούρτι πλήρες σε περιεκτικότητα λιπαρών, υπάρχει η

πιθανότητα εμφάνισης επιπλοκών από την απόφραξη του διαχωριστήρα από τα λιποσφαίρια, για αυτό και η παρασκευή του στραγγιστού γιαουρτιού πρέπει να αποτελείται από δύο βήματα. Στο αρχικό στάδιο γίνεται η προετοιμασία του γιαουρτιού από άπαχο γάλα και η φυγοκέντριση και στο τελικό στάδιο γίνεται η ανάμειξη με παστεριωμένη κρέμα γάλακτος, έως ότου το προϊόν φτάσει την ιδανική περιεκτικότητα σε λιπαρά (Kehagiasetal, 1992).

5.2.2 Στράγγιση με σάκους

Η βασικότερη ενέργεια αυτής της μεθόδου, είναι ότι το πήγμα φιλτράρεται με κάποιο πορώδες υλικό, ώστε να συγκρατείται το ίδιο και να επιτρέπεται στον ορό να το διαπερνά για μεγάλο χρονικό διάστημα, με στόχο την δημιουργία της σύστασης που είναι επιθυμητή. Τα παλαιότερα χρόνια και ίσως σε μερικές περιπτώσεις και στις μέρες μας, ως μέσο στράγγισης χρησιμοποιούνταν δέρματα ζώων. Σε βιομηχανίες είναι συχνή η χρήση υφασμάτων σάκων σε διάφορα μεγέθη, όπου το γιαούρτι αφήνεται μέσα να στραγγίξει και να απομακρυνθεί ο ορός λόγω βαρύτητας. Η στράγγιση μπορεί να διαρκέσει από 6 ώρες έως και 20 ώρες, αν όχι παραπάνω, κάτι το οποίο εξαρτάται από το είδος του προϊόντος. Ο χρόνος στράγγισης, η ποιότητα και η απόδοση του γιαουρτιού που παράγεται, μπορεί να επηρεαστεί από τη θερμοκρασία στην οποία πραγματοποιείται η στράγγιση και από τα στερεά συστατικά που είχε αρχικά το γάλα. Η οξύτητα του γιαουρτιού πριν τη στράγγιση επηρεάζει σημαντικά την απόδοση του γιαουρτιού, αφού η χαμηλή οξύτητα αυξάνει το ποσοστό αποβολής του ορού και την απομάκρυνση στερεών συστατικών από αυτόν. Η διαδικασία της στράγγισης εφαρμόζεται συνήθως σε θερμοκρασία κάτω των 10 °C, καθώς υψηλότερες θερμοκρασίες και αυξημένη οξύτητα οδηγούν σε ανεπιθύμητη δομή και γιαούρτι με αυξημένο ιξώδες (Ozer, 2006).

5.2.3 Μέθοδος με μεμβράνες υπερδιήθησης

Σε αυτή τη μέθοδο στράγγισης, τα στερεά συστατικά αυξάνονται διηθώντας το αρχικό γάλα υπό πίεση από ημιπερατές μεμβράνες, οι οποίες έχουν την ιδιότητα να συγκρατούν συστατικά με μεγάλο μοριακό βάρος, αλλά να επιτρέπουν σε αυτά με μικρό μοριακό βάρος (όπως είναι το νερό) να τις διαπερνούν. Πριν την υπερδιήθηση

το γιαούρτι πρέπει να αναδευθεί για να ομογενοποιηθεί το πήγμα, ενώ η θερμοκρασία στην οποία πρέπει να βρίσκεται είναι από 45 °C μέχρι 50 °C και η πίεση μέχρι 0,8 MPa, διότι αυτές είναι οι ιδανικές συνθήκες για τη διαδικασία της στράγγισης, ώστε να μη δημιουργηθούν ανεπιθύμητες ιδιότητες στο τελικό προϊόν. Το πόσο θα διαρκέσει η υπερδιήθηση έχει να κάνει με το πότε το προϊόν θα αποκτήσει την αναμενόμενη σύσταση (Ozer, 2006).

5.3 Σύσταση στραγγιστού γιαουρτιού

Η σύσταση του στραγγιστού γιαουρτιού εξαρτάται από το αρχικό γιαούρτι, την πρώτη ύλη που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του, από τη μέθοδο που επιλέχθηκε για τη στράγγισή του, από τη σύσταση του όρου και από την ποσότητα ορού που απομακρύνθηκε. Όπως αναφέρθηκε και προωύτερα, το στραγγιστό γιαούρτι βάση νομοθεσίας, πρέπει να αποτελείται από 5,6 % πρωτεΐνη, αν πρόκειται για αγελαδινό ή γίδινο γάλα και 8 % αν πρόκειται για πρόβειο γάλα. Αν γίνει μίξη διαφόρων ειδών γάλακτος, τότε πρέπει να υπολογιστεί το ελάχιστο ποσοστό πρωτεϊνών, έχοντας υπόψη την ποσότητα του κάθε γάλακτος που προστέθηκε. Το στραγγιστό γιαούρτι έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και σε στερεά συστατικά από το αρχικό γιαούρτι, είναι πιο όξινο και δεν περιέχει τόση λακτόζη, καθώς η πλειοψηφία της έχει αποβληθεί μαζί με τον ορό (Ozer, 2006).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ ΟΡΟΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

6.1 Όξινος ορός γιαουρτιού

Η συνεχώς αυξανόμενη παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη παραγωγή και παραπροϊόντων. Στη βιομηχανία, μεγάλο περιβαλλοντικό πρόβλημα αποτελεί ο ορός γάλακτος. Η αναλυτική σύσταση και τα χαρακτηριστικά του ορού εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από την παραγωγική διαδικασία από την οποία προκύπτει ως παραπροϊόν. Επίσης, εξαρτάται από το είδος του γάλακτος (αγελαδινό, αιγοπρόβειο, κατσικίσιο), καθώς και από τη διατροφή, το είδος και το επίπεδο υγείας του ζώου από το οποίο προέρχεται το γάλα (Pesic 2011). Ανάλογα με την τεχνική επεξεργασίας που χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό της καζεΐνης από το γάλα, υπάρχουν τέσσερις τύποι ορού, ο όξινος, ο γλυκός, ο αλμυρός και ο φυσικός ορός, με τους δύο πρώτους τύπους να αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής. Ο όξινος ορός προκύπτει από τη ζύμωση του γάλακτος σε γιαούρτι η νοπά τυριά, όπως τυρί κρέμας, Cottage και Ricotta, ενώ ο γλυκός ορός αποτελεί παραπροϊόν της πήξης του γάλακτος κατά την παραγωγή σκληρών και ημίσκληρων τυριών, ευρέως γνωστός και ως τυρόγαλα (Jelen 2011).

Ο γλυκός ορός έχει τιμή pH μεγαλύτερη ή ίση με 5,9 σε αντίθεση με τον όξινο ορό που η τιμή pH κυμαίνεται μεταξύ 4,2 και 5,1 (Nishanthi, Vasiljevic & Chandrapala 2017). Αν και ο γλυκός ορός κατέχει αξιόλογη θέση ως προς την αξιοποίησή του στη βιομηχανία τροφίμων, ο όξινος ορός δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα λόγω του υψηλού επιπέδου σε βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD) και της χαμηλής τιμής pH, συνήθως μικρότερης του 4,5. Για το λόγο αυτό, ο όξινος ορός ακόμη μελετάται ως προς τις προοπτικές αξιοποίησής του, ενώ έχει αρχίσει να αναδύεται μία νέα προοπτική που σχετίζεται με την αξιοποίηση των συστατικών του, συμπεριλαμβανομένων της λακτόζης και των πρωτεϊνών του, τα οποία εμφανίζουν σημαντικές φυσικές, χημικές, διατροφικές και βιολογικές ιδιότητες (Smithers 2015).

6.2 Συστατικά του ορού

Τα κύρια συστατικά του όξινου και του γλυκού ορού, μετά το νερό, είναι η λακτόζη (περίπου 70-72% των συνολικών στερεών), οι πρωτεΐνες (περίπου 8– 10%) και τα ανόργανα άλατα (περίπου 12–15%) (Gurpta 2000).

6.2.1 Λακτόζη

Η λακτόζη είναι το κύριο συστατικό του ορού. Η περιεκτικότητα του ορού σε λακτόζη εξαρτάται από τον τύπο του ορού και είναι περίπου το 70% των ολικών στερεών του (Jelen 1992). Ο όξινος ορός είναι χαμηλότερης περιεκτικότητας σε λακτόζη σε σχέση με το γλυκό ορό, λόγω των διαδικασιών ζύμωσης για την παρασκευή των προϊόντων από τα οποία προέρχεται, αφού ένα μέρος της λακτόζης μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ.

6.2.2 Πρωτεΐνες

Το δεύτερο κύριο συστατικό του ορού είναι οι πρωτεΐνες. Χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στην κύριας και της δευτερευούσης αξίας πρωτεΐνες. Οι κύριες πρωτεΐνες ορού γάλακτος είναι η β-γαλακτογλοβουλίνη, σε ποσοστό 65%, η αγαλακτοαλβουμίνη, σε ποσοστό 25% και η αλβουμίνη ορού, σε ποσοστό 8%, επί τη βάση των συνολικών πρωτεϊνών ορού. Στις δευτερευούσης αξίας πρωτεΐνες εντάσσονται τα γλυκομακροπεπτίδια (Glycomacropetides, GMP), η λακτοφερρίνη, η ανοσοσφαιρίνη και οι φωσφολιποπρωτεΐνες (Macwan et al. 2016).

Οι πρωτεΐνες του ορού έχουν υψηλή βιολογική αξία (Biological value, BV=110) (Fox et al. 2015), είναι θερμοευαίσθητες και μπορούν να καθιζάνουν με θερμική επεξεργασία υπό κατάλληλες συνθήκες τιμών pH και ιοντικής ισχύος. Έχει παρατηρηθεί ότι οι πρωτεΐνες του ορού έχουν πολλές βιολογικές λειτουργίες στα τρόφιμα, με ιδιαίτερη σημασία στην ανθρώπινη διατροφή και υγεία. Συγκεκριμένα, οι πρωτεΐνες του ορού έχουν αντιμικροβιακή δράση, συμβάλλουν στην ενίσχυση της ανάπτυξης της ωφέλιμης μικροχλωρίδας του εντέρου και στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού (Macwan, Dabhi & Parmar 2016).

6.2.3 Άλατα

Το τρίτο κύριο συστατικό του όξινου ορού είναι τα άλατα. Η σύσταση τόσο του όξινου, όσο και του γλυκού ορού σε άλατα σχετίζεται με τη διαδικασία παρασκευής τους. Γενικά, ο όξινος ορός έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε φωσφόρο, ασβέστιο, ψευδάργυρο, σίδηρο και χαλκό σε σχέση με το γλυκό ορό, ενώ σχετικά με τις περιεκτικότητες σε κάλιο, μαγνήσιο, νάτριο και μαγγάνιο, η διαφοροποίηση μεταξύ των δύο τύπων ορού δεν είναι σημαντική (Pedro Menchik 2019).

6.2.4 Λίπη

Η περιεκτικότητα του ορού σε λιπαρά αμέσως μετά τον διαχωρισμό του από το πηγμά του γιαουρτιού κυμαίνεται από 0,5-1,0% κ.β. ανάλογα με το είδος του γάλακτος και την αποδοτικότητα της διεργασίας. Ωστόσο, συνήθως το λίπος ανακτάται κατά τη διεργασία της φυγοκέντρισης και πηγαίνει στη φάση του προϊόντος (τυρί ή γιαούρτι) ή αξιοποιείται. Έτσι, τυπικά η περιεκτικότητα του ορού σε λιπαρή ύλη είναι συνήθως μικρότερη του 0,1% κ.β.(Tristian & Anika uber 2019).

6.2.5 Βιταμίνες

Κατά τη διαδικασία παραλαβής του ορού από το γιαούρτι, οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες μεταφέρονται από το γιαούρτι στον ορό. Συγκεκριμένα, οι βιταμίνες που μεταφέρονται στον όξινο ορό αποτελούν το 40-70% της κοβαλαμίνης (B12), 55-75% της πυριδοξίνης (B6) και του παντοθενικού οξέος (B5), 70-80% της ριβοφλαβίνης (B2) και βιοτίνης (B7), και 80-90% των θειαμίνης (B1), νικοτινικού, φολικού και ασκορβικού οξέος του γάλακτος από το οποίο παράγεται. Παρατηρείται ότι ο ορός περιέχει μεγάλο ποσοστό των συνολικών βιταμινών του γιαουρτιού, επιβεβαιώνοντας τη δυνατότητα αξιοποίησης του όξινου ορού λόγω της θρεπτικότητάς του (Zadow 1992).

6.3 Μειονεκτήματα

Ο όξινος ορός είναι το κύριο παραπροϊόν του στραγγιστού γιαουρτιού. Είναι ένα λεπτόρρευστο παραπροϊόν, το οποίο δεν μπορεί να απορριφθεί απλά στο περιβάλλον,

καθώς η αποσύνθεση του ορού είναι τοξική, για αυτό και απαιτεί τεράστια ποσά οξυγόνου. Έτσι, η άμεση απόρριψη του στο περιβάλλον θα ήταν σε μεγάλη έκταση καταστροφική για την υδρόβια ζωή. Είναι γεγονός ότι για κάθε 100 κιλά γάλακτος που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή γιαουρτιού, μόνο το ένα τρίτο καταλήγει στο τελικό προϊόν, ενώ τα άλλα δύο τρίτα είναι ο όξινος ορός. Με το πέρασμα του χρόνου έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι διαχείρισης του όξινου ορού, όπως είναι ο ψεκασμός του σε χωράφια ως λίπασμα, η ξήρανσή του προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή, αλλά και η απόρριψή του σε υδρολογικές λεκάνες ή σε συστήματα βιολογικής διαχείρισης αστικών αποβλήτων (De Wit 2001) Το γεγονός πως η λακτόζη είναι το κυριότερο συστατικό του όξινου ορού, πέρα από τις σημαντικές της λειτουργίες, δημιουργεί ένα βασικό μειονέκτημα. Το μειονέκτημα είναι ότι τα προϊόντα με βάση τον όξινο ορό δεν μπορούν να απευθυνθούν σε άτομα με δυσανεξία στη λακτόζη, μία πάθηση που εντοπίζεται σε πολύ μεγάλο ποσοστό του παγκόσμιου πληθυσμού. Άτομα με έλλειψη στο ένζυμο της β-γαλακτοσιδάσης αντιμετωπίζουν προβλήματα δυσανεξίας στη λακτόζη. Η δυσανεξία στη λακτόζη χαρακτηρίζει άτομα που δεν μπορούν να μεταβολίσουν 10-50 g καθαρής λακτόζης και εμφανίζουν συμπτώματα όπως διάρροια, πρήξιμο κ.ά. (Szczodrak, 2000). Η συχνότητα εμφάνισης της ασθένειας αυτής είναι ύψιστης σημασίας για τις βιομηχανίες τροφίμων και φαρμάκων, καθώς θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την κατανάλωση τροφίμων ή/και φαρμακευτικών προϊόντων που περιέχουν λακτόζη στα συστατικά τους.

Επίσης, ένα μειονέκτημα είναι πως η παρουσία της λακτόζης στα τρόφιμα συχνά συνδέεται με αρνητικές επιπτώσεις στον οργανισμό, εξαιτίας ορισμένων προβλημάτων που μπορεί να προκαλέσει τόσο στα τρόφιμα, όσο και στον άνθρωπο. Στα γαλακτοκομικά προϊόντα η παρουσία της λακτόζης επηρεάζει τη σταθερότητα των προϊόντων, λόγω των αντιδράσεων Maillard, που όταν δεν είναι επιθυμητό πρέπει να αποφεύγονται (Jeličić et al. 2008, Wendorff 2008). Η χρήση του όξινου ορού στην πτηνοτροφία, τον πλέον δυναμικό κλάδο της ελληνικής κτηνοτροφίας, είναι περιορισμένη. Η λακτόζη δεν μπορεί να αξιοποιηθεί από τα ορνίθια, με αποτέλεσμα να μένει αδιάσπαστη στον αυλό του γαστρεντερικού σωλήνα και να προκαλεί πεπτικές διαταραχές (Teresa Majewska 2015). Η αδυναμία των ορνίθων να αξιοποιήσουν τη λακτόζη αποδίδεται στο γεγονός πως τα ορνίθια δεν διαθέτουν

λακτάση, το απαραίτητο ένζυμο για τη διάσπαση της λακτόζης στα μονομερή της, τη γαλακτόζη και τη γλυκόζη, τα οποία μπορούν να απορροφηθούν από τον οργανισμό.

6.4 Αξιοποίηση Ορού

Χάρη στην υψηλή θρεπτική του σύσταση, ο όξινος ορός γιαουρτιού έχει μεγάλες δυνατότητες να χρησιμοποιηθεί ως βασικό συστατικό στη σύνθεση γάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση, παρόμοια με το γιαούρτι, αφού αναμειγνύοντας όξινο ορό με γάλα γίνεται τεχνικά βιώσιμος. Λόγω των πλούσιων θρεπτικών συστατικών που περιέχει, μέρος του παραγόμενου όξινου ορού χρησιμοποιείται ως φυσικό λίπασμα στη γεωργία. Παρόλα αυτά, η υπερβολικά μεγάλη ποσότητα του ορού γάλακτος στη γη οδηγεί στη μεταφορά του ορού σε κοντινούς υδάτινους ορίζοντες, προκαλώντας ευτροφισμό, χαμηλά επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου στο έδαφος και κατ' επέκταση μείωση της υδάτινης πανίδας, αν το ρεύμα αυτό φθάσει σε θαλάσσιο περιβάλλον. Επιπλέον, ο όξινος ορός γάλακτος ως λίπασμα προκαλεί έντονη δυσοσμία όταν εκτεθεί στον ήλιο, οδηγώντας σε μη επιθυμητές συνθήκες τόσο για τους γεωργούς, όσο και για τους ανθρώπους που μένουν στις γύρω περιοχές (Erickson 2017). Η χρήση του όξινου ορού για την καλλιέργεια μικροοργανισμών αποτελεί μία άλλη εναλλακτική γιατί όχι μόνο μειώνει τη βιολογική ζήτηση οξυγόνου του όξινου ορού γιαουρτιού κατά 90-95%, αλλά παράγει και υψηλής αξίας βιοσυστατικά για τις βιομηχανίες τροφίμων. Μια άλλη σημαντική εφαρμογή του όξινου ορού γιαουρτιού είναι η χρήση της περιεχομένης λακτόζης ως υπόστρωμα για την παραγωγή πολύτιμων συστατικών μέσω της ζύμωσης. Από τη ζύμωση, διαφορετικά βιολογικά προϊόντα μπορούν να ληφθούν, όπως η αιθανόλη, οργανικά οξέα, βιοαέριο (μεθάνιο), υδρογόνο κ.ά. (Dudkiewicz et al. 2016).

Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, η λακτόζη καταναλώνεται άμεσα ως πηγή άνθρακα από μικροοργανισμούς που παράγουν ενώσεις προστιθέμενης αξίας. Η παραγωγή αιθανόλης από όξινο ορό είναι οικονομικά ανταγωνιστική σε σύγκριση με άλλες διαδικασίες. Ωστόσο, για να επιτευχθεί καλύτερο αποτέλεσμα, ο όξινος ορός πρέπει να υποβληθεί σε επεξεργασία, χρησιμοποιώντας υπερδιήθηση ή αντίστροφη ώσμωση, ή και τα δύο, για την συμπύκνωση της λακτόζης. Σε σύγκριση με τον γλυκό ορό, η υψηλή περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα του όξινου ορού θέτει σε πρόκληση

τόσο την διαθεσιμότητά τους όσο και την αξιοποίηση τους. Ο όξινος ορός περιέχει σημαντικά υψηλές ποσότητες καλίου, φωσφόρου, ψευδαργύρου και χαλκού. Λόγω της περιεκτικότητάς του σε λακτόζη, μέταλλα και αμινοξέα, οι εφαρμογές του δεν περιορίζονται σε αυτές των τροφίμων, των σνακ και των βρεφικών τροφών. Η προεπεξεργασία του όξινου ορού, όπως η αφαλάτωση και η αποξίνιση, πραγματοποιείται για να διευκολυνθεί η ξήρανση ή συμπύκνωσή του και ταυτόχρονα μειώνεται η κολλώδης υφή του. Αυτή η προεπεξεργασία μπορεί να επιτευχθεί μέσω ηλεκτροδιάλυσης ή νανοδιήθησης.

Τέλος, μια από τις σημαντικότερες χρήσεις του όξινου ορού τα τελευταία χρόνια είναι η αξιοποίηση του για την δημιουργία συμπληρωμάτων με κυριότερο την πρωτεΐνη ορού γάλακτος, λόγω των πολλαπλών οφελών για την ανθρώπινη υγεία. Η βιοδραστικότητα της πρωτεΐνης του ορού γάλακτος είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις δομικές του ιδιότητες. Μπορούν να δράσουν ως πλήρες μόρια ή ως μερικώς υδρολυμένα ή ως μικρά βιοενεργά πεπτίδια. Η βιοδραστικότητα και η αποτελεσματικότητα των πρωτεϊνών ορού γάλακτος έχουν μελετηθεί τόσο σε ζωικά όσο και σε ανθρώπινα μοντέλα. Για αυτούς τους λόγους, η χρήση του όξινου ορού δίνει τη δυνατότητα για ακόμα μεγαλύτερη ανάπτυξη στον τομέα των πρωτεϊνών γάλακτος, καθώς και στη δημιουργία νέων προϊόντων με βάση τον όξινο ορό στο μέλλον (Rocha-Mendoza et al. 2021).

6.5 Εφαρμογές σε ποτά με ζύμωση γάλακτος

Λόγω της υψηλής θρεπτικής του σύστασης, ο όξινος ορός έχει μεγάλες δυνατότητες να χρησιμοποιηθεί ως κύριο συστατικό στη σύνθεση γάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση. Ωστόσο, η ταυτόχρονη ικανοποίηση των απαιτήσεων των καταναλωτών σε συνάρτηση με τη γεύση και την υγεία, είναι επίσης ένας κρίσιμος παράγοντας στη χρήση του όξινου ορού για την παραγωγή ποτών που έχουν υποστεί ζύμωση. Το ξινό και αλμυρό στην γεύση του όξινου ορού είναι η πρώτη πρόκληση για την ενσωμάτωσή του σε προϊόντα διατροφής (Lievore et al. 2015). Επιπλέον, ο όξινος ορός δεν είναι τυποποιημένο προϊόν και οι διακυμάνσεις στη σύστασή του επηρεάζουν την οσμή, γεύση και επίγευση του τελικού προϊόντος (Villareal 2017). Έτσι, η ενδεχόμενη μη αρεστή γεύση του όξινου ορού μπορεί να καλυφθεί με την

προσθήκη άλλων συστατικών, συμπεριλαμβανομένων εκχυλισμάτων φρούτων και γλυκαντικών ως ενισχυτικά γεύσης (Villareal 2017), όπως το σιρόπι σακχαρόζης. Η ενσωμάτωση των ενισχυτικών γεύσης έχει προταθεί, προκειμένου να αντισταθμιστούν οι αρνητικές επιπτώσεις της προσθήκης του ορού και για να καλύψει το άρωμα που παράγεται κατά τη ζύμωση.

6.6 Χρήση όξινου ορού για την καλλιέργεια μικροοργανισμών

Η χρήση του όξινου ορού για την καλλιέργεια μικροοργανισμών αποτελεί μία άλλη εναλλακτική μέθοδο, αφού όχι μόνο μειώνει τις απαιτήσεις σε Βιολογικά Απαιτούμενο Οξυγόνο κατά 90-95%, αλλά παράγει και συστατικά προστιθέμενης αξίας για τις βιομηχανίες τροφίμων. Στην περίπτωση των ζυμών, ο όξινος ορός αρχικά φιλτράρεται και αποστειρώνεται με μικροδιήθηση και κατόπιν χρησιμοποιείται για την καλλιέργεια των μικροοργανισμών αυτών (Dudkiewicz et al. 2016). Η βιομάζα γαλακτικών οξέων βρίσκει αρκετές εφαρμογές στις βιομηχανίες τροφίμων και φαρμακευτικών προϊόντων (Mondragón-Parada et al. 2006). Παρόλα αυτά, τα γαλακτικά βακτήρια έχουν σύνθετες διατροφικές απαιτήσεις, κυρίως σε πηγές αζώτου, γεγονός που κάνει τα εμπορικά θρεπτικά μέσα τους αρκετά δαπανηρά λόγω των υψηλών περιεκτικότητων τους σε πρωτεΐνη και με περιορισμένη εφαρμογή μόνο εργαστηριακά (Kırmacı et al. 2015). Έτσι, η έρευνα έχει προσανατολιστεί στην εύρεση εναλλακτικών μέσων καλλιέργειας των γαλακτικών βακτηρίων.

Ο όξινος ορός περιέχει λακτόζη, βιταμίνες και μέταλλα που μπορούν να βελτιώσουν την φυσιολογική δραστηριότητα των καλλιεργούμενων κυττάρων των γαλακτικών βακτηρίων, συνεπώς η χρήση του όξινου ορού στην καλλιέργειά τους θα μπορούσε να αποτελέσει άλλη μία εφαρμογή προστιθέμενης αξίας. Μέχρι τώρα, έχουν δημοσιευθεί λίγες μελέτες που αφορούν στη χρήση του όξινου ορού για καλλιέργεια κυττάρων γαλακτικών βακτηρίων, οι οποίες δείχνουν ότι με τη χρήση θρεπτικού μέσου κυτταροκαλλιέργειας με όξινο ορό, εμπλουτισμένου με χυμό τομάτας και εκχύλισμα ζύμης, θα μπορούσε να επιτευχθεί συγκρίσιμη ποσότητα βιομάζας γαλακτικών βακτηρίων με εκείνη που λαμβάνεται από τα συμβατικά εμπορικά θρεπτικά μέσα, όπως π.χ. με θρεπτικό μέσο de Man, Rogosa & Sharpe (MRS). Θα πρέπει όμως να λαμβάνονται υπόψη οι διαφορές στη σύσταση μεταξύ όξινου και

γλυκού ορού, αφού όπως έχει παρατηρηθεί, η παραγωγή βιομάζας γαλακτικών βακτηρίων χρησιμοποιώντας όξινο ορό συνήθως εμφανίζει υψηλότερη οξύτητα και περιεκτικότητα σε αλάτι και χαμηλότερη συγκέντρωση λακτόζης και πρωτεΐνης, σε σύγκριση με τη βιομάζα που παράγεται από γλυκό ορό (Alsaed et al. 2013).

6.7 Υδρόλυση της λακτόζης του όξινου ορού προς παραγωγή ολιγοσακχαριτών

Οι γαλακτοολιγοσακχαρίτες (GOS) συντίθενται από το ένζυμο β-γαλακτοσιδάση κατά την υδρόλυση της λακτόζης. Σε αυτή την αντίδραση γαλακτοζυλίωσης το τμήμα γαλακτοζυλίου μεταφέρεται σε ένα άλλο μόριο σακχάρου αντί του νερού, με αποτέλεσμα να προκύπτουν ολιγοσακχαρίτες διαφορετικού μήκους αλυσίδας και γλυκοζιτικών δεσμών. Επειδή οι δομές τους είναι παρόμοιες με τους ολιγοσακχαρίτες που περιέχονται στο ανθρώπινο μητρικό γάλα, δρουν ως πρεβιοτικά. Ενώ μέχρι πρότινος οι περισσότερες έρευνες για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης των GOS πραγματοποιούνταν με τη χρήση ρυθμιστικών διαλυμάτων λακτόζης ως υπόστρωμα, όλο και περισσότερη έρευνα διεξάγεται πλέον με υποπροϊόντα γαλακτοκομικών προϊόντων για την άμεση σύνθεση GOS, προκειμένου να αναπτυχθούν νέα γαλακτοκομικά προϊόντα εμπλουτισμένα με συστατικά υψηλής αξίας. Η αλλαγή του μέσου αντίδρασης για τη σύνθεση των GOS δεν είναι εύκολη, καθώς μπορεί να επηρεαστεί η δραστηριότητα ή/και η σταθερότητα του ενζύμου, καθώς και η τάση για γαλακτοζυλίωση.

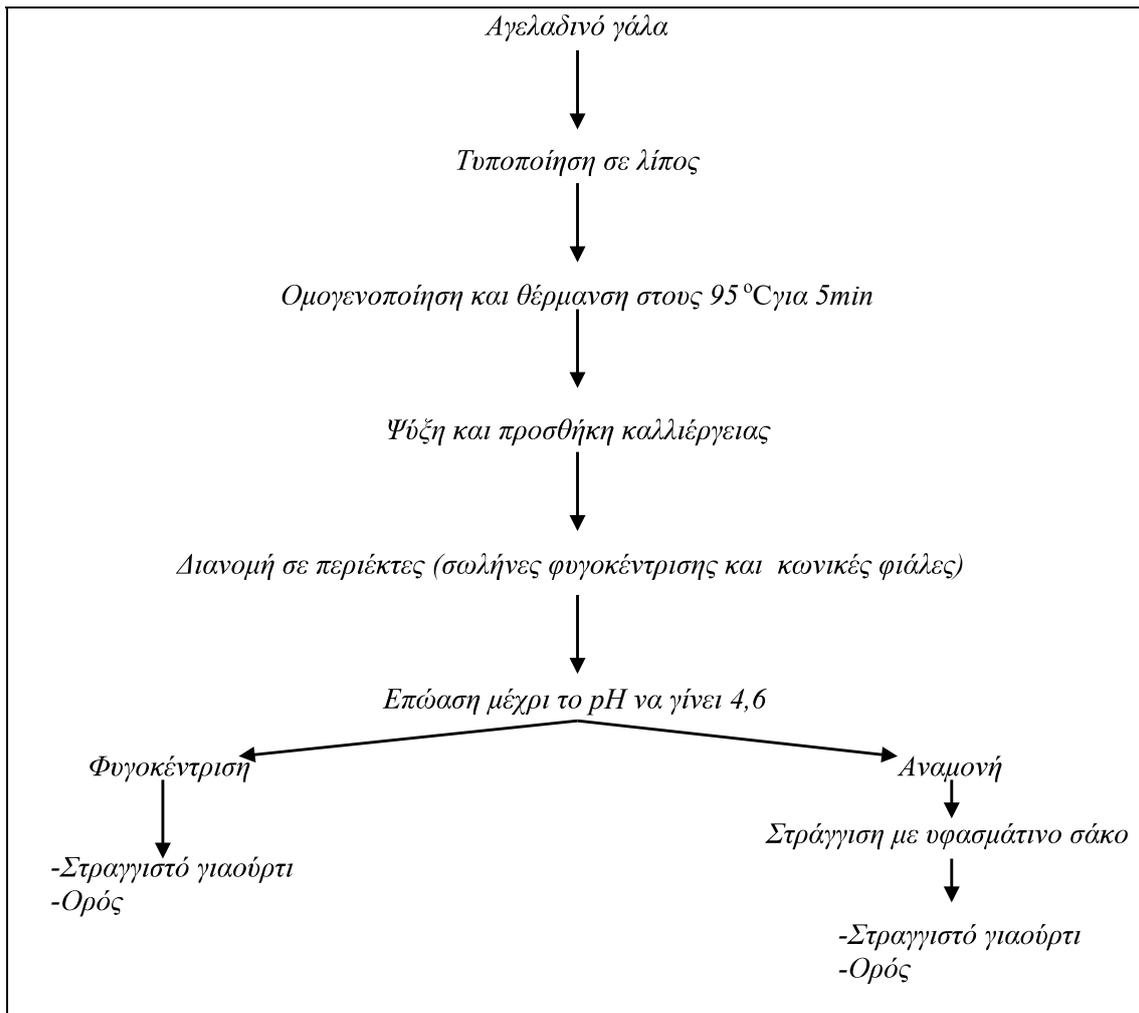
Για παράδειγμα, κάποιες πηγές αναφέρουν ότι οι GOS που παράγονται από τον *Bacillus circulans* στο γάλα (4,5%, 12% ή 20% λακτόζη) υδρολύονται πλήρως μετά από παρατεταμένη επώαση, ενώ άλλες ότι πολλοί από τους δι- και τρισακχαρίτες GOS παραμένουν, όταν χρησιμοποιείται ρυθμιστικό διάλυμα φωσφορικού νατρίου (Yin et al. 2017). Σε μελέτες βελτιστοποίησης με τη χρήση β-γαλακτοσιδάσης από το μικροοργανισμό *Kluyveromyces lactis* σε υπόστρωμα 40% κ.ό. σε λακτόζη σε ρυθμιστικό διάλυμα 0,1 M φωσφορικού νατρίου, επιτεύχθηκε μέγιστη απόδοση σε GOS 43,8%, ενώ σε συμπυκνωμένο τυρόγαλα η μέγιστη απόδοση σε GOS (29,9%) ήταν σημαντικά χαμηλότερη. Παρόμοια, χρησιμοποιώντας ένζυμο από το *Bullera singularis*, τα συστατικά που υπάρχουν στο διάλυμα γλυκού ορού γάλακτος (συμπυκνωμένο σε 20% αρχική λακτόζη) οδήγησαν σε σημαντική μείωση της

απόδοσης σε GOS. Ωστόσο, συχνά μια άμεση σύγκριση μεταξύ ορού γάλακτος ή γάλακτος και ρυθμιστικού διαλύματος είναι δύσκολη, επειδή έχουν χρησιμοποιηθεί διαφορετικές αρχικές συγκεντρώσεις λακτόζης (Rodriguez Colinas et al. 2016).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΟΥ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΠΩΣ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΟ ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΪΟΝ

5.1 Παρασκευή στραγγιστού γιαουρτιού από γάλα διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας και με διαφορετική μέθοδο στράγγισης

Για την παρασκευή γιαουρτιού από γάλα διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας και με διαφορετική μέθοδο στράγγισης, αποκορυφώνεται αρχικά το αγελαδινό γάλα και έπειτα τυποποιείται στις δύο λιποπεριεκτικότητες. Στη συνέχεια, το γάλα θερμαίνεται με ασυνεχή διαδικασία στους 95 °C για 5 λεπτά και χρησιμοποιείται λυοφιλιωμένη καλλιέργεια αραιωμένη σε γάλα όμοιας θερμικής επεξεργασίας. Και οι δύο τύποι γιαουρτιού στραγγίστηκαν με δύο μεθόδους. Η πρώτη είναι η φυγοκέντριση και η δεύτερη η παραδοσιακή στράγγιση σε υφασμάτινο σάκο για 24 ώρες στους 4 °C. Αμέσως μετά, συλλέγεται ο ορός και από τα δύο γιαούρτια, ζυγίζεται και καταψύχεται στους -21 °C ώστε να μπορούν να γίνουν επιπλέον αναλύσεις αν χρειαστεί και τα τελικά προϊόντα συντηρούνται στους 4 °C για 1 μήνα (Rodriguez Colinas et al. 2016).



Πηγή: (Rodriguez Colinas et al. 2016).

5.2 Παρασκευή στραγγιστού γιαουρτιού από γάλα διαφορετικής θερμικής επεξεργασίας και σε διαφορετικό χρόνο στράγγισης

Για την παρασκευή του στραγγιστού γιαουρτιού από γάλα διαφορετικής θερμικής επεξεργασίας και σε διαφορετικό χρόνο στράγγισης, το αγελαδινό γάλα αρχικά συλλέγεται και τυποποιείται σε λιποπεριεκτικότητα. Έπειτα, θερμαίνεται σε διαφορετικούς συνδυασμούς θερμοκρασιών και χρόνων σε πιλοτικό σύστημα ομογενοποίησης και θέρμανσης. Η θέρμανση γίνεται με σωληνωτό εναλλάκτη θερμότητας και ο εμβολιασμός γίνεται με την ίδια καλλιέργεια με αυτή της προηγούμενης παρασκευής γιαουρτιού. Στο γάλα το οποίο έχει θερμανθεί και στη συνέχεια ψυχθεί, προστίθεται η καλλιέργεια εκκίνησης και έπειτα το εμβολιασμένο γάλα διανέμεται σε περιέκτες γιαουρτιού, αποστειρωμένους σωλήνες φυγοκέντρησης,

οι οποίοι αναδεύονται ώστε να σπάσει το πήγμα. Οι μισοί από αυτούς τους σωλήνες φυγοκεντρούνται απευθείας για να απομακρυνθεί ο ορός και οι υπόλοιποι αφήνονται σε θερμοκρασία 4 °C για μία μέρα και φυγοκεντρούνται μετά με τον ίδιο τρόπο. Ο ορός και πάλι συλλέγεται, ζυγίζεται και παραμένει σε θερμοκρασίες κατάψυξης για τυχόν επιπλέον αναλύσεις, ενώ το τελικό προϊόν, δηλαδή το στραγγιστό γιαούρτι, συντηρείται στους 4 °C για ένα μήνα (Rodriguez Colinas et al. 2016).

5.3 Επιδράσεις των διαφορετικών τεχνολογικών παραμέτρων στο παραγόμενο στραγγιστό γιαούρτι

Η θέρμανση του γάλακτος επηρεάζει σημαντικά τη σύστασή του και πιο συγκεκριμένα, με τη θερμότητα αυξάνεται η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, λιπαρά, λακτόζη και επομένως ολικά στερεά.

Στο τελικό προϊόν, του οποίου το αρχικό γιαούρτι υπέστη ασυνεχή θερμική επεξεργασία, αυξάνονται τα στερεά συστατικά, γεγονός αναμενόμενο, αφού την ίδια αύξηση έχει και το γάλα που χρησιμοποιείται.

Σε γιαούρτια που χρησιμοποιείται φυγοκέντριση για την απομάκρυνση του ορού, μειώνεται η αποβολή του ορού από την πιο άτονη θερμική επεξεργασία έως την πιο έντονη. Η θερμότητα προκαλεί στο γάλα διάφορες φυσικοχημικές μεταβολές, ιδίως στο κλάσμα των πρωτεϊνών, με αποτέλεσμα τη δημιουργία σταθερότερου πήγματος και βελτιωμένης ικανότητας συγκράτησης της υγρασίας. Επομένως, η μείωση της αποβολής του ορού σε γιαούρτια προερχόμενα από γάλα με ασυνεχή θερμική επεξεργασία, έχει άμεση σχέση με το σταθερό πήγμα, που συγκράτησε περισσότερο ορό και το οποίο δημιουργήθηκε από τη μετουσίωση των πρωτεϊνών του ορού και βασικά της β-γαλακτοαλβουμίνης.

Γενικότερα, ισχύει ότι το pH στο τέλος της επώασης και η απόδοση και σκληρότητα του στραγγιστού γιαουρτιού μετά τη φυγοκέντριση έχουν άμεση σχέση. Ακόμη, λόγω του ότι οι μικροοργανισμοί στο γιαούρτι παραμένουν ζωντανοί και δρουν μεταβολικά κατά τη διάρκεια συντήρησης του προϊόντος, υπάρχει περίπτωση μετά το πέρας του ενός μήνα συντήρησης του γιαουρτιού, να παρατηρηθεί μείωση του pH και επομένως αύξηση της οξύτητας. Τα στοιχεία που δεν επηρεάζονται αισθητά από αυτές τις

τεχνολογικές παραμέτρους είναι το ασβέστιο, ο φώσφορος και το μαγνήσιο, αλλά και η γλυκόζη, η λακτόζη, η γαλακτόζη και το γαλακτικό οξύ.

Η θερμότητα και ειδικά αυτή σε υψηλά επίπεδα, μεταβάλλει τη δομή των πρωτεϊνών του ορού. Η α-γαλακτοαλβουμίνη δεν είναι τόσο ευαίσθητη στη θερμότητα όσο η β-γαλακτοβουλίνη, της οποίας το 1/3 θα μετουσιωθεί σε θερμοκρασία 80 °C και για διάστημα 4 δευτερολέπτων.

Τα γιαούρτια που είναι υψηλά σε λιπαρά έχουν σχετικά μικρή αποβολή ορού, αλλά η φυγοκέντριση την αυξάνει κατά 10% σε σχέση με την αποβολή που θα είχαν γιαούρτια που στραγγίστηκαν με τη μέθοδο των σάκων. Η αποβολή ορού είναι ένα φαινόμενο συναίρεσης, το οποίο στα στραγγιστά γιαούρτια ενισχύεται από την ανάδευση του πριν αλλά και κατά τη στράγγιση.

Τέλος, τα ανόργανα στοιχεία των γιαουρτιών δεν επηρεάζονται αισθητά και το pH τους μειώνεται κατά το διάστημα συντήρησής τους, γεγονός το οποίο είναι αναμενόμενο αφού συνεχίζεται η ζύμωση και η παραγωγή γαλακτικού οξέος (Rodriguez Colinas et al. 2016).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το γάλα, η τροφή που όλοι ξέρουν και καταναλώνουν, ξεκίνησε να αρμέγεται περίπου 6000 χρόνια προ Χριστού στο Ιράν από αγελάδες. Έκτοτε, η εργασία αυτή πέρασε σε όλους τους λαούς του κόσμου και αρμέγονται πολλά είδη ζώων. Πλέον μάλιστα παράγεται το «γάλα» και από καρπούς και φυτά. Αποτελείται από πλήθος ωφέλιμων στοιχείων όπως νερό, λακτόζη, λιπίδια, πρωτεΐνες, ένζυμα, βιταμίνες και ανόργανα συστατικά. Το γάλα αποτελεί πολύτιμο αγαθό και εφοδιάζει τους ανθρώπινους οργανισμούς αλλά και τους οργανισμούς των ζώων με χρήσιμες θρεπτικές ουσίες, πιο πολύ από κάθε άλλο τρόφιμο. Αυτή είναι η αιτία που το γάλα αποτελεί το πλουσιότερο τρόφιμο στη φύση. Το γάλα οφείλει να αποτελεί βασικό κομμάτι στη διατροφή κάθε μέρας και κυρίως σε ότι αφορά τα παιδιά, και τους ηλικιωμένους. Το γάλα είναι πηγή που εφοδιάζει τον άνθρωπο με αμέτρητες βασικές ουσίες όπως το ασβέστιο, ο φώσφορος, η βιταμίνη D, η βιταμίνη B2 κ.ά. Εξοπλίζει ακόμα τους ανθρώπους με απαραίτητες πρωτεΐνες μεγάλης βιολογικής αξίας και με απαραίτητα αμινοξέα. Συνεισφέρει επίσης, σε πιο μικρό ποσοστό, στο να καλύπτει τις ημερήσιες ανάγκες του ανθρώπου σε βιταμίνες A και B1.

Η ζύμωση είναι μία διαδικασία την οποία εφαρμόζουν εδώ και πολλές χιλιάδες χρόνια οι άνθρωποι, με πρωταρχικό σκοπό τη συντήρηση των τροφίμων και των αλκοολούχων προϊόντων. Είναι μία κυρίως αναερόβια διαδικασία, που μετατρέπει σάκχαρα σε άλλα συστατικά όπως είναι το αλκοόλ ή διάφορα οργανικά οξέα. Χωρίς τις διεργασίες του αλατίσματος, της ξήρανσης και άλλων παραδοσιακών διεργασιών συντήρησης, τα ευπαθή τρόφιμα θα αλλοιωνόνταν ή θα κρίνονταν μη ασφαλή για κατανάλωση.

Τα ζυμούμενα αγαθά χωρίζονται σε πολλά είδη τα οποία χρησιμοποιούνται καθημερινά. Τέτοια είναι το ξινόγαλο, κεφίρ, γιαούρτι, φέτα, κεφαλοτύρι, κρέμα γάλακτος και πολλά άλλα μεταξύ των οποίων και αμέτρητα είδη τυριού και γραβιέρας.

Το γιαούρτι είναι ίσως το πιο δημοφιλές προϊόν ζυμωμένου γάλακτος. Η λέξη προέρχεται από την τουρκική λέξη: yoğurt και σχετίζεται συνήθως με το ρήμα yoğurtmak που σημαίνει "να ζυμώνεται" ή "να πήξει". Παράγεται σε ποικίλες

συνθέσεις, είτε σε απλή, είτε σε πιο σύνθετες με προσθήκη ουσιών όπως φρούτα, ζάχαρη και παράγοντες πηκτωματοποίησης. Το γιαούρτι αποτελεί μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες κατηγορίες τροφίμων στον κόσμο. Είναι μια πολύ θρεπτική και εύπεπτη τροφή, κατάλληλη για όλες τις ηλικίες και φυσικά για όλες τις φάσεις της ανάπτυξης.

Ανεξαρτήτως της προέλευσης του γάλακτος που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για το γιαούρτι, τα κύρια συστατικά είναι ίδια. Αυτά είναι τα λιπαρά, οι πρωτεΐνες, τα σάκχαρα και τα ανόργανα άλατα. Η φυσική δομή του γιαουρτιού είναι ένα δίκτυο συσσωματωμένων σωματιδίων καζεΐνης επί του οποίου, μέρος των πρωτεϊνών του ορού έχει καταβυθιστεί λόγω της θερμικής μετουσίωσής τους. Μέσα σε αυτό το δίκτυο περικλείονται σφαιρίδια λίπους και ορός γάλακτος.

Το γιαούρτι έχει διάφορους τύπους όπως στέρεο γιαούρτι, συνεκτικό γιαούρτι, αναμειγμένο, στραγγισμένο, βιομηχανικό, αεριούχο, αφυδατωμένο. Ανάλογα με το είδος γιαουρτιού ακολουθείται και διαφορετική διαδικασία παραγωγής. Διαφορετικά, επίσης, μπορεί να είναι και τα όρια τυποποίησης του γάλακτος που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη, ανάλογα με τη χώρα που παρασκευάζεται το γιαούρτι. Τα βασικά όμως στάδια είναι αποθήκευση, ομογενοποίηση, παστερίωση, εμβολιασμός.

Στραγγιστό γιαούρτι χαρακτηρίζεται το προϊόν που λαμβάνεται από το γιαούρτι μετά από αποστράγγιση μέρους του ορού μετά την πήξη και έχει κατ' ελάχιστο 5,6 % πρωτεΐνες για το αγελαδινό ή γίδινο γάλα και 8 % για το πρόβειο γάλα. Αποτελεί μια κατηγορία γιαουρτιού ιδιαίτερα ωφέλιμη και με πολύ μεγάλη ζήτηση παγκοσμίως. Η Ελλάδα θεωρείται μια από τις βασικές χώρες που παράγει και εμπορεύεται στραγγιστό γιαούρτι. Σε πολλές χώρες όταν αναφέρονται σε ελληνικό γιαούρτι εννοούν το στραγγιστό.

Η συνεχώς αυξανόμενη παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη παραγωγή και παραπροϊόντων. Στη βιομηχανία, μεγάλο περιβαλλοντικό πρόβλημα αποτελεί ο ορός γάλακτος. Ανάλογα με την τεχνική επεξεργασίας που χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό της καζεΐνης από το γάλα, υπάρχουν τέσσερις τύποι ορού, ο όξινος, ο γλυκός, ο αλμυρός και ο φυσικός ορός, με τους δύο πρώτους τύπους να αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής. Ο όξινος ορός προκύπτει από τη ζύμωση του γάλακτος σε γιαούρτι ή νωπά τυριά, όπως τυρί κρεμάς, Cottage και Ricotta, ενώ ο γλυκός ορός αποτελεί παραπροϊόν της πήξης

του γάλακτος κατά την παραγωγή σκληρών και ημίσκληρων τυριών, ευρέως γνωστός και ως τυρόγαλα.

Για την παρασκευή γιαουρτιού από γάλα διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας και με διαφορετική μέθοδο στράγγισης, αποκορυφώνεται αρχικά το αγελαδινό γάλα και έπειτα τυποποιείται στις δύο λιποπεριεκτικότητες. Για την παρασκευή του στραγγιστού γιαουρτιού από γάλα διαφορετικής θερμικής επεξεργασίας και σε διαφορετικό χρόνο στράγγισης, το αγελαδινό γάλα αρχικά συλλέγεται και τυποποιείται σε λιποπεριεκτικότητα. Έπειτα, θερμαίνεται σε διαφορετικούς συνδυασμούς θερμοκρασιών και χρόνων σε πιλοτικό σύστημα ομογενοποίησης και θέρμανσης. Η θέρμανση γίνεται με σωληνωτό εναλλάκτη θερμότητας και ο εμβολιασμός γίνεται με την ίδια καλλιέργεια με αυτή της προηγούμενης παρασκευής γιαουρτιού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία:

1. Ζερφυρίδης Γ. (1996)., Τεχνολογία Προϊόντων Γάλακτος., Εκδόσεις: Δεδούση., Θεσσαλονίκη
2. Καμινारीδης Σ., Μοάτσου Γ. (2009). Βασικά Γαλακτοκομικά Προϊόντα. Γαλακτοκομία. Εκδόσεις Έμβυο
3. Καραουλάνης Γ. (2005)., Εργαστηριακές Αναλύσεις και Ποιοτικός Έλεγχος στις Βιομηχανίες Τροφίμων., Εκδόσεις: Σταμούλη., Αθήνα
4. Κώδικας Τροφίμων, Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης, (2009), Μέρος Α, Άρθρο 80, Έκδοση 4
5. Μαντής Αντώνης Ι., Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προ ιόντων του, εκδοτικός οίκος αδελφών Κυριακίδη α.ε., Τρίτη έκδοση, 2011.
6. Μάντης, Α.Ι., (2000), Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του Εκδόσεις Κυριακίδης
7. Μπλούκα Ι, (2004), Επεξεργασία και Συντήρηση Τροφίμων Αθήνα

Ξένη Βιβλιογραφία

1. Alsaed AK, Ahmad R, Aldoomy H, El-Qader AS, Saleh D, Sakejha H, Mustafa L. Characterization, concentration and utilization of sweet and acid whey. *Pak J Nutr.* 2013
2. Ayivi, R. D., Gyawali, R., Krastanov, A., Aljaloud, S. O., Worku, M., Tahergorabi, R., Silva, R. C. da, & Ibrahim, S. A. (2020). Lactic Acid Bacteria: Food Safety and Human Health Applications. *Dairy*, 1(3), 202–232. <https://doi.org/10.3390/dairy1030015>
3. Capozzi, V., Fragasso, M., Romaniello, R., Berbegal, C., Russo, P., & Spano, G. (2017). Spontaneous Food Fermentations and Potential Risks for Human Health. *Fermentation*, 3(4), 49. <https://doi.org/10.3390/fermentation3040049>

4. Castillo Martinez, F. A., Balciunas, E. M., Salgado, J. M., Domínguez González, J. M., Converti, A., & Oliveira, R. P. de S. (2013). Lactic acid properties, applications and production: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 30(1), 70–83. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.11.007>
5. Cuvas-Limon, R. B., Nobre, C., Cruz, M., Rodriguez-Jasso, R. M., Ruíz, H. A., Loredotreviño, A., Texeira, J. A., & Belmares, R. (2020). Spontaneously fermented traditional beverages as a source of bioactive compounds: An overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 0(0), 1–23. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1791050>
6. De Roos, J., & De Vuyst, L. (2018). Acetic acid bacteria in fermented foods and beverages. *Current Opinion in Biotechnology*, 49, 115–119. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2017.08.007>
7. De Wit , Elliott (2001), Properties of acid whey as a function of pH and temperature, *Journal of Dairy Science* ,Volume 98, Issue 7, Pages 4352-4363
8. Erickson E.B., (2017), Acid Whey: is the waste product an untapped goldmine? *Chemical & engineering news* volume 95 Issue 6
9. Farnworth, E. R. (2005). The Beneficial Health Effects of Fermented Foods- Potential Probiotics Around the World. *Journal of Nutraceuticals, Functional & Medical Foods*, 4(3–4), 93–117. https://doi.org/10.1300/J133v04n03_07
10. Fox, M. J., Ahuja, K. D. K., Robertson, I. K., Ball, M. J., & Eri, R. D. (2015). Can probiotic yogurt prevent diarrhoea in children on antibiotics? A double-blind randomised, placebo-controlled study. *BMJ Open*, 5(1), e006474. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-006474>
11. Garrigues, C., Johansen, E., & Crittenden, R. (2013). Pangenomics – an avenue to improved industrial starter cultures and probiotics. *Current Opinion in Biotechnology*, 24(2), 187–191. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2012.08.009>
12. Gasheva M. A., Sujunchev O.A. 2009, ‘Investigation of new kinds of sour-milk product – aijran’
13. Helderich, W., & Westhoff (1980), *All about yoghurt*. Prentice Hall Inc. Englewood, New Jersey.
14. Hui, Y.H., Meunier-Goddik, L., Josephsen, J., Wai-Kit, N., Stanfield, P.S., (2004), *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology.*, CRC Press

15. Jelen Pavel (1992), *Whey Cheeses and Beverages*. *Whey and Lactose Processing* pages 157–193
16. Jelen Pavel (2011), *WHEY PROCESSING | Utilization and Products*
17. Jeličić Irena et al. (2008), *Whey-based beverages-a new generation of diary products*, Vol. 58 No. 3 pages 257-274
18. Kailasapathy, K., (2008), *Chemical Composition, Physical and Functional Properties of Milk and Milk Ingredients*. *Dairy Processing & Quality Assurance*.
19. Kechagia, M., Basoulis, D., Konstantopoulou, S., Dimitriadi, D., Gyftopoulou, K., Skarmoutsou, N., & Fakiri, E. M. (2013). *Health Benefits of Probiotics: A Review*. *ISRN Nutrition*, 2013. <https://doi.org/10.5402/2013/481651>
20. Kirmaci, H.A., Özer, B.H., Akcelik, M. & Akcelik, N., (2016), *Identification and characterisation of lactic acid bacteria isolated from traditional Urfa cheese*. *Int J. Dairy Technol.*
21. Kok, C. R., & Hutkins, R. (2018). *Yogurt and other fermented foods as sources of healthpromoting bacteria*. *Nutrition Reviews*, 76(Suppl 1), 4–15. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy056>
22. Kudayarova R.R., Gilmutdinova L.T., Yamaletdinov K.S., Gilmutdinov A.R., Gabdelhakova L.T., Zinnatullin R.Kh. 2010, ‘*Historical aspects of the use in medicine kumis*
23. Luo C. & Deng S.,(2016), *Viili as Fermented Food in Health and Disease Prevention : A Review Study*, *Journal of Agricultural Science and Food Technology*, 2(7):105-113: https://www.researchgate.net/publication/307475948_Viili_as_Fermented_Food_in_Health_and_Disease_Prevention_A_Review_Study/link/57c6895608ae7642019b2492/download
24. Mani, A. (2018). *Food Preservation by Fermentation and Fermented food products*. *International Journal of Academic Research*, 2395, 8.
25. Marshall V.M.E., Tamime A.Y (1997)., *Physiology and biochemistry of fermented milk.*, *Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk.*, Blackie Academic and Professional., Vol (4)., pp. 153 – 192.
26. Martín, M.J., Lara-Villoslada, F., Ruiz, M.A., Morales, M.E., (2015), *Microencapsulation of bacteria: A review of different technologies and their*

- impact on the probiotic effects, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Volume 27, Pages 15-25.
27. Mondragón-Parada Maria-Elena et al. (2006), Lactic Acid Bacteria Production From Whey. *Appl Biochem Biotechnol*. Pages 223-232.
 28. Mudgal S.P. & Prajapati J.B., (2017), Dahi- An Indian Naturally Fermented Yogurt. *Yogurt in Health and Disease Prevention*, 353-369 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128051344000201>
 29. Nishanthi, Vasiljevic & Chandrapala Jayani (2017), Properties of Whey Proteins Obtained From Different Whey Streams. *International Dairy Journal* 66 pages 202-212
 30. Osvik R.D., Sperstad S., Breines E., Hareide E., Godfroid J et al., (2013), Bacterial diversity of aMasi, a South African fermented milk product, determined by clone library and denaturing gradient gel electrophoresis analysis, *African Journal of Microbiology Research*, 7(32), 4146-4158 : https://www.researchgate.net/publication/257416083_Bacterial_diversity_of_a_Masi_a_South_African_fermented_milk_product_determined_by_clone_library_and_denaturing_gradient_gel_electrophoresis_analysis/link/00b7d5253d38397c9600000/dow nload
 31. Ozer B. H., Evrendilek G. A. (2015). *Dairy microbiology and biochemistry recent developments*. Taylor & Francis Group, New York
 32. Perricone, M., Arace, E., Calò, G., & Sinigaglia, M. (2017). Ethnic fermented foods. In B. Speranza, A. Bevilacqua, M. R. Corbo, & M. Sinigaglia (Eds.), *Starter Cultures in Food Production* (pp. 384–406). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118933794.ch19>
 33. Rathore, S., Desai, P.M., Liew, C.V., Chan, L.W., Heng, P.W.S., (2010), Microencapsulation of microbial cells, *Journal of Food Engineering*, Volume 116, Issue 2, 2013, Pages 369-381 R.D.C.S. Ranadheera, S.K. Baines, M.C. Adams, Importance of food in probiotic efficacy, *Food Research International*, Volume 43, Issue 1, Pages 1-7.
 34. Rodríguez, A., Martínez, B., García, P., Ruas-Madiedo, P., & Sánchez, B. (2017). New trends in dairy microbiology: Towards safe and healthy products. In B. Speranza, A. Bevilacqua, M. R. Corbo, & M. Sinigaglia (Eds.), *Starter*

- Cultures in Food Production (pp. 299–323). John Wiley & Sons, Ltd.
<https://doi.org/10.1002/9781118933794.ch15>
35. Roginski, H., J.W., Fuquay, & P.F., Fox, (2003), Eds., Encyclopedia of Dairy Sciences, Vols. 1–4, Academic Press, London.
 36. Sankaranarayanan, A., Amaresan, N., & Dhanasekaran, D. (2019). Fermented Food Products. CRC Press.
 37. Saxelin, M., Korpela, R., Mäyrä-Mäkinen, A., (2003), Introduction: Classifying functional dairy products, Functional Dairy Products, in MattilaSandholm, T., & Saarela, M., Eds, pp. 1-16, CRC Press
 38. Show, P. L., Oladele, K. O., Siew, Q. Y., Zakry, F. A. A., Lan, J. C.-W., & Ling, T. C. (2015). Overview of citric acid production from *Aspergillus niger*. *Frontiers in Life Science*, 8(3), 271–283.
<https://doi.org/10.1080/21553769.2015.1033653>
 39. Smithers W. Geoffrey (2015), Acid whey trends and health benefits. *Journal of Dairy Science*, Volume 104, Issue 2, Pages 1262-1275
 40. Swaisgood, H.E., (1985), Milk. In *Food Chemistry*. (OR Fennema, ed.) New York: Marcel Dekker.
 41. Szczodrak J., (2000), Hydrolysis of lactose in whey permeate by immobilized β galactosidase from *Kluyveromyces fragilis*. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, Volume 10, Issue 6, Pages 631-637
 42. Tamime A.Y., Deeth H. C. (1980). *Yogurt: Technology and Biochemistry in Journal of Food Protection*
 43. Tamime A.Y. and Robinson R.K., (1999), *Yogurt Science and Technology*, Second edition, Woodhead Publishing Limited Abington Hall, England, 1-15
 44. Terefe N.S., (2016), Food Fermentation, in *Reference Module in Food Science*, :
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978008100596503420X>
 45. Walstra, P., Walstra, P., Wouters, J.T., & Geurts, T. J., (2006), *Dairy science and technology*. CRC press.
 46. Weaver C. M, How sound is the science behind the dietary recommendations for dairy, *The American journal of clinical nutrition*, 2014
 47. Yegna Narayan Aiyar, A.K., (2003) *Dairying in ancient India*, *Indian Dairyman*, 5, 77– 83

48. Yildiz, F., (2016), Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products. CRC Press
49. Yin et al. (2017), Temperature-Phased Conversion of Acid Whey Waste Into Medium-Chain Carboxylic Acids via Lactic Acid. Volume 2, Pages 280-295