



Σχολή Επιστημών Τροφίμων

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ζυμωμένα γάλατα της Μεσογείου.

Τεχνολογία και Διατροφική αξία, ομοιότητες και διαφορές

MSc Thesis

Fermented milks of the Mediterranean.

Technology, Nutritional value, similarities and differences

Διευθυντής

Καθ. Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων (ΠΑ.Δ.Α)

Ιωάννης Τσάκνης



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑΣ/NAME OF STUDENT

Δήμητρας Μάργαρη / Dimitra Margari

ΟΝΟΜΑ ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑΣ/NAME OF THE SUPERVISOR

Δρ Ευσταθία Τσάκαλη / Dr Efstathia Tsakali

Επίκουρη Καθηγήτρια / Assistant Professor

ΑΙΓΑΛΕΩ/AIGALEO 2021



Faculty of Food Sciences

Department of Food Science and Technology

Master of Science

FOOD INNOVATION, QUALITY AND SAFETY

MSc Thesis

Fermented milks of the Mediterranean.

Technology, Nutritional value, similarities and differences

NAME OF STUDENT

Dimitra Margari

NAME OF THE SUPERVISOR

Dr Efstathia Tsakali

Assistant Professor

AIGALEO 2021

Έγινε δεκτή

Ο Διευθυντής του ΠΜΣ:

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (master thesis) με τίτλο **‘Ζυμωμένα γάλατα της Μεσογείου. Τεχνολογία, ι Διατροφική αξία, ομοιότητες και διαφορές’** που παρουσιάστηκε από την **Δήμητρα Μάργαρη**, υποψηφίου για τον μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών στην **ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ** και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ευσταθία Τσάκαλη
Επιβλέπουσα

Αναστασία Κανέλλου
Μέλος επιτροπής

Δήμητρα Χούγουλα
Μέλος επιτροπής

Δήλωση περί λογοκλοπής/Copyright

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Δήμητρα Μάργαρη, με αριθμό μητρώου fics19015 φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι 23/10/2021 και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.

Η Δηλούσα

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κυρία Ευσταθία Τσάκαλη του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε για να εκπονήσω αυτή την εργασία, για τις οδηγίες και τις πολύτιμες επιστημονικές της συμβουλές και στην άψογη καθοδήγησή της σ' όλη την διάρκεια της εργασίας μου που κατάφερα να την ολοκληρώσω. Τις θερμές μου ευχαριστίες στην οικογένεια μου και ιδιαίτερα στον σύζυγό μου Χάρη Σεμιδαλά για την στήριξη την υπομονή και την αγάπη του, την εμπιστοσύνη του έως ότου ολοκληρώσω την εργασία μου.

Αφιέρωσεις

Στον σύζυγό μου

Περίληψη

Στη εργασία αυτή διαπραγματεύονται τα προϊόντα ζύμωσης του γάλακτος καθώς και η τεχνολογία παραγωγής τους στις χώρες της Μεσογείου. Τα προϊόντα αυτά είναι μια ομάδα γνωστή στον άνθρωπο από τα αρχαία χρόνια, τόσο για τα αισθητηριακά τους χαρακτηριστικά όσο και για την διατροφική τους αξία και τα οφέλη στην υγεία. Αποτελούν αναπόσπαστο στοιχείο της σύγχρονης Πυραμίδας της Μεσογειακής διατροφής που περιλαμβάνει γαλακτοκομικά προϊόντα με χαμηλά λιπαρά. Τα προϊόντα αυτά συμβάλλουν στην καλή υγεία των οστών, αλλά επίσης μπορεί να είναι και μια σημαντική πηγή κορεσμένων λιπαρών. Ακολούθως αναφέρονται τα είδη γάλακτος που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή των προϊόντων ζύμωσής του στις χώρες της Μεσογείου. Αναλύεται η σημαντική συνεισφορά των μικροοργανισμών στην μετατροπή ενός ευαλλοιώτου προϊόντος όπως είναι το γάλα σε συντηρήσιμα προϊόντα, δηλαδή, το κεφίρ, το γιαούρτι, το τυρί, το αριάνι και ο τραχανάς. Επίσης, παρουσιάζονται τόσο οι παραδοσιακές όσο και οι σύγχρονες βιομηχανικές μέθοδοι παρασκευής των ζυμωμένων γαλάτων. Αναλύονται οι βιοχημικές μεταβολές κατά την διάρκεια της ωρίμανσής τους ώστε να αποκτήσουν τα επιθυμητά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Η διατροφική τους αξία είναι πολύ σημαντική διότι περιέχουν βιταμίνες του συμπλέγματος Β και βιταμίνη Α μέταλλα, πλήρεις πρωτεΐνες και λιπίδια. Ωφελούν στην υγεία γιατί έχουν αντιοξειδωτική δράση, επιβραδύνουν την οξείδωση, εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες. Επίσης, παρουσιάζουν αντιμικροβιακή δράση, μείωση των καρδιαγγειακών παθήσεων, μεγάλη βελτίωση των συμπτωμάτων του συνδρόμου ευερέθιστου εντέρου, συμβάλλουν κατά της παχυσαρκίας και είναι κατάλληλα σε άτομα που πάσχουν από δυσανεξία στη λακτόζη. Τέλος αναφέρονται οι ομοιότητες και οι διαφορές μεταξύ των ζυμωμένων προϊόντων γάλακτος στις χώρες της Μεσογείου.

Abstract

In this work, we describe the fermentation products of milk and their production technology in Mediterranean countries. Since ancient times, this group of products is well-known to man for their sensory characteristics, nutritional value, and health benefits. They are an integral part of the modern Pyramid of the Mediterranean diet that includes low-fat dairy products. These products contribute to good bone health but can also be an essential source of saturated fat. In fact, microorganisms significantly contribute to converting milk, a perishable product, into preservative fermentation products with some of the most representative ones: kefir, yogurt, cheese, ariani, and Trahanas. Also, both traditional and modern industrial methods of making fermented milk are presented. Biochemical changes are analyzed during their maturation to acquire the desired organoleptic characteristics. Their very important nutritional value lies in including B vitamins and vitamin A minerals, whole proteins, and lipids. They benefit health because they have antioxidant activity, slow down oxidation, neutralize free radicals. They also have antimicrobial properties, reduce cardiovascular disease, greatly improve the symptoms of irritable bowel syndrome, prevent obesity, and are suitable for people suffering from lactose intolerance. Finally, the similarities and differences among various fermented milk products in the Mediterranean countries are illustrated.

Keywords: Mediterranean, fermented milk, probiotics, lactic acid bacteria, cheese, kefir, yoghurt, sour milk, white brined cheese, whey cheese, ariani, trahanas

Περιεχόμενα

Δήλωση περί λογοκλοπής/Copyright	III
Ευχαριστίες	IV
Περίληψη.....	V
Abstract	VI
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	1
Μεσογειακή διατροφή.....	1
1.1 Γενικά.....	1
1.2 Ο ρόλος της Μεσογειακής διατροφής στην Μεσόγειο.....	2
1.3 Τρόφιμα της Μεσογειακής διατροφής.....	7
1.3.1 Έξτρα παρθένο ελαιόλαδο.....	7
1.3.2 Υψηλή κατανάλωση οσπρίων και ξηρών καρπών.....	7
1.3.3 Υψηλή κατανάλωση ακατέργαστων δημητριακών.....	8
1.3.4 Υψηλή κατανάλωση φρούτων και λαχανικών.....	8
1.3.5 Μέτρια κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων.....	8
1.3.6 Μέτρια έως υψηλή κατανάλωση ψαριών.....	8
1.3.7 Χαμηλή κατανάλωση κρέατος και προϊόντων κρέατος..	9
1.3.8 Μέτρια κατανάλωση κρασιού.....	9
1.4 Εξέλιξη της έρευνας για τη Μεσογειακή διατροφή.....	9
1.5 Μεταβολομική των χαρακτηριστικών συστατικών της ΜΔ.....	10
1.5.1 Παρθένο ελαιόλαδο.....	10
1.5.2 Πολυφαινόλες και κόκκινο κρασί.....	11
1.5.3 Καρύδια.....	11
1.5.4 Γαλακτοκομικά προϊόντα.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	13
Ζυμωμένα Γαλακτοκομικά προϊόντα.....	13
2.1 Γενικά.....	13
2.2 Τεχνολογία και διατροφική αξία του κεφίρ.....	14
2.2.1 Εισαγωγή.....	14
2.2.2 Κόκκοι κεφίρ.....	14
2.2.3 Κατανομή των μικροοργανισμών στο κεφίρ.....	15

2.2.4 Ζύμες Κεφίρ.....	16
2.2.5 Βακτήρια του Κεφίρ.....	18
2.2.6 Αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μικροοργανισμών κεφίρ.....	18
2.2.7 Ο πολυσακχαρίτης κεφιράν.....	19
2.2.7.1 Εφαρμογές και ιδιότητες του κεφιράν.....	20
2.2.8 Παραγωγή κεφίρ.....	22
2.2.8.1 Παραδοσιακή μέθοδος παρασκευής κεφίρ.....	23
2.2.8.2 Βιομηχανική μέθοδος παρασκευής κεφίρ.....	24
2.2.8.3 Ο ρόλος της θερμικής επεξεργασίας του γάλακτος στη παραγωγή του κεφίρ.....	26
2.2.9 Διαιτητική και θρεπτική αξία του κεφίρ.....	27
2.2.10 Τα οφέλη στη υγεία από τη χρήση του κεφίρ.....	29
2.2.10.1 Αντιφλεγμονώδης και θεραπευτική δράση.....	29
2.2.10.2 Υποχοληστερολαιμική επίδραση.....	30
2.2.10.3 Κεφίρ και δυσανεξία στη λακτόζη.....	30
2.2.11 Ομοιότητες και διαφορές στην τεχνολογία του κεφίρ στις χώρες της Μεσογείου.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	33
ΓΙΑΟΥΡΤΙ.....	33
3.1 Γενικά.....	33
3.1.1 Ορισμός και κύριοι τύποι γιαουρτιού και ζυμωμένων γαλάτων.....	33
3.1.2 Ορισμένοι τύποι γιαουρτιού.....	35
3.2 Μικροβιολογικοί και βιοχημικοί μηχανισμοί στην παρασκευή γιαουρτιού.....	37
3.2.1 Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά του γιαουρτιού.....	37
3.2.2 Βιοχημικές και φυσικοχημικές μεταβολές κατά τη ζύμωση γαλακτικού οξέος.....	38
3.2.2.1 Παραγωγή γαλακτικού οξέος.....	38
3.2.2.2 Πρωτεόλυση.....	39
3.2.2.3 Παραγωγή ενώσεων οσμής και γεύσεως.....	40
3.2.2.4 Πήξη.....	40
3.2.2.5 Σχηματισμός εξωπολυσακχαρίτη.....	41
3.3 Παραγωγή γιαουρτιού.....	41
3.3.1 Γενικά διαγράμματα παρασκευής γιαουρτιού.....	41

3.3.2 Προετοιμασία του μείγματος.....	42
3.3.2.1 Τυποποίηση του γάλακτος.....	42
3.3.2.2 Φυσικές διεργασίες του μείγματος.....	44
3.3.3 Η διεργασία της ζύμωσης.....	45
3.3.3.1 Εμβολιασμός του μείγματος.....	45
3.3.3.2 Στάδιο ζύμωσης.....	46
3.3.4 Παραλαβή και συσκευασία γιαουριού.....	47
3.3.4.1 Ψύξη και παραλαβή του γιαουριού.....	47
3.3.4.2 Συσκευασία γιαουριού.....	48
3.4 Η διατροφική αξία του γιαουριού.....	48
3.4.1 Υδατάνθρακες.....	49
3.4.1.1 Διαθέσιμοι υδατάνθρακες.....	49
3.4.1.2 Μη διαθέσιμοι υδατάνθρακες.....	50
3.4.1.3 Εξωπολυσακχαρίτες (EPS).....	51
3.4.2 Πρωτεΐνες.....	52
3.4.3 Λιπίδια.....	53
3.4.4 Βιταμίνες και μέταλλα.....	54
3.4.4.1 Καλλιέργειες γιαουριού.....	54
3.5 Τα οφέλη του γιαουριού στην υγεία.....	57
3.5.1 Οφέλη στην απώλεια βάρους.....	58
3.5.2 Οφέλη στο γαστρεντερικό σωλήνα.....	58
3.5.2.1 Πέψη λακτόζης.....	58
3.5.2.2 Συνολική πέψη και βελτίωση της διατροφής.....	58
3.5.2.3 Πρόληψη και θεραπεία της διάρροιας.....	59
3.5.2.4 Σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου.....	59
3.5.3 Λιπαρή ηπατική νόσος.....	59
3.5.4 Μείωση των καρδιαγγειακών παθήσεων και της Χοληστερόλης.....	60
3.5.5 Δομή και ολοκλήρωση οστών.....	60
3.6 Τύποι Ελληνικού γιαουριού.....	61
3.7 Τύποι Τουρκικού γιαουριού.....	67
3.7.1 Γιαούρτι Silivri.....	67
3.7.2 Αλατισμένο γιαούρτι.....	67
3.8 Γιαούρτι Αιγύπτου από γάλα βούβαλου.....	68
3.9 Ομοιότητες και διαφορές στη παρασκευή του γιαουριού.....	69

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	70
4.1 Αριάνι.....	70
4.2 Οφέλη του Αριάνι στην υγεία.....	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	73
Τυριά Μεσογείου.....	73
5.1 Γενικά.....	73
5.2 Τεχνολογία τυριών.....	76
5.2.1 Γενική περιγραφή παρασκευής τυριών.....	77
5.2.2 Επιλογή και επεξεργασία του γάλακτος για την παρασκευή τυριού.....	78
5.2.3 Οξίνιση.....	79
5.2.4 Πήξη του γάλακτος.....	81
5.2.5 Διεργασίες μετά την πήξη του γάλακτος.....	82
5.2.6 Ωρίμανση.....	83
5.2.6.1 Πρωτεόλυση και καταβολισμός αμινοξέων	83
5.2.6.2 Λιπόλυση.....	86
5.3 Ελληνικά παραδοσιακά τυριά.....	86
5.3.1 Τυριά άλμης.....	90
5.3.1.1 Φέτα.....	93
5.3.1.2 Καλαθάκι Λήμνου.....	93
5.3.1.3 Σφέλα.....	93
5.3.1.4 Το τυρί Μπάτζος.....	94
5.3.2 Μαλακά τυριά.....	96
5.3.2.1 Γαλοτύρι.....	96
5.3.2.2 Κατίκι Δομοκού.....	96
5.3.2.3 Το πηχτόγαλο Χανίων.....	97
5.3.2.4 Το Ανεβατό.....	97
5.3.2.5 Κοπανιστή.....	98
5.3.2.6 Ξύγαλο Σητείας.....	98
5.3.3 Ημίσκληρα τυριά.....	98
5.3.3.1 Κασέρι.....	99
5.3.3.2 Φορμαέλλα Αράχωβας Παρνασσού.....	99
5.3.4 Σκληρά τυριά.....	100
5.3.4.1 Κεφαλογραβιέρα.....	100
5.3.4.2 Γραβιέρα Αγράφων.....	102

5.3.4.3	Γραβιέρα Κρήτης.....	102
5.3.4.4	Γραβιέρα Νάξου.....	103
5.3.4.5	Λαδοτύρι Μυτιλήνης.....	104
5.3.4.6	Μετσοβόνε.....	105
5.3.4.7	Τυρί Σαν Μιχάλη.....	105
5.3.5	Τυριά τυρογάλακτος.....	106
5.3.5.1	Το Μανούρι.....	106
5.3.5.2	Ξυνομυζήθρα Κρήτης.....	106
5.4	Ιταλικά Τυριά.....	108
5.4.1	Γενικά.....	108
5.4.2	Σκληρά Ιταλικά τυριά.....	109
5.4.2.1	Parmigiano Reggiano και Grana Padano.....	109
5.4.2.2	Asiago d'Allevo.....	112
5.4.2.3	Pecorino Romano.....	113
5.4.2.4	Πεκορίνο di Το Picinisco.....	114
5.4.3	Ημίσκληρα τυριά (pasta filata).....	114
5.4.3.1	Mozzarella di Bufala Campana.....	116
5.4.3.2	Caciocavallo Silano.....	116
5.4.3.3	Kashkaval.....	117
5.4.3.4	Provolone Valpadana και Provolone del Monaco.....	118
5.4.4	Μαλακά τυριά.....	118
5.4.4.1	Casciotta D'Urbino.....	118
5.4.4.2	Murazzano.....	119
5.4.5	Τυρί τυροπήγματος.....	119
5.4.5.1	Ricotta Romana.....	119
5.5	Γαλλικά τυριά.....	119
5.5.1	Γαλλικά Μεσογειακά τυριά ΠΟΠ.....	119
5.5.1.1	Γενικά για το τυρί Roquefort.....	119
5.5.1.2	Παρασκευή και συνθήκες ωρίμανσης του Roquefort.....	121
5.5.1.3	Λιπολυτικά ένζυμα του <i>P. Roqueforti</i>	121
5.5.1.4	Πρωτεολυτικά ένζυμα του <i>P. roqueforti</i>	122
5.5.1.5	Συμβολή του Roquefort στην υγεία.....	122
5.5.1.6	Διατροφική αξία του τυριού Roquefort.....	123
5.5.2	Το τυρί Brocciu.....	124

5.5.3 Ossau-Iraty.....	125
5.6 Ισπανικά σκληρά τυριά.....	125
5.6.1 Mahón.....	125
5.6.2 Manchego.....	126
5.6.3 Roncal.....	127
5.7 Τυριά Τουρκίας.....	128
Γενικά.....	128
5.7.1 Λευκό τυρί (άλμης).....	128
5.7.1.1 Χημικές σύσταση του λευκού τυριού.....	129
5.7.2 Τυρί Kashar (pasta Filata).....	129
5.7.3 Lor τυρί (μαλακό τυρί).....	130
5.7.3.1 Χημικές σύσταση του τυριού Lor.....	130
5.8 Τυριά της Κύπρου.....	131
5.8.1 Το Χαλλούμι.....	131
5.9 Τυριά Αιγύπτου.....	133
5.9.1 Domiati.....	133
5.10 Ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των τυριών της Μεσογείου.....	134
5.10.1 Πρώτη ύλη.....	134
5.10.2 Τεχνολογία τυριού.....	134
5.10.3 Επεξεργασία τυροπήγματος.....	135
5.10.4 Αλάτισμα.....	135
5.10.5 Ωρίμανση.....	135
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	137
6.1 Τραχανάς.....	137
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	139
1. Οφέλη στην υγεία από τα ζυμωμένα γάλατα.....	139
2. Παραδοσιακές μέθοδοι.....	139
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	
Ξενόγλωσση.....	140-150
Ελληνική.....	151

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εικόνα 1.1 Η αρχική πυραμίδα της μεσογειακής διατροφής. Μια μικρομερίδα αντιστοιχεί περίπου στο ήμισυ της μερίδας που καθορίζουν οι αγορανομικές διατάξεις. Συνιστάται η κατανάλωση άφθονου ύδατος, η μειωμένη πρόσληψη του άλατος και η χρήση αρωματικών φυτών (θυμάρι, βασιλικός, ρίγανη, δυόσμος).....4

Εικόνα 1.2. Η σύγχρονη αντίληψη για την πυραμίδα της Μεσογειακής διατροφής. Παρακάτω αναλύεται η πυραμίδα και συνδυάζονται οι υποδείξεις από τον Εθνικό Διατροφικό Οδηγό για ενήλικες.....6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Εικόνα 2.1 Κόκκοι κεφίρ.....15

Εικόνα 2.2 Σάρωση ηλεκτρονικής μικροσκοπίας μικροβιακής χλωρίδας σε κόκκους κεφίρ. Οι εικόνες Α, Γ, Ε αντιστοιχούν σε εξωτερικά τμήματα των κόκκων. Οι Β, Δ και Ζ αντιστοιχούν σε εσωτερικά τμήματα του κόκκου. Ερμηνεία βελών: Η μικρογραφία Α είναι βακτηριακοί κόκκοι. Η μικρογραφία Δ είναι ινώδες υλικό που αντιστοιχεί στον πολυσακχαρίτη κεφιράν. Η μικρογραφία Ε με το βέλος 1 απεικονίζει κοκκώδες υλικό που είναι κροκίδωση πρωτεΐνης και το βέλος 2 δείχνει διαφορετικά είδη ζύμης.(Leite et al., 2013).....17

Εικόνα 2.3 Προτεινόμενη δομή του πολυσακχαρίτη κεφιράν (α) Μέσα στην αγκύλη δίδεται η επαναλαμβανόμενη μονάδα των 5 μορίων γλυκόζης και γαλακτόζης καθώς και μια διακλάδωση γλυκόζης ενωμένης με ένα μόριο γαλακτόζης μέσω του γλυκοζιτικού δεσμού 1→2. Ο αριθμός $n = 21$. (β) Δίδονται οι συντμήσεις των σακχάρων και οι γλυκοζιτικοί δεσμοί παρίστανται με βέλη. Gal = γαλακτόζη, Glc = Γλυκόζη, p = πυρανόζη. Με το p δηλώνεται ότι όλα τα κατάλοιπα που αποτελούν την αλυσίδα είναι εξόζες. (Micheli et al., 1999).....20

Εικόνα 2.4 Διάγραμμα ροής παραδοσιακής παραγωγής κεφίρ
(Otlés & Cagindi, 2003).....23

Εικόνα 2.5 Διάγραμμα ροής βιομηχανικής παραγωγής κεφίρ
(Otlés και Cagindi, 2003).....25

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Εικόνα 3.1 Ταξινόμηση γιαουρτιών και γαλάτων που έχουν υποστεί ζύμωση.....35

Εικόνα 3.2	Απλουστευμένη εικόνα μεταβολικών αντιδράσεων που εμπλέκονται στον ομοζυμωτικό μεταβολισμό στα βακτήρια γιαουρτιού.....	39
Εικόνα 3.3	Διάγραμμα ροής για την παρασκευή γιαουρτιού.....	43
Εικόνα 3.4	Γραμμή παραγωγής παραδοσιακού γιαουρτιού (type-set) (Bylund G., 1995).....	44
Εικόνα 3.5.	Βιομηχανική μονάδα υπερδιήθησης γιαουρτιού (Μετά από συγκατάθεση της εταιρείας).....	63
Εικόνα 3.6	Διάγραμμα ροής για την παρασκευή αναδευμένου γιαουρτιού.....	65
Εικόνα 3.7	Α) Παραδοσιακό γιαούρτι, Β) Στραγγιστό Γ) γιαούρτι με ανάδευση(stirred).....	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4		70
Εικόνα 4.1	Παρασκευή Αϊράνι.....	70
Εικόνα 4.2.	Αριάνι.....	72
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5		
Εικόνα 5.1.	Η τυροκομία σε ταφική τοιχογραφία της Αρχαίας Αιγύπτου.....	74
Εικόνα 5.2	Γενικό διάγραμμα παρασκευής τυριού.	77
Εικόνα 5.3	Προσβολή σκληρού τυριού από C. Tyrobutyricum. Παρατηρούνται ακανόνιστοι αεριοθύλακοι με σπογγώδη υφή. (Garde Lopez-Brea et al., 2018).....	79
Εικόνα 5.4	Χωροπληρωτικό μοντέλο τριών διαστάσεων του μορίου της δ-λακτόνης του γλυκονικού οξέος. Οι κόκκινες σφαίρες είναι άτομα οξυγόνου, οι γκρι άτομα άνθρακα και οι λευκές άτομα υδρογόνου. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα άτομα του ετεροκυκλικού δακτυλίου δεν ευρίσκονται στο ίδιο επίπεδο.....	80
Εικόνα 5.5.	Σύστημα ξύλινων ραφιών ωρίμανσης τυριών.....	83
Εικόνα 5.6.	Η έναρξη του καταβολισμού της λευκίνης από τα ένζυμα τρασαμινάση, απαμινάση ή αποκαρβοξυλάση και πτητικές αρωματικές ενώσεις οι οποίες μπορούν να σχηματιστούν απο αυτό το αμινοξύ. Παρόμοιες καταβολικές οδοί λειτουργούν με άλλες διακλαδισμένες πλευρικές αλυσίδες αλειφατικών αμινοξέων.....	85
Εικόνα 5.7.	Σήματα ΠΟΠ, ΠΓΕ.....	88
Εικόνα 5.8.	Βαρελίσια φέτα.....	91
Εικόνα 5.9	Τεχνολογία παρασκευής του τυριού φέτας (ΕΦΕΤ 2012).....	92
Εικόνα 5.10.	Καλαθάκι Λήμνου.....	93
Εικόνα 5.11.	Σφέλα.....	94
Εικόνα 5.12.	Τυρί Μπάτζος.....	95

Εικόνα 5.13. Γαλοτύρι.....	96
Εικόνα 5.14. Αριστερά: Κατίκι Δομικού. Δεξιά: Πλήρως βιομηχανοποιημένο στράγγισμα αλλά απολύτως παραδοσιακό του τυριού με ‘τσαντίλα’, στο εργοστάσιο της εταιρείας Δομοκός Α.Ε.	97
Εικόνα 5.15. Πηχτόγαλο Χανίων.....	97
Εικόνα 5.16 Ανεβατό.....	98
Εικόνα 5.17 Κοπανιστή.....	98
Εικόνα 5.18 Ξύγαλο Σητείας.....	98
Εικόνα 5.19. Κασέρι.....	99
Εικόνα 5.20. Φορμαέλλα Αράχωβας Παρνασσού.....	100
Εικόνα 5.21. Κεφαλογραβιέρα.....	100
Εικόνα 5.22 Γενικό διάγραμμα ροής για την παραγωγή σκληρού τυριού.....	101
Εικόνα 5.23. Γραβιέρα Αγράφων.....	102
Εικόνα 5.24. Γραβιέρα Κρήτης.....	103
Εικόνα 5.25. Γραβιέρα Νάξου.....	103
Εικόνα 5.26. Λαδοτύρι Μυτιλήνης.....	104
Εικόνα 5.27. Μετσοβόνε.....	105
Εικόνα 5.28. Σαν Μιχάλη.....	105
Εικόνα 5.29. Μανούρι.....	106
Εικόνα 5.30. Ξυνομυζήθρα Κρήτης.....	106
Εικόνα 5.31. Τεχνολογία παρασκευής τυριών τυρογάλακτος (ΕΦΕΤ 2012).....	107
Εικόνα 5.32. Parmigiano Reggiano, Grana Padano.....	109
Εικόνα 5.33. Asiago d’Allevio	113
Εικόνα 5.34. Pecorino Romano.....	113
Εικόνα 5.35. Pecorino di Picinisco.....	114
Εικόνα 5.36. Μακροφωτογραφίες σε διαφορετικά στάδια του τυροπήγματος (Α) 15 min μετά την προσθήκη χυμοσίνης pH 6,57· (Β) σε 90 min μετά την προσθήκη χυμοσίνης, pH 6,0· (C) σε 150 min μετά τη προσθήκη χυμοσίνης, pH 5,77 και (D) τυρί Mozzarella από γίδινο γάλα μετά τη μάλαξη και το πλάσιμο.....	115
Εικόνα 5.37. Mozzarella di Bufala Campana.....	116
Εικόνα 5.38. Caciocavallo Silano.....	116
Εικόνα 5.39. Kashkaval.....	117
Εικόνα 5.40. Provolone και με κόκκινο χρώμα είναι η περιοχή	

που παρασκευάζεται.....	118
Εικόνα 5.41. Ricotta Romana.....	119
Εικόνα 5.42. Αριστερά: το τυρί Roquefort. Δεξιά: Σημειώνεται η περιοχή παραγωγής με κόκκινο χρώμα.....	120
Εικόνα 5.43. Παρασκευή και ωρίμανση του τυριού Roquefort.....	121
Εικόνα 5.44. Αριστερά το τυρί Brocciu. Δεξιά ο χάρτης (με κόκκινο χρώμα) της Κορσικής όπου παράγεται αποκλειστικά και μόνο στο Μεσογειακό αυτό νησί της Γαλλίας.....	124
Εικόνα 5.45. Ossau-Iraty.....	125
Εικόνα 5.46. Mahón.....	126
Εικόνα 5.47. Manchego.....	127
Εικόνα 5.48. Kashar.....	130
Εικόνα 5.49. Lor τυρί.....	131
Εικόνα 5.50. Χαλλούμι.....	132
Εικόνα 5.51. Τυρί Domiati.....	133

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1 Ταυτοποιηθέντες μικροοργανισμοί στο κεφίρ.....	18
Πίνακας 2.2 Διατροφική αξία κεφίρ.....	29
Πίνακας 3.1 Μερικές τυπικές τιμές των κύριων συστατικών του γάλακτος και του γιαουρτιού (σε μονάδες ανά 100 g).....	55
Πίνακας 3.2 Μερικές τυπικές τιμές των κύριων βιταμινών του γάλακτος και του γιαουρτιού (σε μονάδες ανά 100 g).....	56
Πίνακας 3.3. Ελληνικό γιαούρτι USDA.....	66
Πίνακας 4.1. Διατροφική αξία του Αριάνι.....	72
Πίνακας 5.1. Ελληνικά τυριά ΠΟΠ και ΠΓΕ.....	89
Πίνακας 5.2. Είδη γάλακτος για Ελληνικά τυριά (ΠΟΠ).....	90
Πίνακας 5.3. Διατροφική αξία της φέτας.....	93
Πίνακας 5.4. Σύσταση γραβιέρας και οδηγίες συντήρησης (ΕΦΕΤ 2012).....	104
Πίνακας 5.5: Σύσταση τυριών τυρογάλακτος και οδηγίες συντήρησης (ΕΦΕΤ 2012).....	108
Πίνακας 5.6. Κύρια χαρακτηριστικά των παραγόμενων σκληρών	

Ιταλικών τυριών.....	110
Πίνακας 5.7 Χημική σύσταση ώριμων τυριών Parmigiano Reggiano, Grana Padano.....	112
Πίνακας 5.8 Μέσος όρος μερικών συστατικών σκληρών Ιταλικών τυριών.....	114
Πίνακας 5.9. Διατροφική αξία Roquefort ανά 100 γραμμάρια.....	123
Πίνακας 5.10 Μέσος όρος μερικών συστατικών σκληρών Ισπανικών τυριών.....	127
Πίνακας 5.11. Παραδοσιακό Χαλλούμι Κύπρου (ανά 100 g).....	132

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ

1.1 Γενικά

Η πραγματική ιδέα της Μεσογειακής διατροφής (ΜΔ) που προτάθηκε και αναπτύχθηκε από τον Ancel Keys γύρω στο 1960 (Keys et al., 1986) θα μπορούσε να θεωρηθεί το πιο μελετημένο και γνωστό διατροφικό πρότυπο στον κόσμο. Με βάση τη διατροφική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στη Μελέτη των Επτά Χωρών, βρέθηκε μια ισχυρή αντίστροφη σχέση μεταξύ του τύπου του διαιτητικού λίπους και της συνολικής θνησιμότητας που αφορά κυρίως τον καρκίνο και τη στεφανιαία νόσο (Keys et al., 1986· Trichopoulou, A., 2004). Ακολούθως, ο όρος ΜΔ καθορίστηκε στο Διεθνές Συνέδριο για τις Διατροφές της Μεσογείου το 1993 (Willett et al., 1995) ως το διατροφικό πρότυπο που συναντιόταν στις ελαιοπαραγωγικές περιοχές της Μεσογείου στις αρχές της δεκαετίας του 1960.

Στη μελέτη των Επτά Χωρών (ΗΠΑ, Ολλανδία, Γιουγκοσλαβία, Φιλανδία, Ιαπωνία, Ιταλία και Ελλάδα) η οποία ήταν η πρώτη αξιόπιστη μεγάλη μελέτη παρατήρησης έλαβαν μέρος 12763 άνδρες 40-59 ετών. Μετά από 40 έτη ιατρικής παρακολούθησης, διαπιστώθηκε ότι μόνο στις ομάδες Κέρκυρας και Κρήτης ευρίσκετο εν ζωή το 13% και 15% των εθελοντών αντιστοίχως, οι οποίοι ακολούθησαν τη ΜΔ (Korre et al., 2014). Το 2000 πραγματοποιήθηκε στο Λονδίνο το Διεθνές Συνέδριο για τη ΜΔ που κατέληξε στην ακόλουθη δήλωση κοινής αποδοχής:

Ο όρος «*παραδοσιακή Μεσογειακή Διατροφή*» χρησιμοποιείται για να καθορίσει τις διατροφικές συνήθειες που χαρακτήριζαν ορισμένες περιοχές της Μεσογείου στις αρχές της δεκαετίας του '60, όπως είναι η Κρήτη, ορισμένα μέρη της υπόλοιπης Ελλάδας και η νότια Ιταλία.

Η ΜΔ παρεμποδίζει την εμφάνιση πολλών ασθενειών. Η πληθώρα ερευνητικών αποτελεσμάτων για συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά τροφίμων και το διατροφικό πρότυπο αυτό καθεαυτό σχετίζονταν αντιστρόφως με τη χρόνια φλεγμονή, συμπεριλαμβανομένων του μεταβολικού συνδρόμου, της αθηροσκλήρωσης, του καρκίνου, του διαβήτη, της παχυσαρκίας, των πνευμονικών ασθενειών, των γνωστικών διαταραχών, των οστικών ασθενειών όπως οστεοαρθρίτιδα, της ποιότητας ζωής και της υγιούς γήρανσης. (Dinu et al., 2018).

Η αποδοχή της ΜΔ συσχετίστηκε με αποτελέσματα που αφορούσαν αντιφλεγμονώδεις κυτοκίνες, αντιοξειδωτικούς βιοδείκτες καθώς και τη ρύθμιση

γονιδιακών πολυμορφισμών που εμπλέκονται στην αθηροσκληρωτική διαδικασία. Με τον όρο πολυμορφισμό εννοούμε την ταυτόχρονη εμφάνιση σε έναν πληθυσμό δύο ή περισσότερων εναλλακτικών γονότυπων, καθένας από τους οποίους έχει συχνότητα μεγαλύτερη από εκείνη που θα μπορούσαν να δικαιολογήσουν επαναλαμβανόμενες μεταλλάξεις και μόνο.

Η μελέτη των μηχανισμών που εξηγούν τέτοιες συσχετίσεις έχει καταλήξει στο εύλογο συμπέρασμα ότι ο συνδυασμός τροφίμων, τα θρεπτικά και τα μη θρεπτικά συστατικά τους, ο τρόπος παρασκευής των γευμάτων και οι καθημερινές συνήθειες συμβάλλουν στη μετατροπή του προτύπου της ΜΔ σε πολύτιμο εργαλείο πρόληψης ασθενειών (Corella et al., 2018· Radd-Vagenas et al., 2017 Vasto et al., 2014· Ortega, 2006). Εκτός αυτού, από την αναγνώριση της ΜΔ ως άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς από την UNESCO, το πρότυπο αναγνωρίζεται επίσης ως πολιτιστικό μοντέλο που έχει βαθιά ρίζα στη γεωγραφική του προέλευση.

1.2 Ο ρόλος της Μεσογειακής διατροφής στην Μεσόγειο

Η ΜΔ δεν είναι μόνο ένα διατροφικό πρότυπο, αλλά επίσης ενσωματώνει την κοινωνική συμπεριφορά και έναν τρόπο ζωής. Αν και ο χρησιμοποιούμενος όρος «Μεσογειακή Διατροφή» βασίζεται σε διατροφικές παραδόσεις από τα τέλη της δεκαετίας του 1950 και στις αρχές της δεκαετίας του 1960 σε Ελλάδα και Ιταλία, ακόμη άλλες 20 χώρες της Μεσογείου ακολούθησαν αυτό το διατροφικό πρότυπο.

Οι θρησκευτικές, εθνοτικές, πολιτισμικές, οικονομικές, και διαφορές μεταξύ των χωρών της Μεσογείου ερμηνεύουν τη διαφορετική προσέγγιση στο διατροφικό τους πρότυπο. Ωστόσο, τα τρόφιμα που περιλαμβάνονται στη διατροφή τους ομοιάζουν εν μέρει στα ακόλουθα:

- συστατικά των οποίων η κατανάλωση εξαρτάται από την εποχικότητα και την τοπική παραγωγή
- μέθοδοι διατήρησης και μαγειρικής που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις δεξιότητες και τη γνώση που μεταδίδεται από γενιά σε γενιά
- τη διατροφική συμπεριφορά.

Η προέλευση του μοντέλου της ΜΔ έχει τις ρίζες της στην αρχαιότητα, στους πολιτισμούς γύρω από τη Μεσόγειο Θάλασσα, έναν θύλακα επικοινωνιών και επιρροές της συχνής διέλευσης. Η συνεχής αλληλεπίδραση με άλλους πολιτισμούς είχε ως αποτέλεσμα την αφομοίωση ξένων τροφίμων και επιρροές που ενσωματώθηκαν στα κοινά τρόφιμα που βρίσκονταν σε όλη την λεκάνη της Μεσογείου: το ελαιόλαδο, το σιτάρι, μερικά όσπρια,

μεγάλη ποικιλία λαχανικών, τα σταφύλια και οι οίνοι, τα ψάρια και το πρόβατο. Παράλληλα, δημιουργήθηκε η ανάγκη εύρεσης μεθόδων που θα αποσκοπούσαν στην παραγωγή τροφίμων μεγαλύτερης διατηρησιμότητας. Το αποτέλεσμα αυτής της προσπάθειας ήταν να παρασκευαστεί πληθώρα προϊόντων ζυμώσεως με πρώτες ύλες το αλεύρι σίτου, το σταφύλι και το γάλα. Πληθώρα παραγόντων όπως η διαφορετικότητα των θρησκειών και των πολιτισμών, τα διαφορετικά οικολογικά και γεωγραφικά περιβάλλοντα, η εναλλαγή των λαών που κυριάρχησαν στις Μεσογειακές χώρες κατά την περίοδο της αρχαιότητας καθώς και οι σύγχρονες διαφορές των καλλιεργητικών μεθόδων, συνετέλεσαν στη υιοθέτηση διαφορετικών προτύπων από τους λαούς της Μεσογείου.

Στη σύγχρονη εποχή δεν ακολουθείται πιστά η ΜΔ. Το δυτικό διατροφικό πρότυπο έχει επικρατήσει σε πολλές Μεσογειακές χώρες λόγω κοινωνικών και οικονομικών παραγόντων (Vilarnau et al., 2018). Τέτοιοι παράγοντες είναι η ισότιμη συμμετοχή των γυναικών στην αγορά εργασίας, η εγκατάλειψη της υπαίθρου και της γεωργίας, η έλλειψη γνώσεων μαγειρικής, η άγνοια των διατροφικών κανόνων, η αποκλειστική χρήση της σχολικής καντίνας από τους μαθητές, κ.λ.π. (Serra-Majem et al., 2019).

Σύμφωνα με την Εικόνα 1.1, η ΜΔ αποτελεί πρότυπο για όλες τις χώρες του κόσμου στα καταρτιζόμενα διατροφικά προγράμματα. Συνιστάται η κατανάλωση:

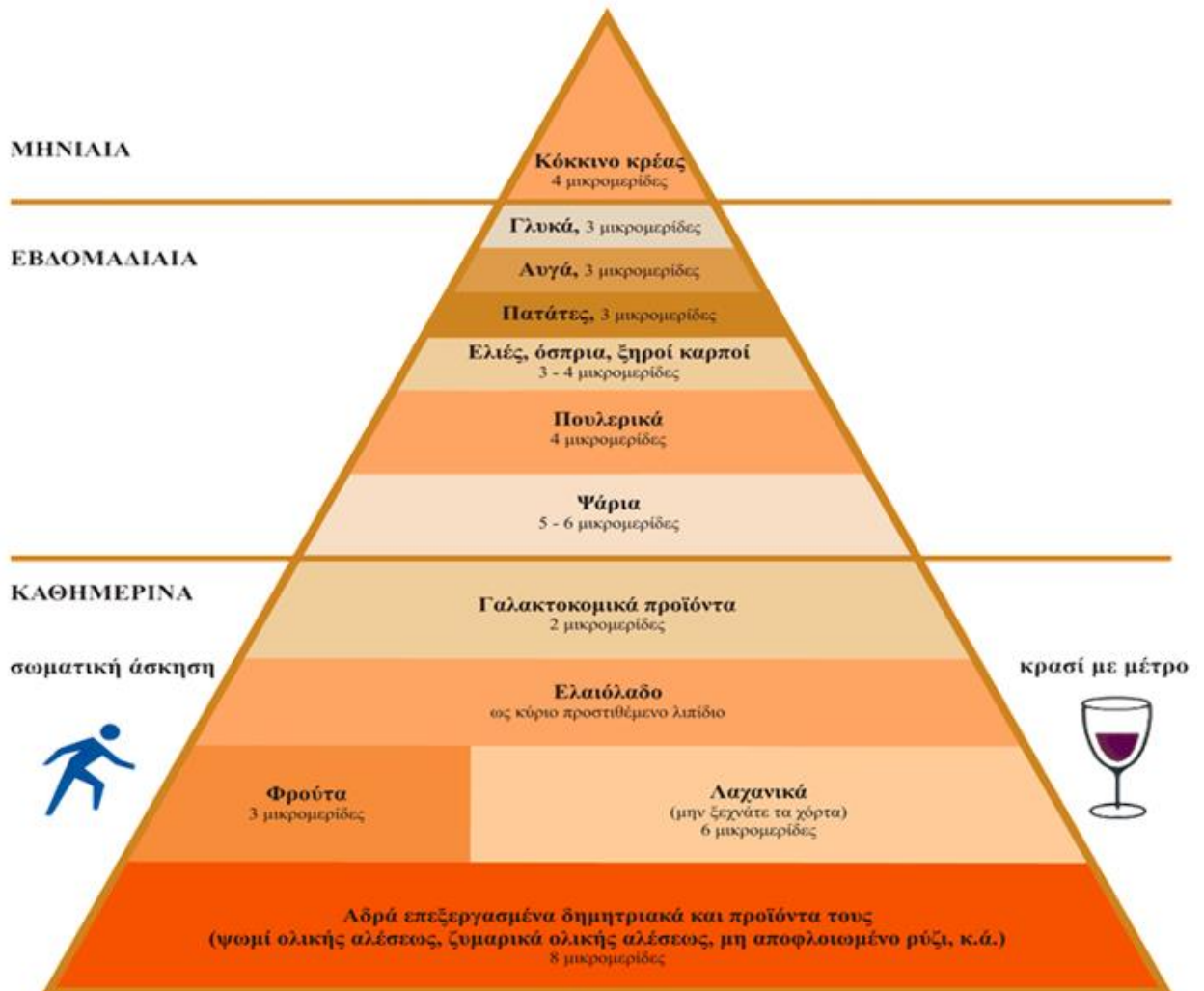
- Ερυθρού κρέατος λίγες φορές μηνιαίως
- Ιχθυηρών, αυγών, πουλερικών και γλυκών λίγες φορές την εβδομάδα

Καθημερινά

- Φρούτα-φασόλια, άλλα όσπρια ξηροί καρποί και λαχανικά.
- Ψωμί, ζυμαρικά, ρύζι, πλιγούρι και άλλα δημητριακά
- Ελαιόλαδο και ελιές
- Τυρί και γιαούρτι

Εκτός από τη Μεσογειακή διατροφή απαιτείται και η συστηματική άσκηση ενώ προβλέπεται και η μέτρια κατανάλωση οίνου.

ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ



Εικόνα 1.1 Η αρχική πυραμίδα της μεσογειακής διατροφής. Μια μικρομερίδα αντιστοιχεί περίπου στο ήμισυ της μερίδας που καθορίζουν οι αγορανομικές διατάξεις. Συνιστάται η κατανάλωση άφθονου ύδατος, η μειωμένη πρόσληψη του άλατος και η χρήση αρωματικών φυτών (θυμάρι, βασιλικός, ρίγανη, δυόσμος).

ΠΗΓΗ: Ανώτατο Ειδικό Επιστημονικό Συμβούλιο Υγείας, Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας.

Μία νεώτερη και πιο μοντέρνα έκφραση της πυραμίδας της μεσογειακής διατροφής παρατίθεται στην Εικόνα 1.2. Με την συνεργασία πολλών φορέων παγκοσμίως έγινε μια προσπάθεια να αποτυπωθούν στην πυραμίδα κοινωνικά και πολιτιστικά χαρακτηριστικά που συνθέτουν την φιλοσοφία της διατροφής των λαών της Μεσογείου. Ακόμη συμπεριλήφθηκαν σχετικές πληροφορίες για τις ποσότητες των τροφίμων προκειμένου να γίνει σαφέστερη πυραμίδα.

Οι φορείς που υποστηρίζουν το καινούριο αυτό σχέδιο της Μεσογειακής πυραμίδας είναι:

1. Οργανισμός για της Μεσογειακή Διατροφή (Fundación Dieta Mediterránea)
2. Φόρουμ για τη Μεσογειακή Πολιτισμική Διατροφή
3. Ίδρυμα Ελληνικής Υγείας
4. Εβραϊκό Πανεπιστήμιο
5. Διεθνής Επιτροπή για την Ανθρωπολογία της Διατροφολογίας
6. Università Politecnica delle Marche
7. Ομοσπονδία Ευρωπαϊκών Εταιρειών Διατροφής
8. Ομοσπονδία Αφρικανικών Εταιρειών Διατροφής
9. Πρόληψη μέσω της Μεσογειακής Διατροφής
10. Διεθνές Κέντρο Ανωτάτων Μεσογειακών και Αγρονομικών Σπουδών (CIHEAM)
11. International Union of Nutritional Sciences
12. Διαπανεπιστημιακό Κέντρο Διεθνών Σπουδών για τη Μεσογειακή Διατροφική Κουλτούρα (Centro Interuniversitario Internazionali di Studi sulle Culture Alimentari Mediterranee)

Η επεξήγηση της σύγχρονης διατροφικής πυραμίδας όπως εμφανίζεται στην Εικόνα 1.2 είναι η ακόλουθη:

Καθημερινά:

- Δημητριακά 1-2 μερίδες όπως ψωμί, ζυμαρικά.
- Λαχανικά πάνω από 2 μερίδες
- Φρούτα 1-2 μερίδες και 1,5 έως 2 λίτρα νερού την ημέρα
- **Τα γαλακτοκομικά προϊόντα 2 μερίδες ημερησίως** (κατά προτίμηση με χαμηλά λιπαρά).
- Το ελαιόλαδο είναι η κύρια διατροφική λιπαρή ύλη.

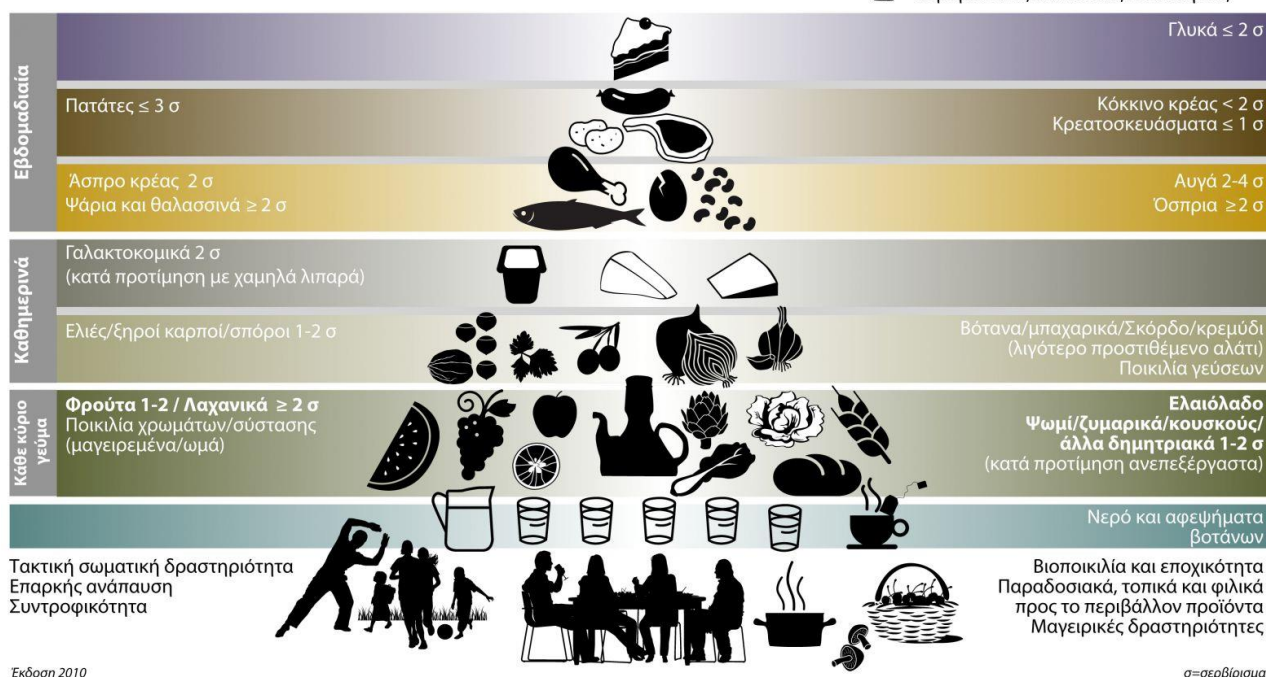
Μεσογειακή διατροφή: ένας τρόπος ζωής για το σήμερα

Διατροφικές οδηγίες για ενήλικες

Σερβίρισμα (σ): μικρότερο της τυπικής μερίδας εστιατορίου, ποικίλει ανά τρόφιμο



Κατανάλωση κρασιού με μέτρο, σεβόμενοι τις κοινωνικές πεποιθήσεις



© 2010 Fundación Dieta Mediterránea
Η διάθεση της πυραμίδας δεν έχει περιορισμούς, συνιστάται η διανομή της.



Fundación
Dieta Mediterránea

ICAF
International Commission on the
Anthropology of Food and Nutrition



Predimed
Prevención con Dieta Mediterránea



Εικόνα 1.2. Σύγχρονη αντίληψη της πυραμίδα της ΜΔ. Παρακάτω αναλύεται η πυραμίδα και συνδυάζονται οι υποδείξεις από τον Εθνικό Διατροφικό Οδηγό για ενήλικες.

Η χρήση μπαχαρικών, βοτάνων, σκόρδου και κρεμμυδιού μπορούν να εμπλουτίσουν τη γεύση των γευμάτων και ακόμη συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση πρόσληψης άλατος. Επίσης, οι ελιές, οι ξηροί καρποί και οι σπόροι είναι πλούσιες πηγές σημαντικών διατροφικών στοιχείων. Επιπλέον, αποτελούν υγιεινά σνακ.

Εβδομαδιαία:

- ψάρι 2 ή περισσότερες μερίδες
- Λευκό κρέας 2 μερίδες και κόκκινο κρέας λιγότερο από 2 μερίδες (κατά προτίμηση άπαχο)
- Αυγά 2-4 μερίδες
- Συνδυασμός οσπρίων και δημητριακών πάνω από 2 μερίδες (πλούσια σε πρωτεΐνες κλπ.)

Περιστασιακά:

- Γλυκά, καραμέλες κλπ.

Τακτική άσκηση μέτριας σωματικής δραστηριότητας (τουλάχιστον 30 λεπτά ανά ημέρα).

Στο τέλος η ξεκούραση θεωρείται ένα βασικό κομμάτι ενός υγιεινούς και ισορροπημένου τρόπου ζωής.

1.3 Τρόφιμα της Μεσογειακής διατροφής

Οι χώρες της Μεσογείου έχουν ορισμένα κοινά διατροφικά χαρακτηριστικά που συνοψίζονται στα ακόλουθα:

1.3.1 Ελαιόλαδο

Το κύριο χαρακτηριστικό της ΜΔ είναι η κατανάλωση του παρθένου ελαιολάδου ως το απαραίτητο διατροφικό έλαιο. Η καλλιέργεια της ελιάς ξεκίνησε πριν από χιλιάδες χρόνια στους περισσότερους τόπους της Μεσογείου. Ειδικότερα, πρώτοι οι λαοί της Ανατολικής Μεσογείου διέδωσαν την ελιά σε όλη την περιοχή που συνορεύει με την Μεσόγειο Θάλασσα. Ακολούθως, οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι διέδωσαν την καλλιέργειά και την εκμετάλλευση της ελιάς στους λαούς που κατέκτησαν. Τα οφέλη του ελαιολάδου δεν περιορίζονται στο είδος και στον τύπο των λιπαρών οξέων που περιέχει (Garcia Martínez et al, 2018), αλλά και στη χρήση του που σχετίζεται με την υψηλή κατανάλωση ωμών λαχανικών ή μαγειρεμένων σε σαλάτες καθώς και σε όσπρια. Αν και οι κάτοικοι των χωρών της Μεσογείου θεωρούσαν ανέκαθεν το ελαιόλαδο υπεύθυνο για τη μακροζωία, οι γνώσεις τους ήταν ελλιπείς για τις επιπτώσεις του στην υγεία.

1.3.2 Υψηλή κατανάλωση οσπρίων και ξηρών καρπών

Σύμφωνα με τα ιστορικά δεδομένα, τα όσπρια καλλιεργήθηκαν στους αρχαίους χρόνους και οι προϊστορικοί άνθρωποι τα κατανάλωναν σχεδόν καθημερινά σε μορφή χυλού ή πουρέ. Έχουν μικρό ποσοστό υγρασίας και ως εκ τούτου δεν αλλοιώνονται εύκολα, διατηρούμενα επί μακρόν. Η παρασκευή τους είναι εύκολη και παρουσιάζουν σημαντική διατροφική αξία. Τα αναφερθέντα χαρακτηριστικά είχαν ως συνέπεια τη γρήγορη ένταξή τους στη διατροφή των Μεσογειακών λαών. Τα πλέον δημοφιλή όσπρια της ΜΔ είναι οι φακές, τα ρεβίθια και τα φασόλια τα οποία συνδυάζονται με ιχθυηρά, κρέατα δημητριακά και λαχανικά. Οι ξηροί καρποί και οι σπόροι αποτελούσαν αναπόσπαστο μέρος της καθημερινής διατροφής πριν από χιλιάδες χρόνια, αντιπροσωπεύοντας τη βασική τροφή για κυνηγούς και τροφοσυλλέκτες.

1.3.3 Υψηλή κατανάλωση ακατέργαστων δημητριακών

Οι κύριες πηγές υδατανθράκων και θερμίδων στη ΜΔ είναι το σιτάρι, το ρύζι και οι πατάτες. Η παραγωγή του ψωμιού ξεκίνησε από την αρχαία Αίγυπτο και από τον τέταρτο αιώνα π.Χ. καθιερώθηκε ως κοινό τρόφιμο και των κατοίκων της Ελλάδας.

1.3.4 Υψηλή κατανάλωση φρούτων και λαχανικών

Η μεγάλη ποικιλία φρούτων και λαχανικών που παράγονται στη Μεσόγειο οφείλεται στο ήπιο κλίμα και στις γεωργικές παραδόσεις των κατοίκων. Η άφθονη παραγωγή τους συνετέλεσε στη συμπλήρωση των καθημερινών γευμάτων. Τα φρούτα καταναλώνονταν μετά τα γεύματα από τους Ρωμαϊκούς χρόνους. Επιπλέον, οι Ρωμαίοι γνώριζαν ότι η βρώση των ωμών λαχανικών ήταν εφικτή αφού πρώτα αλατισθούν και εκπλυθούν με όξος. Τα Μεσογειακά προϊόντα περιλάμβαναν σκόρδα, κρεμμύδια, κουκιά, φασόλια, μπιζέλια ενώ νέα προϊόντα εισήχθησαν ως συνέπεια της αλληλεπίδρασης με άλλες περιοχές. Ειδικότερα, από την Ασία εισήχθησαν οι καλλιέργειες των εσπεριδοειδών και της μελιτζάνας ενώ από την Αμερική οι ντομάτες, οι πιπεριές, τα κολοκυθάκια, τα πράσινα φασόλια, οι πατάτες και το καλαμπόκι.

1.3.5 Μέτρια κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων

Στην Μεσόγειο η κατανάλωση αγελαδινού γάλακτος ήταν σπάνια και η γη ήταν αφιερωμένη στην εκτροφή προβάτων και αιγών, από τα οποία ελαμβάνετο μαλλί, κρέας και γάλα. Ως εκ τούτου, προέκυψε πλήθος παραδοσιακών τυριών, γιαουρτιών και άλλων γαλακτοκομικών προϊόντων ζυμώσεως.

1.3.6 Μέτρια έως υψηλή κατανάλωση ιχθυηρών

Τα ιχθυηρά είναι ένα άλλο στοιχείο της ΜΔ δεδομένου ότι η περιοχή της Μεσογείου είχε από την αρχαιότητα μεγάλη αλιευτική παράδοση. Μόνο ορισμένες Ασιατικές χώρες ξεπερνούν τις Μεσογειακές σε αλιευτική παραγωγή και κατανάλωση ιχθυηρών. Ωστόσο, η μόλυνση του θαλάσσιου περιβάλλοντος επιδρά δυσμενώς στην συμμετοχή των ω-3 λιπαρών οξέων στη ΜΔ.

1.3.7 Χαμηλή κατανάλωση κρέατος και προϊόντων κρέατος

Στην παραδοσιακή ΜΔ, η κατανάλωση κόκκινου κρέατος ήταν τόσο ακριβή όσο και στενά συνδεδεμένη με φιλοσοφικές, θρησκευτικές και κοινωνικοοικονομικές εκδηλώσεις. Το

χοιρινό κρέας καταναλωνόταν ευρέως στην αρχαία Αίγυπτο καθώς επίσης και στην Ελλάδα επικράτησε η αναπαραγωγή και η κατανάλωση αυτού του ζώου. Ακολούθως επεκτάθηκε η εκτροφή του χοίρου στη Βόρειο Μεσόγειο ενώ νοτίως αναπτύχθηκε η κτηνοτροφία των αιγοπροβάτων.

1.3.8 Μέτρια κατανάλωση κρασιού

Η οινοποίηση ήταν γνωστή από τη Νεολιθική εποχή δεδομένου ότι η καλλιέργεια της αμπέλου χρονολογείται από το 5000 π.Χ. Στην αρχαία Αίγυπτο και την Ελλάδα αναδείχθηκε το δημοφιλέστερο ποτό το οποίο εξήγητο σε όλες τις περιοχές της Μεσογείου. Στις χώρες αυτές αναπτύχθηκαν και βελτιώθηκαν οι τεχνικές παραγωγής καθώς και η αμπελουργία η οποία εξαπλώθηκε κατά τη Ρωμαϊκή εποχή σε όλη την Ιταλία. Η μικρή κατανάλωση κρασιού αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της ΜΔ διότι συνοδεύει τα γεύματα στις Ευρωπαϊκές Μεσογειακές χώρες.

1.4 Εξέλιξη της έρευνας για τη Μεσογειακή διατροφή

Το πρότυπο της ΜΔ συνδέεται στενά με την προέλευση των πολιτισμών που περιβάλλουν τη Μεσόγειο Θάλασσα και τα τρόφιμα που χαρακτηρίζουν αυτό το πρότυπο ήταν διαθέσιμα πολύ πριν εντοπιστεί. Η πρώτη επιστημονική σημαντική ερευνητική προσπάθεια για τη διερεύνηση της σχέσης της ΜΔ με την υγεία έλαβε χώρα κατά το δεύτερο ήμισυ του εικοστού αιώνα στην οποία έλαβαν μέρος επτά χώρες (Keys et al., 1986). Το 1993 δόθηκε ο ορισμός της πυραμίδας της ΜΔ (Nestle, 1995· Willett et al., 1995· Serra-Majem και Helsing, 1993· Helsing και Trichopoulou, A., 1989). Πέραν της μελέτης της Λυών που αφορούσε την καρδιοπάθεια, δημοσιεύτηκαν πολλές μελέτες για την υποστήριξη της ιδέας της ΜΔ μέσω άρθρων ανασκόπησης καθώς και άλλες μικρότερες κλινικές μελέτες (Serra Majem et al., 2006). Στον εικοστό πρώτο αιώνα, το επιστημονικό ενδιαφέρον εστιάζεται στη συσχέτιση του τρόπου ζωής και της διατροφής με την υγεία. Το αποτέλεσμα ήταν η εμφάνιση πολλών μελετών που αφορούσαν τη ΜΔ ως την κύρια μεταβλητή της ανάλυσης. Πραγματοποιήθηκαν μελέτες προοπτικές, ασθενών-μαρτύρων και συγχρονικές, οι οποίες χρησιμοποίησαν την παραδοσιακή ΜΔ ή κάποια έκδοσή της ως δίαιτα παρέμβασης. Οι μελέτες αυτές μπόρεσαν να ξεπεράσουν, με ασταθή επιτυχία, ορισμένες από τις δυσκολίες που παρουσιάστηκαν κατά τη διεξαγωγή των διατροφικών παρεμβάσεων (Weaver και Miller, 2017· Crichton et al., 2012).

Η σύγχρονη έρευνα γύρω από τη ΜΔ εστιάζεται πολύ πέρα από το αρχικό ενδιαφέρον για τον ρόλο των θρεπτικών συστατικών και των τροφίμων στην παθοφυσιολογία της νόσου και της γήρανσης. Η σύγχρονη αντίληψη βασίζεται όχι μόνο στα τρόφιμα που αποτελούν το πρότυπο της ΜΔ, αλλά και σε όλη τη διαδικασία που περιλαμβάνει:

- την παραγωγή τροφίμων έως την κατανάλωσή τους (μέθοδοι συλλογής, συγκομιδή, μεταφορά και χειρισμός)
- τα χαρακτηριστικά της κατανάλωσης των τροφίμων (εποχιακή και τοπική κατανάλωση)
- τις τεχνικές μαγειρέματος που χρησιμοποιούνται (παρασκευή με ελαιόλαδο και συνδυασμός με διαφορετικά τρόφιμα και καρυκεύματα)
- τη διατροφική συμπεριφορά (κοινωνικές πτυχές της ΜΔ)
- τα αποτελέσματα που όλες αυτές οι πτυχές μπορεί να έχουν στα τρόφιμα, στις ιδιότητες των τροφίμων και στις επιπτώσεις τους στην υγεία.

Είναι δύσκολο να αξιολογηθούν αυτές οι εγγενείς πτυχές της ΜΔ όταν διεξάγεται διατροφική ανάλυση στον υπό μελέτη πληθυσμό. Η αξιολόγηση του τρόπου με τον οποίο τα τρόφιμα επηρεάζουν την υγεία πραγματοποιείται με τη χρήση των δεικτών διατροφής. Ένας από αυτούς που προτάθηκε από τους Trichopoulos et al. (2003) αξιοποιήθηκε σε μεγάλο βαθμό. Επίσης, προτάθηκαν παρόμοιοι δείκτες όπως αυτός που αναφέρεται στη μελέτη PREDIMED (Schroder et al., 2011· Zaragoza-Martí et al., 2018) καθώς και ο δείκτης KIDMED για παιδιά και εφήβους (Serra-Majem et al., 2003· Serra-Majem et al., 2004a). Παρ' όλα αυτά η χρήση αυτών των δεικτών για τα θρεπτικά συστατικά των τροφίμων δεν καλύπτει όλες τις πτυχές της ΜΔ.

1.5 Μεταβολωμική των χαρακτηριστικών συστατικών της ΜΔ

1.5.1 Παρθένο ελαιόλαδο

Αρκετές μελέτες έχουν επικεντρωθεί στον εντοπισμό των μεταβολωμικών προφίλ των μεμονωμένων θρεπτικών ουσιών και των ομάδων τροφίμων. Το κύριο συστατικό της ΜΔ είναι το παρθένο ελαιόλαδο στο οποίο έχουν ανιχνευθεί σε σημαντικές ποσότητες η τυροσόλη, η υδροξυτυροσόλη, το ελαϊκό οξύ και οι μεταβολίτες τους. Οι ενώσεις αυτές αποτελούν βιοδείκτες του ελαιολάδου (Garcia-Aloy et al., 2019). Σε ορισμένες μελέτες ανιχνεύθηκαν στα ούρα και στο πλάσμα του αίματος μεταβολίτες μετά από βρώση σε

καθημερινή βάση ποσοτήτων ελαιολάδου που περιείχε διάφορες φαινολικές ενώσεις. Έτσι, εντοπίστηκαν στα ούρα και στο πλάσμα οι μεταβολίτες της 3-μεθυλοϋδροξυτυροσόλης, του ομοβανιλικού οξέος, της ομοβανιλικής αλκοόλης και της θειικής υδροξυτυροσόλη μετά από πάροδο 20 ημερών (García-Aloy et al., 2019).

Σε άλλη τυχαιοποιημένη, διασταυρούμενη μελέτη με 12 υγιείς εθελοντές, παρατηρήθηκε μια αυξανόμενη γραμμική τάση για το θειικό άλας της υδροξυτυροσόλης, μετά την πρόσληψη 30 mL ελαιολάδου υψηλής περιεκτικότητας σε φαινόλη (500 mg/kg ελαιολάδου), υποδηλώνοντας έτσι τον ρόλο της ως απόδειξη πρόσληψης παρθένου ελαιολάδου (Rubio et al., 2012). Ανάλογα ευρήματα παρατηρήθηκαν σε άλλες κλινικές δοκιμές, συμπεριλαμβανομένης της PREDIMED δοκιμής (Mayneris-Perxachs et al., 2014).

1.5.2 Φαινολικές ενώσεις και κόκκινο κρασί

Οι φαινολικές ενώσεις ευρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες σε ένα ευρύ φάσμα τροφίμων. Αποτελούν και αυτές ένα από τα συστατικά της ΜΔ καθ' όσον υπάρχουν σε αφθονία όχι μόνο σε φρούτα, λαχανικά, ξηρούς καρπούς, ολόκληρα δημητριακά και όσπρια, αλλά και στον καφέ και στο κόκκινο κρασί. Αναφέρθηκαν βιοδείκτες πρόσληψης των φαινολικών ενώσεων από το κόκκινο κρασί, από τον χυμό σταφυλιού (Vázquez-Fresno et al., 2016· van Dorsten et al., 2010), τον φλοιό αμυγδάλου (Llorach et al., 2010), τους ξηρούς καρπούς (Tulipani et al., 2011) και από τον πορτοκαλοχυμό (Rangel-Huerta et al., 2017).

Σε μια μακροχρόνια δοκιμή διατροφής με στόχο την αξιολόγηση των διαφορών στις μεταβολωμικές αποκρίσεις των ούρων μετά από πρόσληψη κόκκινου κρασιού πλούσιο σε πολυφαινόλες σε εθελοντές υψηλού καρδιαγγειακού κινδύνου, συσχετίστηκε η παρέμβαση της πολυφαινόλης του κρασιού με το τρυγικό, το οξικό 4-υδροξυφαινύλιο (4-HPA), το οξικό 3-υδροξυφαινύλιο, και τη μαννιτόλη (Vázquez-Fresno et al., 2016).

1.5.3 Καρύδια

Τα καρύδια είναι ένα από τα βασικά συστατικά της ΜΔ διότι περιέχουν ακόρεστα λιπαρά οξέα, φυτικές ίνες, βιταμίνες και μέταλλα. Κατά την κατανάλωση καρυδιών εντοπίστηκαν σε παρεμβατικές μελέτες διάρκειας 12 εβδομάδων έως και 6 μήνες συζυγιακά λιπαρά οξέα, μεταβολίτες σεροτονίνης και μικροβιακοί φαινολικοί μεταβολίτες (Mora-Cubillos et al., 2015· Andersen et al., 2014· Tulipani et al., 2011). Μια δοκιμή διεξήχθη σε συμμετέχοντες με μεταβολικό σύνδρομο και μετά από 12 εβδομάδες κατανάλωσης καρυδιών (30 g/d) βρέθηκαν είκοσι δυνητικοί μεταβολωμικοί δείκτες στα ούρα συμπεριλαμβανομένων των συζυγιακών λιπαρών οξέων, φάσης II, φαινολικοί μεταβολίτες παραχθέντες από μικρόβια

και μεταβολίτες σεροτονίνης. Η βρώση ξηρών καρπών συσχετίστηκε με την αυξημένη απέκκριση μεταβολιτών σεροτονίνης. Επιπλέον, ανιχνεύθηκαν βιοδείκτες στα ούρα από τη μικροβιακή χλωρίδα του εντέρου και από τον μεταβολισμό της φάσης II των πολυφαινολών των καρυδιών (Tulipani et al., 2011).

1.5.4 Γαλακτοκομικά προϊόντα

Τα γαλακτοκομικά προϊόντα θεωρούνται από τα βασικά χαρακτηριστικά της ΜΔ αν και δεν προτείνονται μεγάλες καταναλώσεις από αυτά. Μια στοχευμένη μεταβολομική μελέτη σε περισσότερους από 300 μεταβολίτες λιπιδίων έδειξε ότι η λυσοφωσφατιδυλοχολίνη, ο παράγοντας ενεργοποίησης των αιμοπεταλίων (Platelet Activating Factor, PAF) και αρκετά λιπαρά οξέα φωσφολιπιδίων μπορεί να είναι βιοδείκτες γαλακτοκομικών προϊόντων με πλήρη λιπαρά (Nestel et al., 2014). Επιπλέον, πρόσφατη παρεμβατική μελέτη με περιορισμένη κατανάλωση ενέργειας 24 εβδομάδων πραγματοποιήθηκε τόσο με χαμηλή όσο και με υψηλή πρόσληψη γαλακτοκομικών προϊόντων. Στην πρώτη περίπτωση ελήφθησαν 0-1 γαλακτοκομικά προϊόντα/ημέρα (<600 mg ασβεστίου/ημέρα) ενώ στη δεύτερη 4-5 γαλακτοκομικά προϊόντα/ημέρα (\approx 1200 mg ασβεστίου/ημέρα). Αποδείχθηκε ότι η υψηλή κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων αύξησε τα κιτρικά και την κρεατινίνη στα ούρα και μείωσε την απέκκριση του οξειδίου της τριμεθυλαμίνης (Trimethylamine-N-oxide, TMAO) και του ιππουρικού οξέος σε αυτά (Zheng et al., 2016). Το οξείδιο της τριμεθυλαμίνης, $(\text{CH}_3)_3\text{NO}$, ανήκει στην τάξη των οξειδίων των αμινών· είναι ένα προϊόν της οξείδωσης της τριμεθυλαμίνης που είναι ένας κοινός μεταβολίτης στα ζώα. Το (TMAO) βιοσυντίθεται από την τριμεθυλαμίνη η οποία προέρχεται από την χολίνη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΖΥΜΩΜΕΝΑ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

2.1 Γενικά

Τα ζυμωμένα γαλακτοκομικά είναι προϊόντα γαλακτικής ζύμωσης από γαλακτικά βακτήρια με πρώτη ύλη τα διάφορα είδη γάλακτος σε καθαρή μορφή ή με πρόσμειξη διαφορετικών ειδών γάλακτος. Μεταξύ των ζυμούμενων γαλάτων (ρευστά ή ημίρευστα) περιλαμβάνονται το γιαούρτι, το αριάνι, το κεφίρ και τα περισσότερα τυριά (αυτά που ζυμώνονται με καλλιέργεια ή με φυσική ζύμωση). Τα γαλακτικά βακτήρια (οξυγαλακτικά βακτήρια-LAB) που χρησιμοποιούνται στα ζυμωμένα γάλατα μπορεί να είναι ομοζυμωτικά ή ετεροζυμωτικά. Τα ομοζυμωτικά παράγουν μόνο γαλακτικό οξύ (και αρωματικές ουσίες) από την αναερόβια ζύμωση της λακτόζης, ενώ τα ετεροζυμωτικά παράγουν επιπλέον διοξείδιο του άνθρακα και μικρές ποσότητες οξικού οξέος και αιθανόλης, καθώς και υπεροξειδίου του υδρογόνου (H_2O_2) που είναι ισχυρό αντιμικροβιακό συστατικό. Οι καλλιέργειες εκκίνησης που παίρνουν μέρος στην ζύμωση παράγουν γαλακτικό οξύ, οξικό οξύ, αρωματικές ουσίες, CO_2 , βιταμίνες και πολυσακχαρίτες με συνέπεια να αυξάνεται το ιξώδες του ζυμούμενου γάλακτος. Η συγκέντρωση βιταμινών στα ζυμωμένα γαλακτοκομικά είναι μεγαλύτερη από εκείνη του γάλακτος: Περιέχονται οι βιταμίνες B_1 , B_2 , B_{12} , Βιοτίνη, Φολικό οξύ και Νιασίνη. Η κατανάλωση των γαλακτικών βακτηρίων μέσω των γαλακτοκομικών προϊόντων (γιαούρτι, αριάνι, κεφίρ) έχει πολλές ωφέλειες:

- Καλύτερη απορρόφηση θρεπτικών ουσιών στο έντερο
- Καταπολέμηση παθογόνων μικροβίων (λόγω παραγωγής βακτηριοσινών, H_2O_2 , διακετυλίου κτλ.)
- Παράγουν βιταμίνες (κυρίως βιταμίνη B)
- Προλαμβάνουν την εκδήλωση όγκων στο παχύ έντερο
- Μειώνουν τη χοληστερίνη
- Δημιουργούν αίσθηση ευεξίας
- Έχουν χαμηλή συγκέντρωση σακχάρων
- Είναι κατάλληλα για όσους έχουν δυσανεξία στη λακτόζη

2.2 Τεχνολογία και διατροφική αξία του κεφίρ

2.2.1 Εισαγωγή

Το Κεφίρ είναι ένα γαλακτοκομικό προϊόν που μπορεί να παρασκευαστεί από διαφορετικούς τύπους γάλακτος, όπως κατσίκας, βουβάλου, προβάτου, καμήλας ή αγελάδας μέσω μικροβιακής ζύμωσης (εμβολιασμός γάλακτος με κόκκους κεφίρ). Το κεφίρ ανήκει στα φυσικά προβιοτικά, δηλαδή τρόφιμα που περιέχουν ζωντανά βακτήρια τα οποία είναι ωφέλιμα για την υγεία (Salminen et al., 1998). Η καταγωγή του κεφίρ είναι από τα βουνά του Καυκάσου (Tratnik, Bozanic, Herceg, & Drgalic, 2006). Πήρε το όνομά του από την Τουρκική λέξη *kef*, που σημαίνει «ευχάριστη γεύση» (De Oliveria Leite et al., 2013· Guzel-Seydim, Seydim, Greene, & Bodine, 2000). Κατά τη ζύμωση παράγονται κυρίως γαλακτικό οξύ, αιθανόλη και το CO₂, τα οποία προσδίδουν στο κεφίρ σημαντικό ιξώδες, οξύτητα και χαμηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλη. Επιπλέον, στα συστατικά του προϊόντος ευρίσκονται μικρά οργανικά μόρια, συμπεριλαμβανομένων του διακετυλίου και της ακεταλδεϋδης.

Το κεφίρ αν και έλκει την καταγωγή του από τη Ρωσία και την Κεντρική Ασία όπου καταναλωνόταν επί αιώνες, έχει γίνει εξ ίσου δημοφιλές στις Ευρωπαϊκές χώρες, στην Ιαπωνία και στις Ηνωμένες Πολιτείες λόγω των θρεπτικών και θεραπευτικών του επιδράσεων (Ottles & Cagindi, 2003). Έχει αναφερθεί πληθώρα ευεργετικών δράσεων του κεφίρ όπως αντιμικροβιακή, ανοσολογική, αντικαρκινική και υποχοληστερολαιμική, καθώς και δραστηριότητα της β-γαλακτοσιδάσης (de Moreno de LeBlanc, Matar, Farnworth, & Perdigon, 2006· Garrote, Abraham και De Antoni, 2000· Hertzler & Clancy, 2003· Liu et al., 2006).

Μια σημαντική διαφορά του κεφίρ από τα υπόλοιπα γαλακτοκομικά προϊόντα ζυμώσεως είναι ότι αυτό παράγεται από πληθώρα συμβιωτικών μικροβιακών ειδών.

2.2.2 Κόκκοι κεφίρ

Οι κόκκοι κεφίρ (Εικ. 2.1) διαδραματίζουν φυσικό ρόλο καλλιέργειας εκκίνησης διότι περιέχουν ακινητοποιημένους μικροοργανισμούς σε μια μήτρα πολυσακχαρίτη και πρωτεΐνης (Farnworth και Mainville, 2008· Garrote et al., 2010). Μετα το τέλος της παραγωγής οι κόκκοι του κεφίρ ανακτώνται με στράγγιση του γάλακτος και επαναχρησιμοποιούνται (Ratray and O'Connell, 2011).



Εικόνα 2.1 Κόκκοι κεφίρ

Ο αριθμός του μικροβιακού πληθυσμού που υπάρχει στους κόκκους αλληλεπιδρά και επηρεάζει τα μέλη παράγοντας τους βιοδραστικούς μεταβολίτες ανάπτυξης των κόκκων και αναστέλλοντας την ανάπτυξη των παθογόνων μικροοργανισμών των τροφίμων καθώς και των μολυσματικών παραγόντων (Garrote et al., 2010).

Οι κόκκοι κεφίρ ποικίλλουν σε μέγεθος, έχουν διάμετρο που κυμαίνεται από 0,3 έως 3,0 cm, χαρακτηρίζονται από ακανόνιστη, πολυστρωματική επιφάνεια, ενωμένη με ένα μόνο κεντρικό τμήμα, ομοιάζουν εξωτερικά με μικροσκοπικά κουνουπίδια, έχουν χρώμα λευκό έως λευκοκίτρινο, εμφανίζουν ελαστικότητα και η υφή τους είναι ιξώδης (Farnworth and Mainville, 2008· Magalhães et al., 2011· Rea et al., 1996). Κατά τη ζύμωση ενισχύεται ο αριθμός των κόκκων καθώς επίσης και το μέγεθος τους. Στο τέλος της διεργασίας απομακρύνονται από το προϊόν, συλλέγονται και χρησιμοποιούνται εκ νέου. Εάν συντηρηθούν σε κατάλληλες συνθήκες, παραμένουν δραστικοί για πολλά χρόνια. Οι μέθοδοι συντήρησης των κόκκων που έχουν χρησιμοποιηθεί είναι η λυοφιλίωση, η κατάψυξη και σε υγρή μορφή. Με την τελευταία μέθοδο η δραστηρότητα τους δεν υπερβαίνει τις 10 ημέρες. Η λυοφιλίωση παρουσιάζει το μειονέκτημα του μειωμένου μεταβολισμού της λακτόζης σε σχέση με το αρχικό προφίλ του κόκκου. Η άριστη μέθοδος διατήρησης των κόκκων είναι η κατάψυξη.

2.2.3 Κατανομή των μικροοργανισμών στο κεφίρ

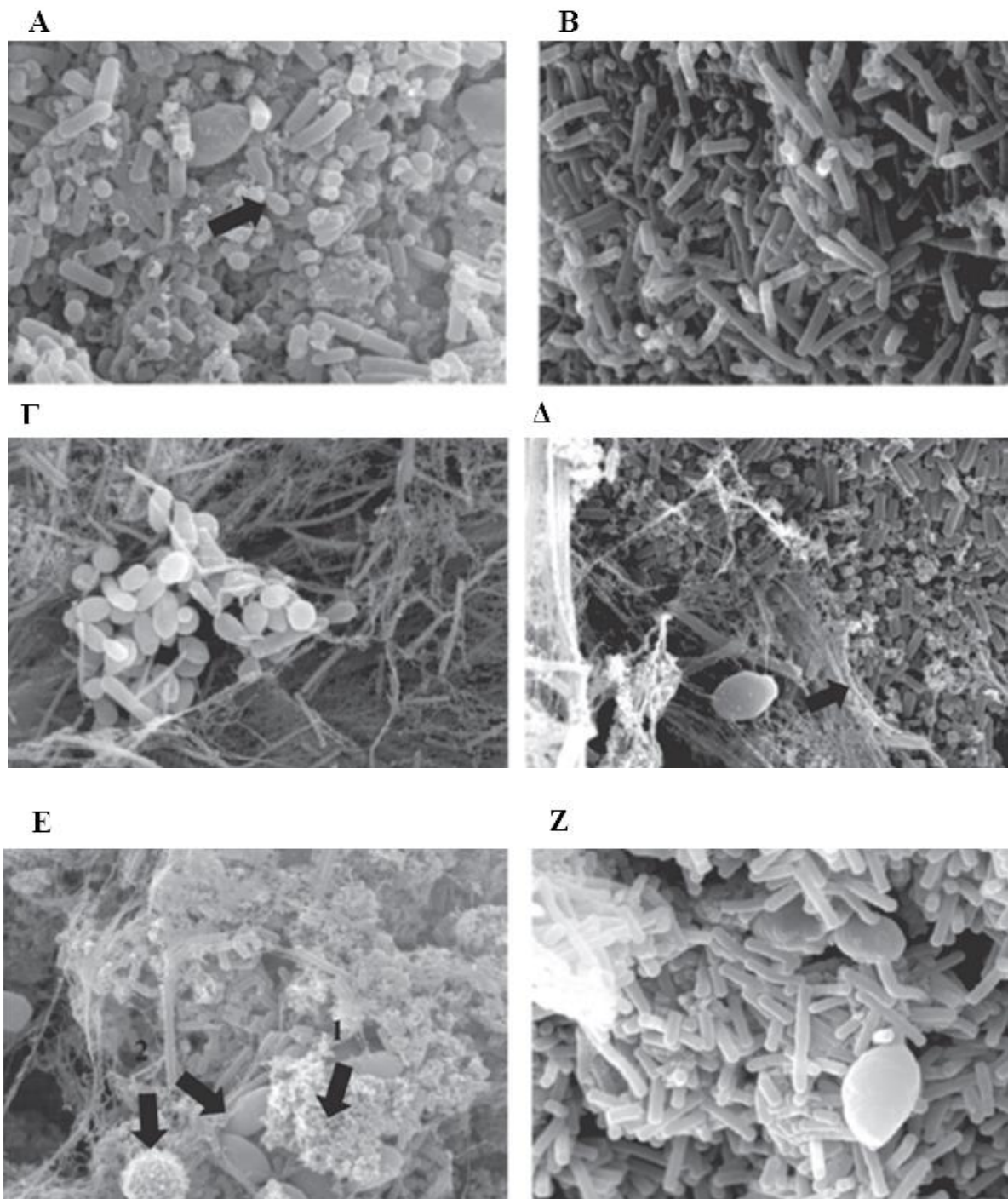
Η κατανομή των μικροοργανισμών στους κόκκους κεφίρ έχει μελετηθεί και τα αποτελέσματα είναι αμφιλεγόμενα. Μερικοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι ζύμες ευρίσκονται γενικά στην εσωτερική και ενδιάμεση ζώνη των κόκκων με τα ραβδόμορφα

βακτήρια και τους σπάνιους γαλακτόκοκκους κυρίως στην επιφάνεια (Bottazzi and Bianchi, 1980· Lin *et al.*, 1999). Αντίθετα, άλλοι ερευνητές περιγράφουν ότι οι ζύμες κατανέμονται τόσο στις εξωτερικές όσο και στις εσωτερικές περιοχές των κόκκων (Guzel-Seydim *et al.*, 2005· Jianzhong *et al.*, 2009· Magalhães *et al.*, 2011· Rea *et al.*, 1996). Ορισμένοι ερευνητές αναφέρουν ότι η δομή των κόκκων του κεφίρ οφείλεται στον πολυσακχαρίτη κεφιράν που αποτελεί σημαντικό συστατικό της μάζας του κόκκου (Guzel-Seydim *et al.*, 2005· Magalhães *et al.*, 2010a, 2010b, 2011).

2.2.4 Ζύμες Κεφίρ

Οι ζύμες κεφίρ έχουν μελετηθεί λιγότερο από τα βακτήρια του κεφίρ αν και παράγουν μεταβολίτες που συνεισφέρουν στις επιθυμητές και τυπικές αισθητηριακές ιδιότητες του κεφίρ (Ratray & O'Connell, 2011· Simova *et al.*, 2002). Οι κύριες ζύμες που είναι ικανές να ζυμώνουν τη λακτόζη είναι οι *Kluyveromyces marxianus* / *Candida kefyr*, *Kluyveromyces lactis* var. *lactis*, *Debaryomyces hansenii* e *Dekkera anomala*, ενώ οι ζυμωμόκητες που δεν την ζυμώνουν είναι οι *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulaspota delbrueckii*, *Pichia fermentans*, *Kazachstania unispora*, *Saccharomyces turicensis*, *Issatchenkia orientalis* και *Debaryomyces occidentalis* .

Στην Εικόνα 2.2 παρουσιάζονται έξι μικρογραφίες όπου απεικονίζονται οι μικροοργανισμοί ως εξής: Στις Β, Δ και Ζ παρατηρούνται στο εσωτερικό τμήμα των κόκκων ραβδόμορφα βακτήρια ενώ στις Α, Γ και Ε εμφανίζονται στο εξωτερικό τμήμα των κόκκων τα σφαιρικά βακτήρια.



Εικόνα 2.2 Σάρωση ηλεκτρονικής μικροσκοπίας μικροβιακής χλωρίδας σε κόκκους κεφίρ. Οι εικόνες A, Γ, E αντιστοιχούν σε εξωτερικά τμήματα των κόκκων. Οι B, Δ και Z αντιστοιχούν σε εσωτερικά τμήματα του κόκκου. Ερμηνεία βελών: Η μικρογραφία A είναι βακτηριακοί κόκκοι. Η μικρογραφία Δ είναι ινώδες υλικό που αντιστοιχεί στον πολυσακχαρίτη κεφιράν. Η μικρογραφία E με το βέλος 1 απεικονίζει κοκκώδες υλικό που είναι κροκίδωση πρωτεΐνης και το βέλος 2 δείχνει διαφορετικά είδη ζύμης. (Leite et al., 2013)

2.2.5 Βακτήρια του Κεφίρ

Στον Πίνακα 2.1 αναγράφονται οι γαλακτοβάκιλλοι και οι γαλακτόκοκκοι που έχουν ταυτοποιηθεί στους κόκκους κεφίρ (Leite et al., 2012· Rattray και O'Connel, 2011). Με τον όρο ομοζυμωτικοί εννοούμε ότι παράγουν κυρίως γαλακτικό οξύ από λακτόζη που ξεπερνά το 85%.

Πίνακας 2.1 Ταυτοποιηθέντες μικροοργανισμοί στο κεφίρ	
Ομοζυμωτικοί	Ετεροζυμωτικοί
Γαλακτοβάκιλλοι	
<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	<i>L. kefir</i>
<i>L. helveticus</i>	<i>L. parakefir</i>
<i>L. kefiranofaciens</i> subsp. <i>kefiranofaciens</i>	<i>L. fermentum</i>
<i>L. kefiranofaciens</i> subsp. <i>kefirgranum</i>	<i>L. brevis</i>
<i>L. acidophilus</i>	
Λακτόκοκκοι	
<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	
<i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	
<i>Streptococcus thermophilus</i>	

Εκτός των ανωτέρω υπάρχει και μια κατηγορία μικροβιακών στελεχών που είναι θετικά στην εξέταση των κιτρικών. Αυτό σημαίνει ότι χρησιμοποιούν τα κιτρικά ως μοναδική πηγή άνθρακα όπως ο *L. lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* και ο *Leuconostoc mesenteroides*. Η κατανάλωση κιτρικών από τα αναφερθέντα στελέχη συμβάλλει στην παραγωγή βασικών ενώσεων που συμμετέχουν στην τυπική γεύση του κεφίρ (Rattray και O'Connel, 2011).

2.2.6 Αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μικροοργανισμών κεφίρ

Οι πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ ζύμης και βακτηρίων και η αλληλεξάρτησή τους στους κόκκους κεφίρ δεν είναι πλήρως κατανοητές. Όταν όμως διαχωρίστηκαν οι ζύμε από τα βακτήρια η ανάπτυξη των πρώτων υπήρξε μειωμένη (Cheirsilp et al., 2003· Farnworth και Mainville, 2008· Rattray O'Connel, 2011). Το γένος *Lactococcus* αναπτύσσεται στο γάλα ταχύτερα από τη ζύμη (Rea et al., 1996· Tamime, 2006) επειδή αυτό μεταβολίζει τη λακτόζη σε υψηλό βαθμό (Rea et al., 1996). Κατά την υδρόλυση της λακτόζης από τον *Lactococcus* παράγεται γαλακτικό οξύ και δημιουργείται το κατάλληλο περιβάλλον για την

ανάπτυξη της ζύμης (Tamime, 2006). Επιπλέον, οι ζύμες συνθέτουν βιταμίνες του συμπλέγματος Β και υδρολύουν πρωτεΐνες του γάλακτος, χρησιμοποιώντας οξυγόνο για την παραγωγή CO₂ και αιθανόλης (Lopitz-Otsoa et al., 2006· Tamime, 2006). Η αλληλεπίδραση μεταξύ ζύμης και βακτηρίων γαλακτικού οξέος μπορεί να διεγερθεί ή να ανασταλεί από την ανάπτυξη ενός ή και των δύο, σε συνκαλλιέργειες. Αυτοί οι μικροοργανισμοί μπορούν να ανταγωνιστούν θρεπτικά συστατικά για ανάπτυξη, ή μπορεί να παράγουν μεταβολίτες που αναστέλλουν ή διεγείρουν ο ένας τον άλλον (Lopitz-Otsoa et al., 2006). Μερικά είδη ζύμης είναι πρωτεολυτικά ή λιπολυτικά, παρέχοντας αμινοξέα και λιπαρά οξέα (Ratray και O'Connell, 2011). Είδη όπως το *Debaryomyces hansenii* και το *Yarrowia lipolytica* αφομοιώνουν το γαλακτικό οξύ που σχηματίζεται από τους LAB, αυξάνοντας το pH και διεγείροντας την ανάπτυξη των βακτηρίων. Η παραγωγή βιταμίνης Β από το *Acetobacter spp.* ευνοεί επίσης την ανάπτυξη άλλων μικροοργανισμών που είναι παρόντες σε κόκκους κεφίρ (Lopitz-Otsoa et al., 2006· Rea et al., 1996).

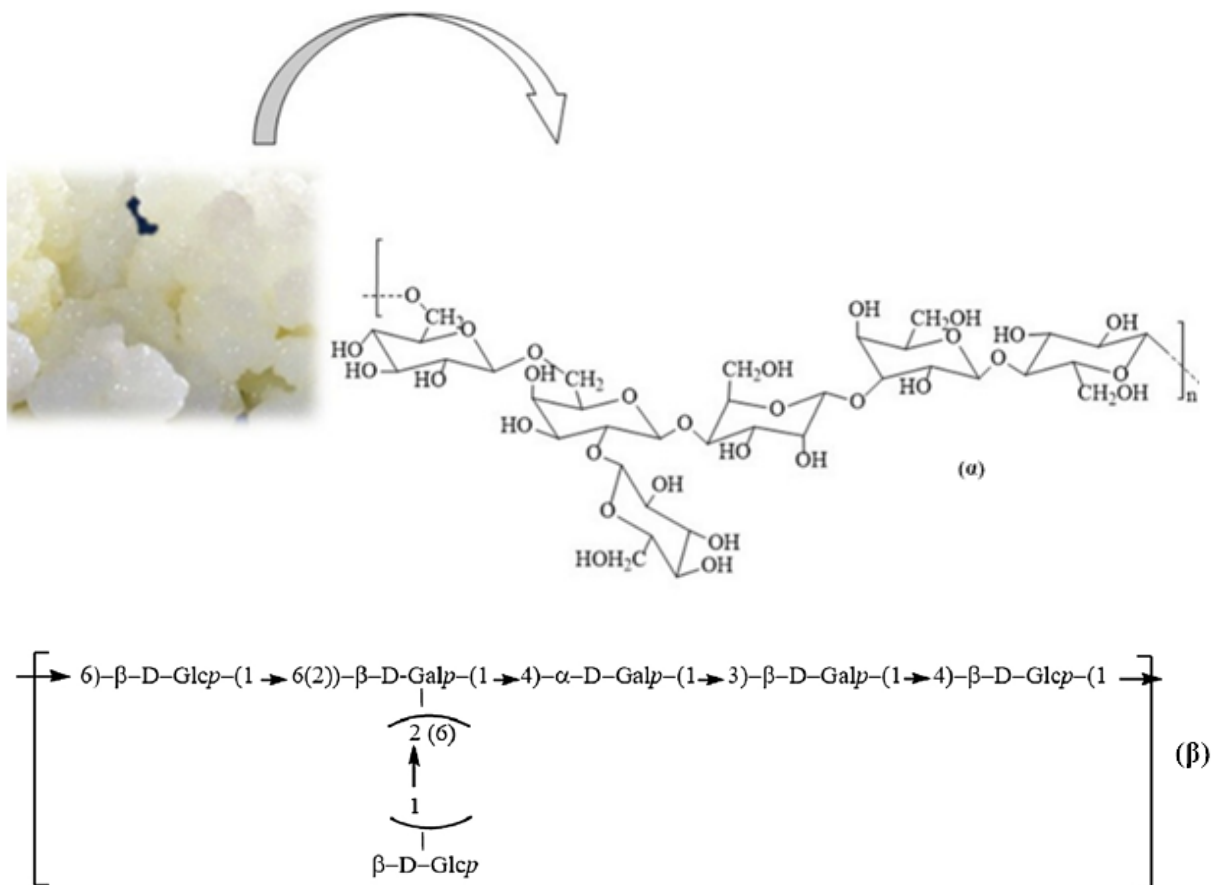
2.2.7 Ο πολυσακχαρίτης κεφιράν

Από τους μικροοργανισμούς *L. kefiranofaciens*, *L. kefirgranum*, *L. parakefir*, *L. kefir* και *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* (Micheli et al., 1999) παράγεται ένας διακλαδισμένος, υδατοδιαλυτός πολυσακχαρίτης, με πολλές υδροξυλομάδες ο οποίος περιέχει ίσες ποσότητες D-γλυκόζης και D-γαλακτόζης. Ο πολυσακχαρίτης αυτός έχει την εμπειρική ονομασία kefiran και είναι ένας από τους πιο ενδιαφέροντες εξωκυτταρικούς πολυσακχαρίτες. Αυτό το εδώδιμο βιοπολυμερές προσέλκυσε την προσοχή (Mukai et al., 1990), λόγω των μοναδικών βιολογικών και τεχνολογικών χαρακτηριστικών του όπως η ρεολογική συμπεριφορά (Rimada & Abraham, 2006), η βιοαποικοδομησιμότητα (Ghasemlou et al., 2011b), η βιοσυμβατότητα (Shahabi-Ghahfarrokhi et al., 2015b), η ασφάλεια (Micheli et al., 1999· Piermaria et al., 2016), η γαλακτωματοποιητική και σταθεροποιητική δράση (Botelho et al., 2014), και η αντοχή στην υδρόλυση (Micheli et al., 1999).

Η απομόνωση του κεφιράν πραγματοποιείται με την ακόλουθη διαδικασία. Οι κόκκοι του κεφίρ ομογενοποιούνται και ο πολυσακχαρίτης καθιζάνει από το ιξώδες διήθημα με αιθανόλη. Ο πολυσακχαρίτης περαιτέρω καθαρίζεται με κατάψυξη του υδατικού διαλύματος του ακατέργαστου υλικού. Ακολουθεί απόψυξη, οπότε λαμβάνεται μία γέλη από την οποία απελευθερώνεται το μεγαλύτερο μέρος του υγρού με συναίρεση. Το καθαρισμένο κεφιράν έχει $[\alpha]_D = 68^\circ$ (c=1, ύδωρ) και σύσταση 50% γαλακτόζη και 50% γλυκόζη. Με τις

τεχνικές καθαρισμού και κλασμάτωσης που χρησιμοποιήθηκαν δεν παρατηρήθηκε ανομοιογένεια του πολυσακχαρίτη. Ο πολυσακχαρίτης αυτός έχει μοριακό βάρος 20600 που αντιστοιχεί κατά μέσο όρο σε 127 μονάδες εξόζης.

Η επαναλαμβανόμενη μονάδα του κεφιράν εμφανίζεται στην Εικόνα 2.3. Η παραγωγή αυτού του πολυσακχαρίτη διεγείρεται όταν ο *L. kefiranofaciens* αναπτύσσεται στην ίδια καλλιέργεια με τον *S. cerevisiae* (Cheirsilp et al., 2003).



Εικόνα 2.3 Προτεινόμενη δομή του πολυσακχαρίτη κεφιράν (α) Μέσα στην αγκύλη δίδεται η επαναλαμβανόμενη μονάδα των 5 μορίων γλυκόζης και γαλακτόζης καθώς και μια διακλάδωση γλυκόζης ενωμένης με ένα μόριο γαλακτόζης μέσω του γλυκοζιτικού δεσμού 1→2. Ο αριθμός $n = 21$. (β) Δίδονται οι συντημήσεις των σακχάρων και οι γλυκοζιτικοί δεσμοί παρίστανται με βέλη. Gal = γαλακτόζη, Glc = Γλυκόζη, p = πυρανόζη. Με το p δηλώνεται ότι όλα τα κατάλοιπα που αποτελούν την αλυσίδα είναι εξόζες. (Micheli et al., 1999)

2.2.7.1 Εφαρμογές και ιδιότητες του κεφίράν

Τα τελευταία χρόνια, λόγω των επιθυμητών χαρακτηριστικών του κεφίράν, έχει αναφερθεί μία ευρεία ποικιλία εφαρμογών σε διαφορετικά πεδία. Στις εφαρμογές τροφίμων, λόγω της υφής του και του χαρακτηριστικού της πηκτωματοποίησης, το κεφίράν χρησιμοποιείται για την παρασκευή βιοπολυμερούς μεμβράνης ως βιοαποικοδομήσιμο υλικό συσκευασίας τροφίμων (Bodea et al., 2016· Ghasemlou et al., 2011· Motedayen et al., 2013). Μερικοί ερευνητές έδειξαν ότι το κεφίράν ήταν επίσης χρήσιμο σε βιολογικές και ιατρικές διαδικασίες (Jenab et al., 2015· Maeda, Zhu, Omura, et al., 2004a).

A) Βιομηχανία τροφίμων

Το κεφίράν έχει πολλές χαρακτηριστικές λειτουργικές ιδιότητες. Αυτός ο φυσικός πολυσακχαρίτης χρησιμοποιήθηκε επαρκώς ως πρόσθετο τροφίμων (Rimada και Abraham, 2006). Επιπλέον, σχηματίζει πηκτές σε χαμηλές θερμοκρασίες, οπότε χρησιμοποιήθηκε ως μέσο πηκτωματοποίησης σε εφαρμογές τροφίμων (Zavala et al., 2015). Εκτός αυτού, οι θεραπευτικές ιδιότητες της κεφίράν όπως αντιμυκητιακή (Cevikbas et al., 1994), αντιβακτηριακή (Rodrigues et al., 2005), αντιοξειδωτική δράση (Sabaghi et al., 2015), προστασία του επιθηλίου και ανοσοτροποποίηση (Vinderola et al., 2006) προσέκλυσαν την προσοχή ως πιθανού συντηρητικού τροφίμων. Επομένως, η χρήση κεφίράν στην παραγωγή βρώσιμων και σύνθετων μεμβρανών μπορεί να οδηγήσει σε κατάλληλη συσκευασία και συγκεκριμένες προστατευτικές επικαλύψεις με καλές μηχανικές και φυσικές ιδιότητες, προκαλώντας με τη σειρά τους αυξημένη διάρκεια ζωής, βελτιωμένη ποιότητα τροφίμων, θετικά αποτελέσματα στην υγεία και ικανοποιητικές φυσικοχημικές ιδιότητες (Piermaria et al., 2009, 2011· Zolfi et al., 2015).

B) Αντιοξειδωτική δράση

Επειδή τα αντιοξειδωτικά επιβραδύνουν την οξείδωση, θα μπορούσαν να συντηρήσουν τα τρόφιμα ως μέσα εξουδετέρωσης των ριζών (Kumar, 2011· Yilmaz-Ersan et al., 2016). Το κεφίράν χρησιμοποιήθηκε ως φυσικό αντιοξειδωτικό, χάρις στην αντιοξειδωτική, αντιμικροβιακή και αντικαρκινική του δράση (Thyagarajan et al., 2017). Επιπλέον, μια άλλη σημαντική εφαρμογή του κεφίράν είναι ο συνδυασμός χιτοζάνης και κεφίράν, ως σύνθετων υμενίων, για την αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής δράσης και των δομικών ιδιοτήτων (συμπεριλαμβανομένων μηχανικών, φυσικών χαρακτηριστικών και διαπερατότητας υδρατμών). Μελέτες έχουν δείξει ότι η προσθήκη χιτοζάνης σε αυτά τα υμένια μεμβρανών

βελτιώνει την αντιοξειδωτική δράση, τα φυσικά χαρακτηριστικά, τη διαπερατότητα υδρατμών και τις οπτικές ιδιότητες (Sabaghi et al., 2015).

Γ) Αντιμικροβιακή δράση

Το κεφίρ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αντιμικροβιακό μέσο και επουλωτικό πληγών έναντι αρκετών ανθεκτικών παθογόνων στελεχών. Μελέτες αντιμικροβιακής δράσης του κεφίρ στον *Staphylococcus aureus* και στους αρουραίους Wistar με επαγόμενες δερματικές αλλοιώσεις αποκάλυψαν υψηλή αντιμικροβιακή, επουλωτική και αντιφλεγμονώδη δράση. Διαπιστώθηκε επίσης η μέγιστη αντιμικροβιακή δράση του κεφίρ κατά του *Streptococcus pyogenes* (Rodrigues et al., 2005). Ομοίως, οι μελέτες έδειξαν ότι το κεφίρ αύξησε την αντιμυκητιακή δράση έναντι πολλών νηματοειδών μυκήτων και την αντιμικροβιακή δράση έναντι βακτηρίων. Η εξαιρετική αντιμικροβιακή δράση του κεφίρ αναφέρθηκε έναντι των *Fusarium graminearum* CZ1 και *Streptococcus faecalis* KR6. Επιπλέον, λόγω της αντιμυκητιακής δράσης το κεφίρ, αποτρέπει την παραγωγή αφλατοξίνης B1 από τον *Aspergillus flavus* AH3 (Ismail et al., 2011· Vijayendra & Shamala, 2013). Έχει αποδειχθεί η ικανότητα του κεφίρ, ως υλικό μεταφοράς (Micheli et al., 1999) ή ως πολυσακχαρίτης ελήτρου να εκλύει δραστικά μόρια. Επειδή μερικά βακτήρια είναι ανθεκτικά έναντι των αντιβιοτικών, ο στόχος χρήσης του κεφίρ με αντιμικροβιακά πεπτίδια είναι η καταπολέμηση των παθογόνων βακτηρίων. Ως εκ τούτου, στην παραγωγή νέων αντιβακτηριακών φαρμάκων, χρησιμοποιήθηκε το κεφίρ με την αυξημένη ποσότητα αντιμικροβιακών πεπτιδίων (Jenab et al., 2015).

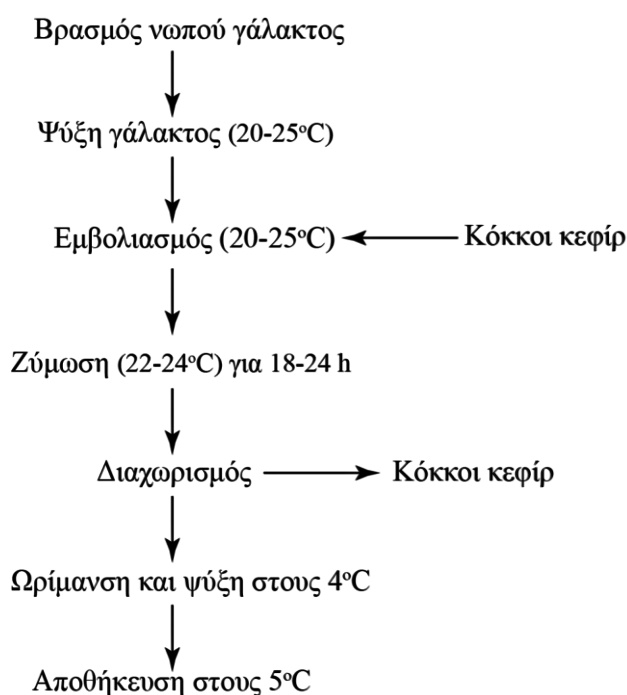
2.2.8 Παραγωγή κεφίρ

Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι παραγωγής κεφίρ (I) η παραδοσιακή διαδικασία, (II) η εμπορική διαδικασία με τη ρωσική μέθοδο και (III) η εμπορική διαδικασία με χρήση καθαρών καλλιέργειών (Farnworth, 2005· Otles και Cagindi, 2003· Rattray και O'Connell, 2011). Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και άλλα υποστρώματα, εκτός από τα γάλατα των ζώων, όπως το ρόφημα καρύδας, το γάλα σόγιας, οι χυμοί φρούτων και/ ή διαλύματα ζάχαρης και μελάσσας (Magalhães et al., 2010· Öner et al., 2010· Rattray and O'Connell, 2011). Η κύρια διαφορά μεταξύ των 2 πρώτων τεχνικών είναι ο εμβολιασμός των κόκκων κεφίρ ή της καλλιέργειας κεφίρ στο γάλα. Οι κόκκοι κεφίρ χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραδοσιακή παραγωγή κεφίρ. Λόγω της μεταβλητής μικροχλωρίδας των κόκκων κεφίρ, οι αισθητηριακές ιδιότητες των δειγμάτων κεφίρ μπορούν να δείξουν διαφορές

ανάλογα με την προέλευση των κόκκων και τις συνθήκες αποθήκευσης και χειρισμού. Για τυπική παραγωγή, η βιομηχανία χρησιμοποιεί καλλιέργειες εκκίνησης κεφίρ που περιλαμβάνουν καθαρά στελέχη μικροχλωρίδας κεφίρ (Petersson et al., 1985· García Fontán et al., 2006).

2.2.8.1 Παραδοσιακή μέθοδος παρασκευής κεφίρ

Η παραδοσιακή παραγωγή περιλαμβάνει ενοφθαλμισμό γάλακτος με μεταβλητή ποσότητα κόκκων και ζύμωση για μια περίοδο μεταξύ 18-24 ωρών όπως εμφανίζεται στην Εικόνα 2.4. Στο τέλος της ζύμωσης οι κόκκοι κοσκινίζονται και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για νέα ζύμωση ή διατηρούνται (1-7 ημέρες) σε φρέσκο γάλα, ενώ το ρόφημα κεφίρ αποθηκεύεται στους 4°C, έτοιμο για κατανάλωση (Beshkova et al., 2002· Farnworth και Mainville, 2008· Otles and Cagindi, 2003).



Εικόνα 2.4 Διάγραμμα ροής παραδοσιακής παραγωγής κεφίρ (Otles & Cagindi, 2003).

Η αρχική συγκέντρωση εμβολιασμού των κόκκων (αναλογία κόκκων/γάλακτος) επηρεάζει το pH, το ιξώδες, την τελική συγκέντρωση λακτόζης και το μικροβιολογικό προφίλ του τελικού προϊόντος (Garrote et al., 1998· Simova et al., 2002).

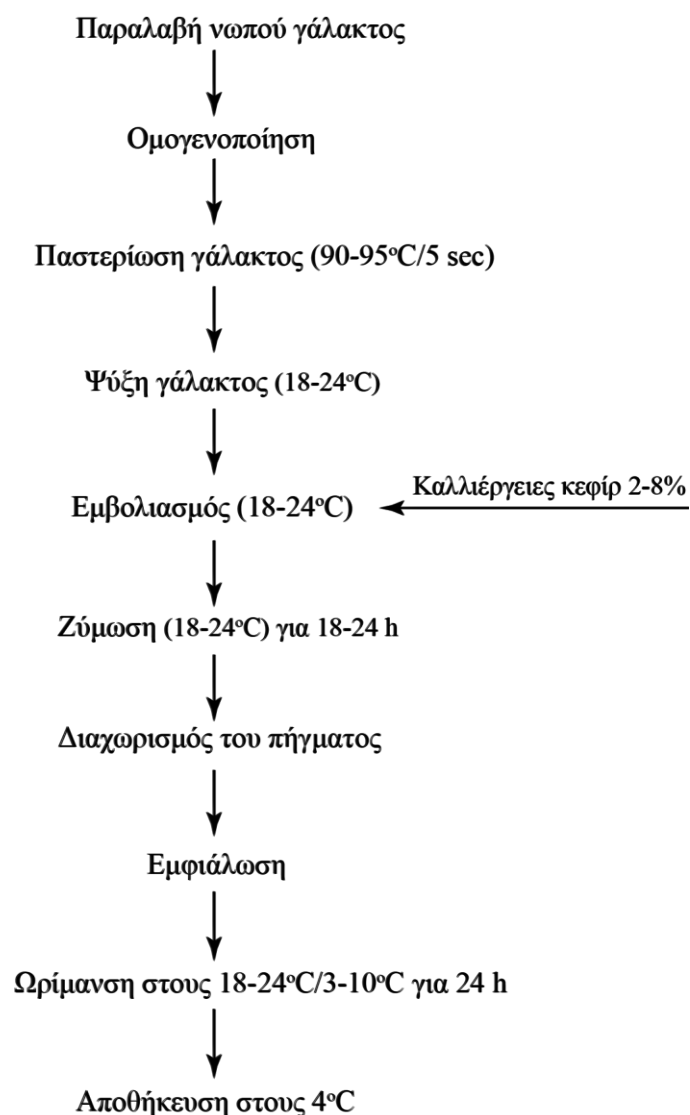
Η ανάπτυξη των ομοζυμωτικών γαλακτοκόκκων ευνοείται με την ανάδευση κατά τη διάρκεια της ζύμωσης και επηρεάζει εν γένει τη μικροβιακή σύνθεση του κεφίρ (Farnworth

and Mainville, 2008· Rattray and O'Connel, 2011· Tamime, 2006). Η επώαση σε θερμοκρασίες άνω των 30°C διεγείρει την ανάπτυξη θερμοφίλου LAB, ενώ αποτελεί μειονέκτημα για την ανάπτυξη ζύμης και του μεσόφιλου LAB (Rattray and O'Connel, 2011).

2.2.8.2 Βιομηχανική μέθοδος παρασκευής κεφίρ

Η δεύτερη μέθοδος, γνωστή ως «ρωσική μέθοδος», επιτρέπει την παραγωγή κεφίρ σε μεγαλύτερη κλίμακα και χρησιμοποιεί μια διαδικασία ζύμωσης σε σειρά, από το διήθημα που προκύπτει από την πρώτη ζύμωση των κόκκων (Farnworth and Mainville, 2008· Rattray and O'Connel, 2011). Η χρήση διαφορετικών μεθόδων στη βιομηχανική παραγωγή του κεφίρ είναι εφικτή, αλλά όλες βασίζονται στην ίδια αρχή (Εικόνα 2.5).

Το γάλα εμβολιάζεται με καθαρές καλλιέργειες που απομονώνονται από κόκκους κεφίρ και εμπορικές καλλιέργειες (Beshkova et al., 2002· Rattray και O'Connel, 2011· Tamime, 2006). Η προαιρετική φάση της ωρίμανσης, συνίσταται στη διατήρηση του κεφίρ στους 8-10°C για έως και 24 ώρες (Beshkova et al., 2002· Rattray και O'Connel, 2011), ώστε να αναπτυχθούν οι μικροοργανισμοί, κυρίως της ζύμης, συμβάλλοντας στη συγκεκριμένη γεύση και άρωμα του προϊόντος (Beshkova et al., 2002). Η παράλειψη αυτού του βήματος σχετίζεται με την ανάπτυξη άτυπης γεύσης στο κεφίρ (Beshkova et al., 2002· Rattray and O'Connel, 2011). Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, η παραγωγή CO₂ από ζύμη ή ετεροζυμωτικό LAB μπορεί να προκαλέσει φούσκωμα στη συσκευασία του προϊόντος, γεγονός που πρέπει να ληφθεί υπόψη στην επιλογή συσκευασίας (Farnworth and Mainville, 2008· Sarkar, 2008). Παρόλο που το κεφίρ παραγεται βιομηχανικά από πολλές χώρες δεν εμφανίζονται όλες οι ιδιότητες του παραδοσιακού κεφίρ. (Farnworth and Mainville, 2008· Lopitz-Otsoa et al., 2006). Ο Assadi et al. (2002) δοκίμασαν αρκετές αναλογίες καλλιεργείων εκκίνησης που απομονώθηκαν από τους κόκκους (LAB, μαγιά, AAB) και διαπίστωσαν ότι το παραδοσιακό κεφίρ που παράγεται με κόκκους κεφίρ έχει γίνει καλύτερα αποδεκτό από το κεφίρ που λαμβάνεται με τη χρήση της καλλιέργειας εκκίνησης. Οι Rossi και Gobbetti (1991) παρήγαγαν ένα ρόφημα τύπου «κεφίρ», με χαμηλότερο ιξώδες και απουσία μερικών πτητικών συστατικών που βρίσκονται συχνά στο παραδοσιακό κεφίρ. Ο Carneiro (2010) από την άλλη πλευρά, ανέπτυξε μια καλλιέργεια εκκίνησης από μικροοργανισμούς που απομονώθηκαν από κόκκους κεφίρ και το προϊόν έγινε πιο αποδεκτό από το παραδοσιακό κεφίρ.



Εικόνα 2.5 Διάγραμμα ροής βιομηχανικής παραγωγής κεφίρ (Otlés και Cagindi, 2003).

Οι Beshkova et al. (2002) πρότειναν δύο μεθόδους ζύμωσης κεφίρ: μία με ταυτόχρονη ζύμωση και μια με διαδοχική ζύμωση. Ως εκ τούτου, χρησιμοποίησαν μια καλλιέργεια εκκίνησης που αποτελείται από βακτήρια και μαγιά που απομονώνονται από κόκκους κεφίρ, σε συνδυασμό με δύο στελέχη που χρησιμοποιούνται συνήθως στην παραγωγή γιαουρτιού.

Οι ζύμες προστέθηκαν στην αρχική καλλιέργεια με σακχαρόζη, τόσο στην αρχή (ταυτόχρονη ζύμωση) όσο και μετά το στάδιο ζύμωσης του γαλακτικού οξέος (διαδοχική ζύμωση). Οι δύο διεργασίες ζύμωσης παρήγαγαν κεφίρ με μεγάλο αριθμό ζώντων

γαλακτόκοκκων και γαλακτοβακίλλων, με αισθητηριακές ιδιότητες παρόμοιες με το παραδοσιακό κεφίρ. Η χρήση εμπορικών καλλιιεργειών μπορεί να τυποποιήσει την εμπορική παραγωγή κεφίρ, εάν η επιλογή των ειδών και στελεχών των ζυμών και των βακτηρίων πραγματοποιείται με ακρίβεια και προσεκτικά, επιτρέποντας έτσι την παραγωγή ενός ροφήματος "τύπου κεφίρ" με αποδεκτή γεύση και άρωμα και καλές ιδιότητες συντήρησης (Beshkova et al., 2002· Carneiro, 2010). Το εμπορικό ρόφημα μπορεί να έχει εμπορική διάρκεια ζωής έως και 28 ημέρες, ενώ συνιστάται η κατανάλωση κεφίρ με κόκκους μεταξύ 3-12 ημερών. Ωστόσο, το ρόφημα τύπου «κεφίρ» ενδέχεται να μην παρουσιάζει τις ίδιες θεραπευτικές και προβιοτικές ιδιότητες που υπάρχουν στο παραδοσιακό κεφίρ (Rattray and O'Connell, 2011). Οι κόκκοι κεφίρ έχουν επίσης μελετηθεί σχετικά με την παραγωγή πρωτεϊνών μονοκυττάρων (SCP) στη βιομετατροπή του ορού τυριού και την εφαρμογή τους στη βιομηχανία τροφίμων, για βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών ορισμένων προϊόντων (Paraskevoudoulou et al., 2003). Οι κύριες ελλείψεις στην παραγωγή κεφίρ μπορεί να αποδοθούν στη δυσάρεστη γεύση και το τυπικό άρωμα της μαγιάς (Tamime, 2006). Το τελευταίο μπορεί να προκληθεί από ταχεία ανάπτυξη του *S. cerevisiae*, συνοδευόμενο από ένα τυπικό άρωμα ξυδιού (Tamime, 2006). Η υπερβολική παραγωγή οξικού οξέος μπορεί επίσης να επηρεάσει το άρωμα κεφίρ και εμφανίζεται λόγω της έντονης ανάπτυξης του *Acetobacter spp.* ή της παρουσίας του *Dekkera spp.* στους κόκκους. Μια πικρή γεύση μπορεί να προκληθεί από μύκητες (για παράδειγμα *Geotrichum candidum*) και/ή από τη δραστηριότητα ορισμένων άτυπων ζυμών που μπορεί να υπάρχουν στο προϊόν (Tamime, 2006).

2.2.8.3 Ο ρόλος της θερμικής επεξεργασίας του γάλακτος στην παραγωγή του κεφίρ

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ακόλουθοι συνδυασμοί χρόνου-θερμοκρασίας για τη θερμική επεξεργασία του γάλακτος: 1) 85°C για 30 min, 2) 90-95°C για 5 min και 110°C για 3 sec (Tamime και Robinson, 1985). Οι λόγοι που επιβάλλουν τη θερμική επεξεργασία είναι οι ακόλουθοι:

- Να μετουσιωθούν οι διαλυτές πρωτεΐνες του ορού του γάλακτος, ώστε να αυξηθεί ο υδρόφιλος χαρακτήρας των πρωτεϊνών με αποτέλεσμα τη συγκράτηση ύδατος.
- Να σχηματιστούν μικκύλια καζεΐνης εντός πλέγματος στα οποία ακινητοποιούνται τα μόρια ύδατος, με ομοιόμορφη κατανομή οπότε τα μικκύλια έχουν σταθεροποιητικό ρόλο.
- Να μειωθεί το μέγεθος των καζεϊνικών συσσωματωμάτων.

- Να αδρανοποιηθούν οι βλαστικές μορφές μικροοργανισμών του νωπού γάλακτος.
- Να αδρανοποιηθούν ένζυμα τα οποία προκαλούν λιπόλυση και πρωτεόλυση τα οποία απαντώνται τόσο στο γάλα, όσο και στη αναπτυσσόμενη μικροχλωρίδα σε αυτό, οπότε αποτρέπονται λιπολύσεις που προκαλούν ταγκή ή πικρή γεύση.
- Να γίνει μερική μεταφορά μέρους ασβεστίου, φωσφόρου, μαγνησίου και κιτρικών αλάτων, στη κολλοειδή φάση.
- Να σχηματιστούν σουλφυδρλικές ομάδες (-SH), που αναστέλλουν την οξειδωση του λίπους (Ζερφυρίδης Γ., 2001· Tamine A.Y et al. 1985).

Εκτός των ανωτέρω πλεονεκτημάτων της θερμικής επεξεργασίας διαπιστώνεται μερική καταστροφή υδατοδιαλυτών βιταμινών του συμπλέγματος Β και του φολικού οξέος.

2.2.9 Διαιτητική και θρεπτική αξία του κεφίρ

Το κεφίρ περιέχει τις βιταμίνες Β₁, Β₂, Β₅ και C, μέταλλα και απαραίτητα αμινοξέα που είναι ευεργετικά στην επούλωση και την ομοίωση (Otlés και Cagindi, 2003). Ανάλογη διαπίστωση αναφέρθηκε από τους Liutkevičius και Sarkinas το 2004 για τις βιταμίνες Β₅, Β₂ και Β₁ σε περίπου αντίστοιχες συγκεντρώσεις των 3, 5 και 10 mg/kg. Συναντώνται επίσης και οι βιταμίνες Α, Κ καθώς και το καροτένιο (Otlés και Cagindi, 2003).

Ο τύπος του γάλακτος καθώς και η μικροβιολογική χλωρίδα είναι ουσιώδεις παράγοντες για την παρουσία των βιταμινών στο κεφίρ (Sarkar, 2007). Οι Kneifel και Mayer (1991) παρουσίασαν τα είδη των βιταμινών στο κεφίρ από διάφορα είδη γάλακτος. Διαπίστωσαν συγκέντρωση βιταμινών εμπλουτισμένη με > 20% με θειαμίνη (πρόβειο γάλα), πυριδοξίνη (γάλα πρόβειο, αιγοπρόβειο, αλόγου) και φολικό οξύ (αιγοπρόβατα, βοοειδή).

Το κεφίρ περιέχει πλήρεις πρωτεΐνες που έχουν διασπαστεί εν μέρει διευκολύνοντας έτσι την πέψη από τον οργανισμό (Otlés & Cagindi, 2003). Το γεγονός ότι οι πρωτεΐνες του γάλακτος διασπώνται κατά τη ζύμωση του κεφίρ συμβάλλει στην υγεία του πεπτικού συστήματος. Ο Ravindran παραθέτει τί αναφέρει ο Dallas για το κεφίρ: «Η άλλη πιθανή επίπτωση είναι ότι επειδή έχετε τουλάχιστον κάποιο βαθμό πέψης που συμβαίνει στο κεφίρ ή σε άλλα παρόμοια προϊόντα προς αυτό, θα μπορούσαν να είναι ιδανικά τρόφιμα για άτομα που έχουν πρόβλημα στην πρωτεϊνική πέψη.»

Το προφίλ των αμινοξέων στο κεφίρ μεταβάλλεται κατά τη ζύμωση του γάλακτος Περιέχει υψηλότερα επίπεδα θρεονίνης, σερίνης, αλανίνης, λυσίνης και αμμωνίας από το γάλα. Επιπλέον, ταυτοποιήθηκαν και άλλα αμινοξέα, όπως βαλίνη, ισολευκίνη, μεθειονίνη,

λυσίνη, φαινυλαλανίνη και τρυπτοφάνη (Otles και Cagindi, 2003· Sarkar, 2007) ενώ έχουν αναφερθεί οι συγκεντρώσεις των απαραίτητων αμινοξέων σε mg/100 g: βαλίνη, 220· ισολευκίνη, 262· μεθειονίνη, 137· λυσίνη, 376· θρεονίνη, 183· φαινυλαλανίνη, 231 και τρυπτοφάνη, 70 (Liutkevicius & Sarkinas, 2004). Η πρωτεολυτική δράση των γαλακτόκοκκων αποδείχθηκε σε 13 στελέχη που απομονώθηκαν από το κεφίρ (Yuksekdag et al., 2004b). Τέλος μετά από 28 ημέρες αποθήκευσης, προσδιορίστηκαν στο κεφίρ οι περιοχές συγκεντρώσεων τυροσίνης και λευκίνης σε 0,009-0,016 mg/g και 1,89-9,56 mmol/L, αντιστοίχως (Kesenkas et al. 2011).

Ο ρόλος της τρυπτοφάνης, ενός από τα σημαντικότερα αμινοξέα του κεφίρ, έχει σημαντική σημασία για το νευρικό σύστημα (Kesenkas, Yerlikaya, και Ozer, 2013).

Το κεφίρ είναι καλή πηγή ανοργάνων αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου. Ο φωσφόρος, το οποίο είναι το δεύτερο σε αφθονία μέταλλο στο ανθρώπινο σώμα και βοηθά στην αξιοποίηση υδατανθράκων, λιπών και πρωτεϊνών για την ανάπτυξη, τη συντήρηση και την ενέργεια των κυττάρων, είναι επίσης άφθονο στο κεφίρ (Otles & Cagindi, 2003). Τα μακροστοιχεία και τα ιχνοστοιχεία του κεφίρ έχουν μελετηθεί διεξοδικά. Προσδιόρισαν ότι τα μακροστοιχεία που υπάρχουν στον κόκκο του κεφίρ ήταν: κάλιο, 1,65%· ασβέστιο, 0,86%· φωσφόρος, 1,45%· και μαγνήσιο, 0,30%. Για τα ιχνοστοιχεία οι προσδιορισθείσες συγκεντρώσεις σε mg/kg ήταν: Cu, 7,32· Zn, 92,7· Fe, 20,3· Mn, 13,0· Co, 0,16· και Mo, 0,33 (Liutkevicius & Sarkinas, 2004). Οι Kök-Taş et al. (2014) διαπίστωσαν ότι η περιεκτικότητα τέφρας στα δείγματα κεφίρ κυμαινόταν από 0,55% έως 0,66%.

Το κεφίρ είναι μια καλή επιλογή για άτομα με δυσανεξία στη λακτόζη, δηλαδή εκείνα που δεν μπορούν να αφομοιώσουν σημαντικές ποσότητες λακτόζης, που είναι το κυρίαρχο σάκχαρο στο γάλα. Η περιεκτικότητα σε λακτόζη μειώνεται στο κεφίρ ενώ εκείνη της β-γαλακτοσιδάσης, του ενζύμου διάσπασης της λακτόζης, αυξάνεται ως αποτέλεσμα της ζύμωσης (Otles & Cagindi, 2003).

Διαπιστώθηκε ότι η παρουσία αμινών σε δείγματα κεφίρ που αποδόθηκε στη δράση των οξυγαλακτικών βακτηρίων. Η πουτρεσκίνη, η κανταβερίνη και η σπερμιδίνη προσδιορίστηκαν σε όλα τα δείγματα ενώ η τυραμίνη βρέθηκε ότι είναι μια βιογενής αμίνη (Altay et al., 2013).

Στον Πίνακα 2.2 παρουσιάζονται τα θρεπτικά συστατικά του κεφίρ σύμφωνα με την υπηρεσία USDA*

Πίνακας 2.2 Διατροφική αξία κεφίρ

Ενέργεια	67 Kcal
Πρωτεΐνη	4,58 g
Ολικό λίπος	0,83 g
Υδατάνθρακες, από διαφορά	10,00 g
Συνολικές διαιτητικές ίνες,	1,2 g
Ασβέστιο, Ca	125 mg
Σίδηρος, Fe	0 mg
Νάτριο, Na	52 mg
Βιταμίνη C, ολικό ασκορβικό οξύ	0 mg
Βιταμίνη A, IU	208 IU
Βιταμίνη D (D ₂ +D ₃), Διεθνείς μονάδες	42 IU
Λιπαρά οξέα, ολικά κορεσμένα	0,62 g
Λιπαρά οξέα, συνολικά <i>trans</i>	0 g
Χοληστερόλη	4 mg

*Η USDA υπολογίζει τιμές ανά 100 mL από τιμές ανά μερίδα.

2.2.10 Τα οφέλη στην υγεία από τη χρήση του κεφίρ

Ιστορικά, το κεφίρ έχει προταθεί για τη θεραπεία διαφόρων κλινικών καταστάσεων όπως γαστρεντερικά προβλήματα, υπέρταση, αλλεργίες και ισχαιμικές καρδιακές παθήσεις (Farnworth και Mainville, 2008· Rattray και O'Connel, 2011). Η αξιολόγηση της ζύμωσης από τους κόκκους κεφίρ σε διάφορα υποστρώματα (Farnworth, 2005· Magalhães et al., 2010a· Öner et al., 2010) ανέφερε μεταξύ άλλων μεγάλη ποικιλία ενώσεων με βιολογική δράση, όπως οργανικά οξέα, CO₂, H₂O₂, αιθανόλη, πεπτίδια, εξωπολυσακχαρίτες (κεφιράν) και βακτηριοκίνες. Οι ενώσεις αυτές μπορούν να δρουν συνεργιστικά ή ανεξάρτητα έτσι ώστε τα προκύπτοντα οφέλη υγείας να αποδίδονται στην κατανάλωση κεφίρ (Garrote et al., 2010· Rattray και O'Connel, 2011).

2.2.10.1 Αντιφλεγμονώδης και θεραπευτική δράση

Οι θεραπευτικές και αντιφλεγμονώδεις δράσεις του κεφίρ και του κεφιράν σε ποντίκια παρατηρήθηκαν μετά από θεραπεία επτά ημερών με γέλη κεφίρ (Rodrigues et al., 2005), καθώς και αντιφλεγμονώδης δράση (Diniz et al., 2003) σε ένα πειραματόζωο στο οποίο είχε εισαχθεί οξικό οξύ και σχηματίστηκε κοκκιοματώδης ιστός. Ο Husseini et al. (2012) ανέφεραν τη θεραπευτική δράση του κεφίρ σε εγκαύματα ποντικών που μολύνθηκαν από *Pseudomonas aeruginosa*.

2.2.10.2 Υποχοληστερολαιμική επίδραση

Οι πιθανοί μηχανισμοί που προτάθηκαν για την υποχοληστερολαιμική δράση από τους LAB ενδέχεται να περιλαμβάνουν την αναστολή της εξωγενούς απορρόφησης της χοληστερόλης στο λεπτό έντερο. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της δεσμεύσεως και της ενσωμάτωσης της χοληστερόλης στα βακτηριακά κύτταρα (Wang et al., 2009). Οι Wang et al. (2009) διαπίστωσαν ελάττωση της ολικής χοληστερόλης, της LDL και των τριγλυκεριδίων στον ορό, ενώ δεν υπήρξε μεταβολή στη συγκέντρωση της HDL σε ποντίκια με διατροφή πλούσια σε χοληστερόλη συμπληρωμένη με *Lactobacillus plantarum* MA2. Επίσης, η ολική χοληστερόλη και τα τριγλυκερίδια μειώθηκαν στο ήπαρ. Η χοληστερόλη και τα τριγλυκερίδια στα περιττώματα των ζώων, από την άλλη πλευρά, αυξήθηκαν σημαντικά. Σε μια άλλη μελέτη διαπιστώθηκε μείωση των τριγλυκεριδίων και της χοληστερόλης στον ορό, ειδικά το κλάσμα HDL (Liu et al., 2006). Σε άλλη έρευνα εκτός από τα ανωτέρω ευρήματα, αποδείχθηκε ότι η κατανάλωση κεφίρ δεν μείωσε τα επίπεδα ολικής χοληστερόλης, της LDL, της HDL και των τριγλυκεριδίων, αλλά αύξησε τις συγκεντρώσεις των οξέων ισοβουτυρικού, προπιονικού και ισοβαλερικού, καθώς και τη συνολική ποσότητα λιπαρών οξέων βραχείας αλυσού στα κόπρανα (St-Onge et al., 2002).

2.2.10.3 Κεφίρ και δυσανεξία στη λακτόζη

Το κεφίρ είναι ιδανικό προϊόν για άτομα με δυσανεξία στη λακτόζη διότι αφ' ενός μεν κατά την παραγωγή του μειώνεται η συγκέντρωσή της αφ' ετέρου η β-γαλακτοσιδάση παραμένει δραστική. Ως γνωστό η β-γαλακτοσιδάση διασπά τον γλυκοζιτικό δεσμό μεταξύ γαλακτόζης και γλυκόζης. Αποδείχθηκε ότι μερικοί κόκκοι κεφίρ εμφανίζουν ενζυμική δραστικότητα β-γαλακτοσιδάσης, η οποία παραμένει δραστική όταν καταναλώνεται και ότι το κεφίρ περιέχει λιγότερη λακτόζη από το γάλα (Farnworth, 2005· Sarkar, 2007).

2.2.11 Ομοιότητες και διαφορές στην τεχνολογία του κεφίρ στις χώρες της Μεσογείου

Διαφορές στην τεχνολογία του κεφίρ

Υπάρχουν κυρίως δύο μέθοδοι για την παρασκευή του κεφίρ όπως αναφέρθηκε στις παραγράφους 2.1.7.1 και 2.1.7.2, η παραδοσιακή (αυθεντική) και η βιομηχανική (εμπορική) αντιστοίχως (Guzel-Seydim et al., 2010· Otles and Cagindi, 2003). Η κύρια διαφορά τους είναι ότι στην παραδοσιακή μέθοδο, οι κόκκοι κεφίρ προστίθενται απευθείας στο παστεριωμένο και ψυγμένο γάλα ενώ στη βιομηχανική μέθοδο προστίθενται λυοφιλοποιημένες καλλιέργειες εκκίνησης που περιέχουν LAB για τον εμβολιασμό του

γάλακτος (Guzel-Seydim et al., 2010· Mistry, 2004). Η χρήση λυοφιλοποιημένων καλλιεργειών από τη βιομηχανία οφείλεται στη δυσκολία διαχωρισμού των κόκκων κεφίρ στο τέλος της ζύμωσης.

Διαφορές στον τύπο γάλακτος

Στην Τουρκία αρχικά το κεφίρ παρασκευαζόταν από γάλα κατσίκας, προβάτου ή αγελάδας (Kosikowski και Mistry, 1997) και γάλα φοράδας (Yaygin, 1999). Σήμερα παρασκευάζεται χρησιμοποιώντας αγελαδινό γάλα λόγω ανεπαρκών ποσοτήτων γίδινου ή πρόβειου γάλακτος. Έχουν γίνει ορισμένες μελέτες για να διερευνηθούν οι επιπτώσεις των διαφόρων τύπων γάλακτος στην ποιότητα του κεφίρ. Οι Konar και Sahan (1989), οι οποίοι συνέκριναν κεφίρ από γάλατα αγελάδας, γίδας και προβάτου, διαπίστωσαν ότι τα κεφίρ που φτιάχτηκαν από αγελαδινό ή γίδινο γάλα παρουσίαζαν παρόμοια φυσικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Οργανοληπτικές διαφορές

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε 69 άτομα έδειξε ότι το κεφίρ που προήλθε από ανάμειξη γίδινου γάλακτος με ορισμένη ποσότητα αγελαδινού γάλακτος προτιμάται περισσότερο από το κεφίρ που παρασκευάζεται χρησιμοποιώντας μόνο γάλα κατσίκας ή αγελάδας (Guneser και Karagul-Yuceer, 2010).

Φυσικές, χημικές και μικροβιολογικές ιδιότητες

Η χημική σύσταση του κεφίρ επηρεάζεται από τους κόκκους εκκίνησης-κεφίρ, από τη γεωγραφική περιοχή παραγωγής του, τη θερμοκρασία και τις συνθήκες ζύμωσης που σχετίζονται με το χρόνο, και ιδίως από τον τύπο και τον όγκο του χρησιμοποιούμενου γάλακτος.

Οι Guneser και ο Karagul-Yuceer (2010) που διερεύνησαν ορισμένες φυσικές, χημικές και αισθητηριακές ιδιότητες του κεφίρ από γίδινο ή αγελαδινό γάλα, διαπίστωσαν ότι το πρώτο είχε το χαμηλότερο ιξώδες (17,40 cP), ενώ δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στις τιμές του pH (4,61-4,62), του γαλακτικού οξέος (0,73-0,78) και της περιεκτικότητας σε ξηρή ουσία (9,98-10,91%) μεταξύ των δύο παρασκευασμάτων.

Οι Oner et al. (2010) διερεύνησαν τις επιδράσεις διαφορετικών τύπων γάλακτος και καλλιεργειών εκκίνησης στις φυσικοχημικές και μικροβιολογικές ιδιότητες του κεφίρ που παρήχθη από αγελαδινό, πρόβειο και γίδινο γάλα με κόκκους ή εμπορικές καλλιέργειες κατά

την αποθήκευση 15 ημερών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι χημικές και μικροβιολογικές ιδιότητες των προϊόντων ήταν παρόμοιες. Οι γαλακτοβάκιλλοι, οι γαλακτόκοκκοι και η μαγιά ήταν οι κυρίαρχοι μικροοργανισμοί, ενώ η περιεκτικότητα σε αιθανόλη επηρεάστηκε από τον τύπο γάλακτος, τον τύπο καλλιέργειας και τον χρόνο αποθήκευσης. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, η ποσότητα της αιθανόλης αυξήθηκε εκτός από το κεφίρ πρόβειου γάλακτος που παρασκευάστηκε με κόκκους κεφίρ. Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε αιθανόλη προσδιορίστηκε σε κεφίρ από αγελαδινό γάλα που παρήχθη με εμπορική καλλιέργεια στο τέλος της αποθήκευσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΓΙΑΟΥΡΤΙ

3.1 Γενικά

Το γιαούρτι πρωτοεμφανίστηκε πριν από χιλιάδες χρόνια στην περιοχή της Μεσοποταμίας και στην Αίγυπτο. Ακολούθησε η διάδοσή του στη βορειοανατολική Αφρική και τελικά εξαπλώθηκε στη Μέση Ανατολή, στην Κεντρική Ασία και αργότερα στις χώρες των Βαλκανίων. Ένας από τους λόγους της διάδοσης του γιαουρτιού είναι η συμβολή του στον σχηματισμό μιας μεγάλης ποικιλίας ζυμωμένων γαλάτων (Béal και Helinck, 2014). Το γιαούρτι παρήχθη από μια τυχαία γαλακτική ζύμωση που οδήγησε σε μείωση του pH και τον σχηματισμό πήγματος του γάλακτος. Αυτό το γεγονός συνετέλεσε ώστε να συντηρηθεί η ευαλλοιώτη πρώτη ύλη. Με το πέρασμα των αιώνων, η γνώση για την παρασκευή σπιτικών γιαουρτιών και ζυμωμένων γαλάτων διαδόθηκε σε όλο τον κόσμο. Η πρώτη βιομηχανική παραγωγή γιαουρτιού χρονολογείται από το 1919 στη Βαρκελώνη από τον Isaac Carasso. Από τη δεκαετία του 1950, η παραγωγή του γιαουρτιού σε παγκόσμια κλίμακα έχει αυξηθεί θεαματικά εξαιτίας της μεγάλης συμμετοχής οργανωμένων αγροτών και κτηνοτρόφων. Εκτός από τους βασικούς τύπους γιαουρτιού γνωστούς ως στερεάς μορφής «set» και «αναδευμένα» έχει δημιουργηθεί μεγάλος αριθμός νέων συνταγών και διαδικασιών για τη διαφοροποίηση των προϊόντων και την αντιμετώπιση των απαιτήσεων της αγοράς. Όλοι αυτοί οι συνδυασμοί της βιομηχανικής παρασκευής σχετίζονται με την υφή του γιαουρτιού (πόσιμου και συμπυκνωμένου), τη διαφοροποίηση του αρώματος και της γεύσης με την προσθήκη φρούτου, μαρμελάδας και αρωματικών ενώσεων, την τροποποίηση των θρεπτικών ιδιοτήτων με μεταβολή της λιποπεριεκτικότητας και της ζάχαρης. Τέλος σημαντική συμβολή στην προαγωγή της υγείας έχουν τα προβιοτικά στελέχη, ή ενσωμάτωση βιταμινών ή φυτοστανολών. Ως αποτέλεσμα των ανωτέρω διαδικασιών, η βιομηχανική παραγωγή γιαουρτιού και γάλακτος που έχουν υποστεί ζύμωση παγκοσμίως έφτασε τους 32–35 εκατομμύρια τόνους το 2012.

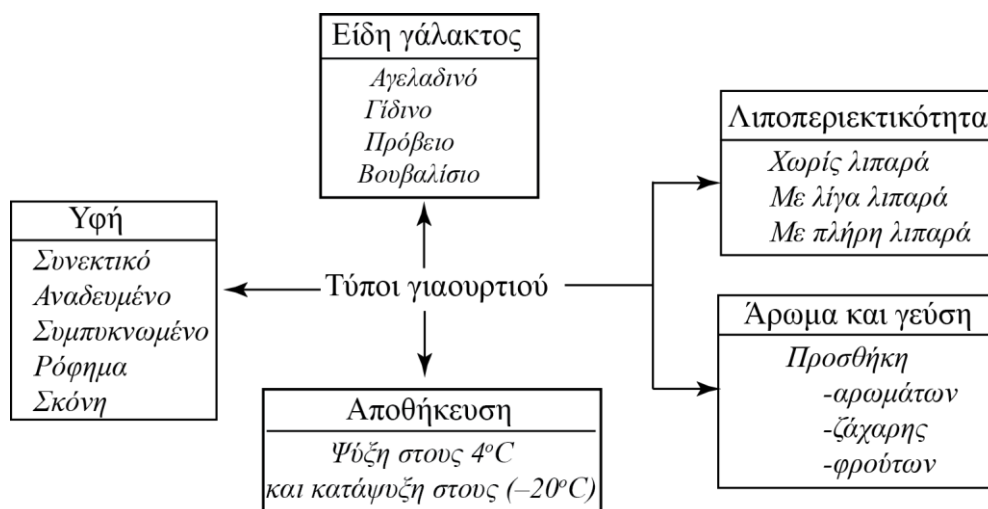
3.1.1 Ορισμός και κύριοι τύποι γιαουρτιού και ζυμωμένων γαλάτων

Το 2013 τροποποιήθηκε το άρθρο που αφορά το γιαούρτι στον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών με την ακόλουθη νέα διατύπωση: Ως «γιαούρτι» χαρακτηρίζεται το γαλακτοκομικό προϊόν το οποίο παράγεται από τη ζύμωση και πήξη του γάλακτος, με τη χρήση υποχρεωτικά των καλλιεργειών – εκκινητών *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, ώστε το τελικό ζυμωμένο προϊόν να περιέχει

τουλάχιστον 10^7 cfu/g προϊόντος μέχρι την ημερομηνία ανάλωσής του. Η ζύμωση του γάλακτος οδηγεί στην οξίνιση και στην πήξη του, επιτρέποντας έτσι την αύξηση της διάρκειας ζωής του λόγω της μείωσης του pH. Οι αισθητηριακές ιδιότητες των γιαουρτιών σχετίζονται με τους τρεις ακόλουθους χαρακτήρες:

- (1) τη σύσταση του γάλακτος ως πρώτη ύλη, η οποία διαφέρει ως προς την πηγή του γάλακτος (π.χ. αγελάδας, αίγας ή προβάτου) και τη λιποπεριεκτικότητα η οποία μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να ληφθούν προϊόντα πλήρη λιπαρών, χαμηλών λιπαρών, ή μη λιπαρών·
- (2) την προσθήκη συστατικών που επιτρέπουν την τροποποίηση των αισθητηριακών ιδιοτήτων (γεύση, χρώμα και υφή) των προϊόντων, όπως γλυκαντικοί παράγοντες (ζάχαρη ή άλλα γλυκαντικά για προϊόντα με χαμηλές θερμίδες), αρωματικοί παράγοντες (αρώματα φρούτων ή βανίλια) ή φρούτα (σε μικρά κομμάτια εμπλουτισμένα με ζάχαρη ή μαρμελάδα), σταθεροποιητές (πηκτίνη, άμυλο ή ζελατίνη) ή γαλακτωματοποιητές·
- (3) την τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την παρασκευή, η οποία ποικίλλει ανάλογα με τις διεργασίες κατά την διάρκεια της προεπεξεργασίας του γάλακτος (τυποποίηση λίπους και μη λιπαρών στερεών, ομογενοποίηση ή θερμική επεξεργασία) ή μετεπεξεργασία γιαουρτιού (ανάδευση, συγκέντρωση, ανάμειξη, ψύξη, ξήρανση ή κατάψυξη).

Αν και το γιαούρτι έχει τη μεγαλύτερη κατανάλωση μεταξύ της ευρύτερης οικογένειας των ζυμωμένων γαλάτων, πολλά προβιοτικά ζυμωμένα γάλατα εμπορεύονται σε όλον τον κόσμο. Προϊόντα με προβιοτικά βακτήρια, τα οποία ορίζονται σύμφωνα με τον FAO/WHO (FAO/WHO, 2011) ως «ζωντανοί» μικροοργανισμοί που, όταν χορηγούνται σε επαρκείς ποσότητες, προσφέρουν οφέλη για την υγεία του ξενιστή.» Σε άλλες χώρες, και ανάλογα με τον κανονισμό της χώρας, αναγνωρίζονται τα ακόλουθα οφέλη για την υγεία: μείωση της δυσανεξίας στη λακτόζη, πρόληψη μικροβιακών λοιμώξεων, διέγερση του ανοσοποιητικού συστήματος και ρύθμιση των ανοσολογικών αντιδράσεων. Η διαφοροποίηση γιαουρτιού αντικατοπτρίζεται σε ποικίλλες υφές (ως συμπαγές ή στερεάς μορφής «set» ή σταθερό, αναδευόμενο, πόσιμο, κατεψυγμένο, συμπυκνωμένο ή γιαούρτι σε σκόνη), σε πολυάριθμες γεύσεις και αρώματα (φυσικές, γλυκαντικές, αρωματισμένες ή με προσθήκη τεμαχίων φρούτων ή μελιού) και διαφορετική διάρκεια ζωής και θρεπτικές ιδιότητες (λιποπεριεκτικότητα και υπολειπόμενη περιεκτικότητα λακτόζης). Η Εικόνα 3.1 παραθέτει συνδυασμούς τύπων γάλακτος, βελτιωτικών γεύσης και αρώματος και τη λιποπεριεκτικότητα των διαφόρων ειδών γιαουρτιού.



Εικόνα 3.1 Ταξινόμηση γιαουρτιών και γαλάτων που έχουν υποστεί ζύμωση.

Τα ζυμωμένα γάλατα περιέχουν ελάχιστη λακτόζη επειδή αυτή μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ. Ως εκ τούτου, τα προϊόντα αυτά μπορούν να καταναλωθούν από άτομα δυσανεκτικά προς τη λακτόζη. Στελέχη των *S. thermophilus* και *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* επιβιώνουν στον γαστρεντερικό σωλήνα, με αποτέλεσμα να βελτιώνουν την υγεία του εντέρου. Τελικά, η παρασκευή ελληνικού τύπου γιαουρτιού στις ΗΠΑ σχετίζεται με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες αλλά χαμηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες, συμβάλλοντας έτσι στη διαχείριση του βάρους των καταναλωτών.

3.1.2 Ορισμένοι τύποι γιαουρτιού

Α) Γιαούρτι μακράς διάρκειας

Η θερμική επεξεργασία ή η παστερίωση μετά την παραγωγή βοηθά στην αύξηση της διάρκειας ζωής των γιαουρτιών, επειδή η εφαρμογή θερμότητας απενεργοποιεί τις καλλιέργειες εκκίνησης και τα ένζυμά τους, καθώς και άλλες επιμολύνσεις - για παράδειγμα, μούχλες και ζύμες με αποτέλεσμα ένα προϊόν μεγάλης διάρκειας ζωής. Τρία κύρια προβλήματα έχουν συσχετιστεί με την παρασκευή γιαουρτιού μακράς διάρκειας (Sodini et al., 2010):

- μείωση του ιξώδους
- συναίρεση του ορού του γάλακτος
- απώλεια γεύσης και αρώματος

Έχουν προταθεί ορισμένα προληπτικά μέτρα για την αποφυγή αυτών των προβλημάτων καθώς και παράμετροι χρόνου - θερμοκρασίας της διεργασίας. Είναι προφανές ότι η εφαρμογή θερμικής επεξεργασίας στο γιαούρτι καταστρέφει τις καλλιέργειες εκκίνησης *L. bulgaricus* και *S. thermophilus*. Επομένως, σύμφωνα με τα πρότυπα, το γιαούρτι πρέπει να περιέχει άφθονο και βιώσιμο πληθυσμό αυτών των βακτηρίων, διαφορετικά το προϊόν δεν μπορεί να ονομαστεί γιαούρτι. Μια εναλλακτική μέθοδος για το παστεριωμένο γιαούρτι είναι η εφαρμογή της τεχνικής πολλαπλών συχνοτήτων ή μικροκυμάτων. Η θερμική επεξεργασία επηρεάζει την ποιότητα του γιαουρτιού κυρίως στις διατροφικές και θεραπευτικές πτυχές και οι βιταμίνες και τα ένζυμα μειώνονται ιδιαίτερα: (1) βιταμίνη Β₆, φολικό οξύ και παντοθενικό οξύ και (2) πρωτεάση, κυτταρίνη, αμυλάση και β-γαλακτοσιδάση. Η παρουσία της β-γαλακτοσιδάσης είναι ιδιαίτερα επιθυμητή, ιδιαίτερα για καταναλωτές με ανεπάρκεια λακτάσης.

B) Συμπυκνωμένο γιαούρτι

Συμπυκνωμένο γιαούρτι, στραγγιστό γιαούρτι, labneh ή ελληνικό γιαούρτι είναι γιαούρτι που έχει στραγγιστεί σε ένα πανί ή χάρτινη σακούλα ή με φυγοκέντρηση για να αφαιρεθεί ο ορός γάλακτος. Η γεύση του είναι η χαρακτηριστική ξινή γεύση του γιαουρτιού.

Το στραγγιστό γιαούρτι παρασκευάζεται συχνά από γάλα ή εμπλουτισμένο γάλα με την προσθήκη γάλακτος σε σκόνη. Στην παραδοσιακή μέθοδο το γιαούρτι πλήρες στραγγίζεται μέσω μιας υφασμάτινης σακούλας, δέρματος ζώου ή πήλινου αγγείου. Επιπλέον, δύο διαφορετικά συστήματα υπερδιήθησης (UF) έχουν χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στραγγιστού γιαουρτιού: (1) ζύμωση της κατακράτησης από την UF που έχει την επιθυμητή περιεκτικότητα σε στερεά στο τελικό προϊόν και (2) να γίνει UF του γιαουρτιού στους 40°C για να παραχθεί ένα συμπύκνωμα με περίπου 24 g/100 g ολικών στερεών.

Η αφαίρεση της περίσσειας του ορού του γάλακτος, ακόμη και σε γιαούρτια χαμηλής λιποπεριεκτικότητας οδηγεί σε προϊόν κρεμώδες με πλούσια υφή. Επειδή η στράγγιση αφαιρεί τον ορό γάλακτος, το στραγγιστό γιαούρτι έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και χαμηλότερη συγκέντρωση σακχάρων από το μη στραγγισμένο γιαούρτι (Tamine A.Y. και Robinson R.K., 2007).

Γ) Επιδόρπια Γιαουρτιού

Η Ελληνική νομοθεσία χαρακτηρίζει το επιδόρπιο ως προϊόν έτοιμο προς βρώση παρασκευασμένο από μία ή περισσότερες κατηγορίες γάλακτος σύμφωνα με τον κώδικα τροφίμων του άρθρου 80. Επιτρέπεται η προσθήκη οξυγαλακτικών καλλιεργειών (*L. bulgaricus* και *St. thermophilus*) σακχαρούχων γλυκαντικών υλών, φυσικών αρωματικών ουσιών (αφυδατωμένων, νωπών φρούτων ή κονσερβοποιημένων), σοκολάτας, σκόνης κακάου και άλλων φυσικών ουσιών που δίνουν άρωμα και γεύση στο γιαούρτι. Επίσης σύμφωνα με τον (Κ.Τ.Π., 2010) εάν επιτρέπεται από τον Codex Alimentarius τότε γίνεται η προσθήκη τεχνικών αρωμάτων, χρωστικών ουσιών και σταθεροποιητών (ζελατίνη, καραγενάνη, κ.α.)

3.2 Μικροβιολογικοί και βιοχημικοί μηχανισμοί στην παρασκευή γιαουρτιού

3.2.1 Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά του γιαουρτιού

Τα δύο θερμοφιλά βακτήρια του γαλακτικού οξέος, *S. thermophilus* και *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, τα οποία συμμετέχουν στη ζύμωση του γιαουρτιού, θεωρούνται τόσο στις ΗΠΑ όσο και στην Ευρώπη ως ασφαλή επειδή χρησιμοποιούνται επί μακρόν και δεν έχουν εμφανίσει καμμία παθογένεια. Είναι Gram θετικά, αναερόβια, προαιρετικά αναερόβια και αρνητικά στην δοκιμή καταλάσης, δεν σχηματίζουν σπόρια και στο DNA τους περιέχουν λιγότερο από 55% G+C (γουανίνη και κιτοσίνη). Αναπτύσσονται μεταξύ 42 και 50°C. Ο *S. thermophilus* σχηματίζει γραμμικές αλυσίδες ράβδων, ενώ ο *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* αναπτύσσεται με την μορφή ωσειδών κυττάρων. Οι μικροοργανισμοί αυτοί υδρολύουν τη λακτόζη σε γαλακτόζη και γλυκόζη. Η πρώτη δεν ζυμώνεται ενώ η γλυκόζη μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ. Ως εκ τούτου, η ζύμωση αυτή ακολουθεί ομοζυμωτικό μεταβολισμό. Ο τρόπος δράσης των δύο ειδών στο γάλα είναι συνεργιστικός έτσι ώστε να οφελούνται και τα δύο (Courtin P. et al. 2002). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μεγάλη ανάπτυξη και τη μείωση του pH, τη μεγαλύτερη παραγωγή αρωματικών ενώσεων και εξωπολυσακχαριτών και την πρωτεϊνική υδρόλυση. Η ανάπτυξη του *S. thermophilus* πραγματοποιείται από αμινοξέα και πεπτίδια μικρού μοριακού βάρους που προκύπτουν από πρωτεόλυση των πρωτεϊνών του γάλακτος. Το ένζυμο αυτής της διεργασίας είναι μια πρωτεάση του κυτταρικού τοιχώματος του *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*. Ακολούθως, ο *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* δραστηριοποιείται από τα οξέα μυρμηκικό και φολικό καθώς και από CO₂ που παράγονται από τον *S. Thermophilus*. Η δράση του τελευταίου αναστέλλεται νωρίς λόγω της παραγωγής του γαλακτικού οξέος. Ο *L. delbrueckii subsp.*

bulgaricus παρουσιάζει μεγαλύτερη αντοχή σε χαμηλό pH αν και καθυστερεί η ανάπτυξή του. Προβιοτικά βακτήρια εμπλεκόμενα στην παραγωγή του ζυμωμένου γάλακτος εκτός από εκείνα του γιαουρτιού περιλαμβάνουν διάφορους γαλακτοβακίλλους και μπιφιδοβακτήρια. Τα βακτήρια που βρίσκονται κυρίως στα εμπορικά προϊόντα είναι οι *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*, *Bifidobacterium animalis subsp. lactis*, και *B. breve*. Αυτά αλληλεπιδρούν με τις κλασικές καλλιέργειες του γιαουρτιού, οι οποίες εξαρτώνται από συγκεκριμένους συσχετισμούς στελεχών.

3.2.2 Βιοχημικές και φυσικοχημικές μεταβολές κατά τη ζύμωση γαλακτικού οξέος

Τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος όταν εμβολιαστούν στο γάλα προκαλούν επιθυμητές μεταβολές στο γιαούρτι ο οποίες αντιστοιχούν στην παραγωγή γαλακτικού οξέος, εξωπολυσακχαριτών και ενώσεων αρώματος. Επιπλέον, παρατηρείται και σημαντική ν τροποποίηση της υφής και της θρεπτικής αξίας του προϊόντος.

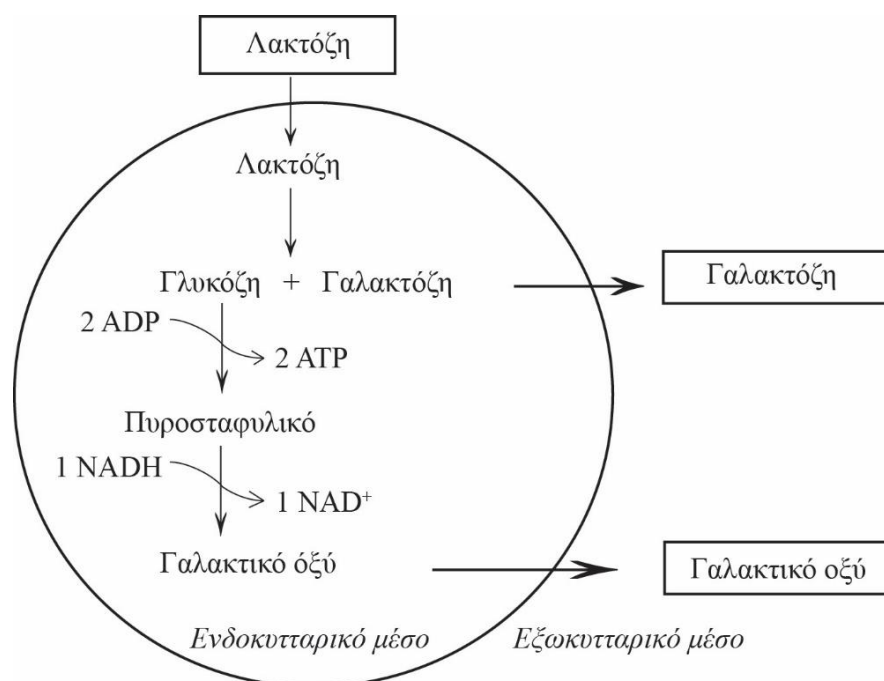
3.2.2.1 Παραγωγή γαλακτικού οξέος

Κατά τη γλυκόλυση, ένα mole λακτόζης μετασχηματίζεται θεωρητικά σε δυο mole γαλακτικού οξέος, μαζί με την παραγωγή ενδοκυτταρικής ενέργειας με τη μορφή δύο moles ATP. Στην Εικόνα 3.2 παρουσιάζονται οι αντιδράσεις από τους *S. thermophilus*, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* και *L. acidophilus* οι οποίοι ακολουθούν την ομοζυμωτική μεταβολική οδό.

Στην αρχή, η λακτόζη εισάγεται στο κύτταρο από την περμεάση της λακτόζης και ενεργοποιείται σε όξινο pH. Στη συνέχεια, η α-γαλακτοσιδάση υδρολύει την ενδοκυτταρική λακτόζη στα συστατικά της. Ακολουθεί ο καταβολισμός της γλυκόζης σε πυροσταφυλικό μέσω της γλυκολυτικής οδού (Embden – Meyerhof – Parnas), ενώ η γαλακτόζη αποβάλλεται από το κύτταρο. Η γαλακτική αφυδρογονάση ανάγει πυροσταφυλικό προς γαλακτικό οξύ. Ταυτόχρονα επανοξειδώνεται το NADH που σχηματίστηκε νωρίτερα. Συντίθενται δύο διαφορετικά ισομερή: L- (+)- γαλακτικό οξύ από *S. thermophilus* και D-(-)- γαλακτικό οξύ από *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*. Τελικά, το ενδοκυτταρικό γαλακτικό αποβάλλεται από το κύτταρο μέσω συμμεταφοράς, προκαλώντας έτσι οξίνιση του εξωκυτταρικού μέσου και προοδευτική αναστολή της βακτηριακής ανάπτυξης (Tamime A.Y. και Robinson R.K., 2007).

Άλλοι γαλακτοβάκιλλοι και μπιφιδοβακτήρια χρησιμοποιούν ετεροζυμωτικές οδούς για την παραγωγή της ενδοκυτταρικής τους ενέργειας καθώς και γαλακτικού οξέος. Οι *L.*

rhamnosus, *L. casei* και *L. paracasei* παράγουν από ένα mole γαλακτικού οξέος, αιθανόλης, CO₂ και ATP για κάθε ένα mole γλυκόζης (Beal, C., 2003).



Εικόνα 3.2 Μεταβολικές αντιδράσεις του ομοζυμωτικού μεταβολισμού των βακτηρίων του γιαουριού.

Τα bifidobacteria συνθέτουν τρία moles οξικού οξέος και δύο moles (L+) γαλακτικού οξέος και ATP, χωρίς παραγωγή CO₂ από δύο moles γλυκόζης. Αυτές οι διαφορετικές πορείες οδηγούν σε ανόμοιες ταχύτητες οξίνισης και επομένως σε διαφορετικές οργανοληπτικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος.

3.2.2.2 Πρωτεόλυση

Κατά τη ζύμωση του γάλακτος, το πρωτεολυτικό σύστημα βακτηρίων γαλακτικού οξέος αποικοδομεί τις καζεΐνες σε πεπτίδια και ελεύθερα αμινοξέα που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των βακτηρίων και συμμετέχουν στην παραγωγή γεύσης και αρώματος. Ο *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* διαθέτει την πρωτεϊνάση PrtB κυτταρικής επιφάνειας που είναι πολύ δραστική και προάγει τη γρήγορη ανάπτυξη και την ταχεία οξίνιση του γάλακτος. Αντιθέτως, ακόμη και αν μερικά στελέχη του *S. thermophilus* διαθέτουν την πρωτεϊνάση PrtS του κυτταρικού τοιχώματος, τα περισσότερα στελέχη είναι αρνητικά στην πρωτεάση.

Ωστόσο, η ανάπτυξη του *S. thermophilus* είναι αποτελεσματική σε μικτές καλλιέργειες, καθώς οι διαθέσιμες ενώσεις αζώτου παρέχονται από την πρωτεΐνωση του *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* (Courtin P., 2002).

3.2.2.3 Παραγωγή ενώσεων οσμής και γεύσεως

Λόγω της παρουσίας του γαλακτικού οξέος στο γιαούρτι, επικρατεί η όξινη γεύση. Πληθώρα πτητικών ενώσεων, που ξεπερνούν τις εκατό, μεταξύ των οποίων είναι καρβονυλικές ενώσεις (κυρίως οξέα και εστέρες), αλκοόλες, ετεροκυκλικές και θειούχες ενώσεις συμβάλλουν στην ευχάριστη οσμή του γιαουρτιού. Από τις ενώσεις αυτές, ξεχωρίζει η ακεταλδεΐδη επειδή προσδίδει στο γιαούρτι ένα ευχάριστο φρέσκο και φρουτώδες άρωμα. Παράγεται από τα βακτήρια γαλακτικού οξέος σε τελική συγκέντρωση που κυμαίνεται μεταξύ 5 και 40 mg kg⁻¹. Το μεγαλύτερο μέρος της ακεταλδεΐδης συντίθεται απευθείας από πυροσταφυλικό με τη βοήθεια της πυροσταφυλικής αποκαρβοξυλάσης ή έμμεσα από ακετυλο συνένζυμο Α, μέσω της δράσης της πυροσταφυλικής αφυδρογονάσης και της αφυδρογονάσης της αλδεΐδης. Ο *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* είναι επίσης ικανός να μετατρέψει τη θρεονίνη σε ακεταλδεΐδη και γλυκίνη, μέσω της δράσης της υδροξυλο-μεθυλο- τρανσφεράσης της σερίνης. Επιπλέον, ο *S. thermophilus* παράγει το α-ακετογαλακτικό που μεταβολίζεται μερικώς σε διακετύλιο ή ακετοΐνη μέσω της δράσης της ακετογαλακτικής αποκαρβοξυλάσης που επιτρέπει τη ρύθμιση της βιοσύνθεσης της λευκίνης και βαλίνης (Cheng H., 2010).

3.2.2.4 Πήξη

Η πήξη του γιαουρτιού οφείλεται στην αποσταθεροποίηση των μικκυλίων καζεΐνης που προκαλείται από το χαμηλό pH του οξινισμένου του γάλακτος. Ο μηχανισμός βασίζεται σε δύο ταυτόχρονα φαινόμενα. Κατά την οξίνιση, το καθαρό αρνητικό φορτίο στα μικκύλια καζεΐνης μειώνεται, μειώνοντας έτσι την ηλεκτροστατική απόθεση μεταξύ φορτισμένων ομάδων. Ταυτόχρονα, το σύμπλοκο κολλοειδούς ασβεστίου-φωσφορικών διαλυτοποιείται, με αποτέλεσμα την εξάντληση του ασβεστίου στα μικκύλια. Στη συνέχεια, οι ηλεκτροστατικές έλξεις και καζεΐνης-καζεΐνης αυξάνονται λόγω των αυξημένων υδρόφοβων αλληλεπιδράσεων. Όταν επιτευχθεί το ισοηλεκτρικό σημείο των καζεϊνών (pH 4,6), η πήξη πραγματοποιείται ως αποτέλεσμα του σχηματισμού ενός τριδιάστατου

δικτύου που αποτελείται από συμπλέγματα και αλυσίδες καζεϊνών, που οδηγούν στο σχηματισμό της γέλης του γιαουρτιού.

3.2.2.5 Σχηματισμός εξωπολυσακχαρίτη

Μερικά στελέχη βακτηρίων γαλακτικού οξέος συμβάλλουν στις φυσικές ιδιότητες των αναδευόμενων ζυμούμενων γαλάτων μέσω της βιοσύνθεσης των εξωκυτταρικών πολυσακχαριτών (EPS), οι οποίοι είναι είτε ομο- ή ετεροπολυσακχαρίτες. Αυτά τα πολυμερή αποτελούνται από αρκετές εκατοντάδες έως χιλιάδες επαναλαμβανόμενες μονάδες μονοσακχαριτών όπως D-γλυκοπυρανόζη, D-φρουκτοφουρανόζη, D-γλυκόζη, D-γαλακτόζη, L-ραμνόζη, N-ακετυλο-D-γαλακτοζαμίνη και N-ακετυλο-D-γλυκοζαμίνη, με μοριακές μάζες που κυμαίνονται μεταξύ 4×10^4 και 6×10^6 Da. Οι *S. thermophilus* και *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* παράγουν EPS κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, σε τελικές συγκεντρώσεις που κυμαίνονται μεταξύ 30 και 600 mg L⁻¹ σε γάλα.

Η βιοσύνθεση των εξωπολυσακχαριτών διέπεται από καλά χαρακτηρισμένες ομάδες γονιδίων. Περιλαμβάνει την παραγωγή πρόδρομων ενώσεων που σχηματίζονται στο κυτταρόπλασμα, που σχετίζονται με τη διαδοχική προσθήκη ενεργοποιημένων υδατανθράκων (UDP-γλυκόζη, UDP-γαλακτόζη και dTDP-ραμνόζη) από συγκεκριμένες γλυκοζυλοτρανσφεράσες. Αυτές οι επαναλαμβανόμενες μονάδες συνδέονται με φορείς λιπιδίων και μετατοπίζονται κατά μήκος της μεμβράνης πριν από τον πολυμερισμό (Ruas-Madiendo P. και de los Reyes-Gavilán C.G., 2005).

3.3 Παραγωγή γιαουρτιού

3.3.1 Γενικά διαγράμματα παρασκευής γιαουρτιού

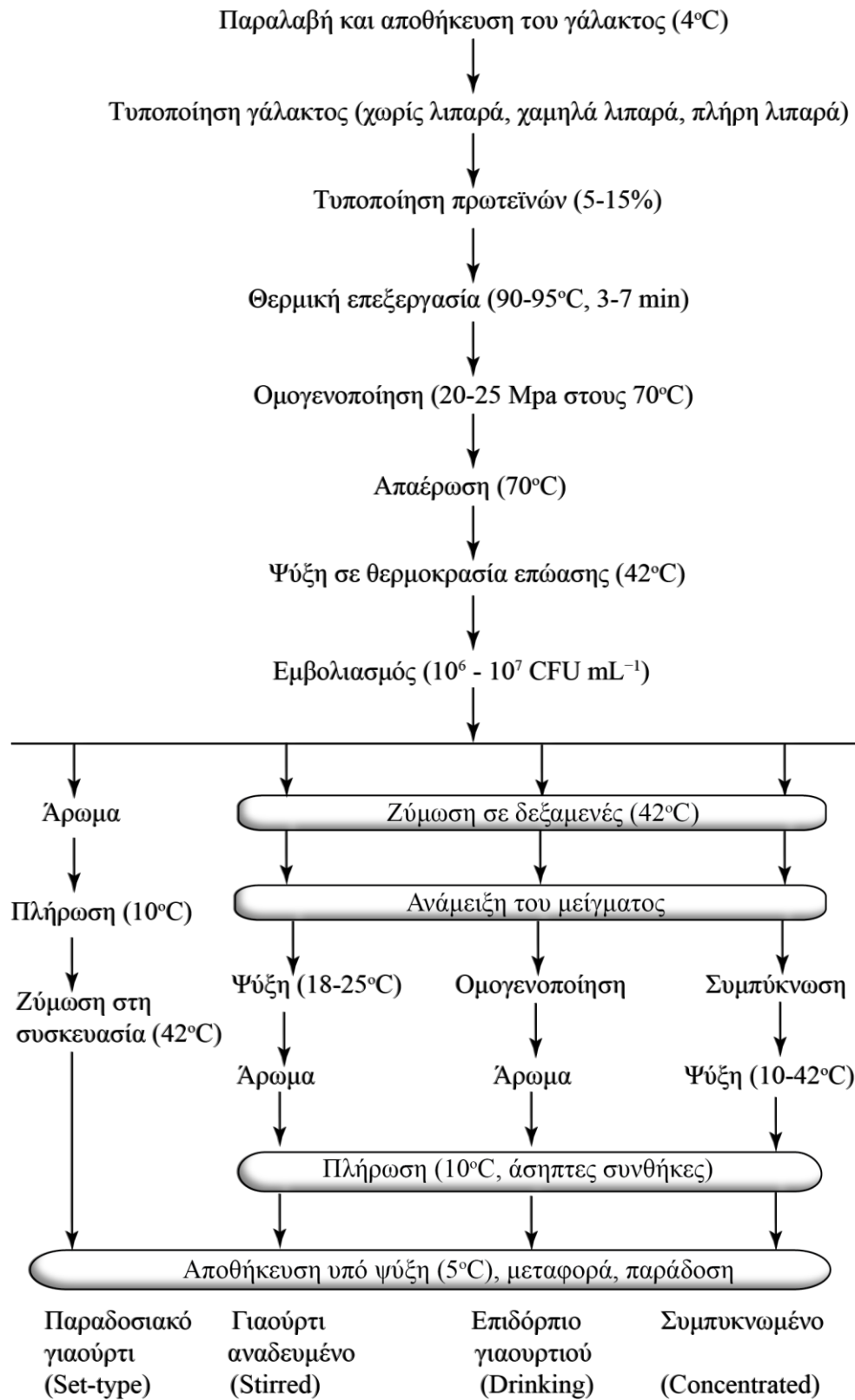
Η βιομηχανική παραγωγή γιαουρτιού οργανώνεται σε τρία βασικά στάδια: (1) την προετοιμασία του μείγματος και όλες τις αντίστοιχες φυσικές επεξεργασίες όπως ομογενοποίηση, θερμική επεξεργασία, ψύξη και απαέρωση· (2) τη διαδικασία ζύμωσης που αρχίζει μετά τον εμβολιασμό του μείγματος· και (3) την παραλαβή του γιαουρτιού, τη μετεπεξεργασία και τη συσκευασία. Ανάλογα με τα βήματα που εκτελούνται, μπορούν να ληφθούν υπόψη τουλάχιστον τέσσερις τύποι γιαουρτιού, του οποίου η παραγωγή παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.3. Θα πρέπει να τονιστεί ότι κάθε βήμα της παρασκευής επηρεάζει την τελική ποιότητα του γιαουρτιού και ότι, εκτός από τα γιαούρτια

παραδοσιακού τύπου (set-type), η προσθήκη αρώματος (flavoring) στο προϊόν και η πλήρωση της συσκευασίας πραγματοποιούνται μετά τη ζύμωση.

3.3.2 Προετοιμασία του μείγματος

3.3.2.1 Τυποποίηση του γάλακτος

Για να είναι το μείγμα ζυμώσιμο, θα πρέπει να τυποποιηθεί το παρασκεύασμα του γάλακτος ως προς την περιεκτικότητα λίπους και πρωτεϊνών και να γίνει προαιρετική προσθήκη γλυκαντικών και σταθεροποιητών. Η τυποποίηση του λίπους συνίσταται στην απομάκρυνσή του με φυγοκέντρηση (περίπου στους 55°C), ακολουθούμενη από την επανενσωμάτωση της κρέμας για την επίτευξη της στοχευμένης περιεκτικότητας σε λιπαρά, που κυμαίνεται από χωρίς λιπαρά (0,01%), έως χαμηλά λιπαρά (1-2%) και έως γιαούρτι πλήρες λιπαρών (> 3,2%). Η τυποποίηση των πρωτεϊνών στοχεύει στην αύξηση του πρωτεϊνικού περιεχομένου του μείγματος (από 3% σε 5-15%) οπότε βελτιώνεται η υφή του γιαουρτιού και μειώνεται η συναίρεσή του. Η επίτευξη αυτού του στόχου πραγματοποιείται με την παραδοσιακή μέθοδο της προσθήκης σκόνης γάλακτος που είναι και ο ευκολότερος τρόπος. Επίσης, είναι συνήθεις οι χρήσεις πρωτεϊνών γάλακτος ή υποκατάστατων γάλακτος όπως τα καζεϊνικά άλατα ασβεστίου ή κόνεων ορού γάλακτος. Συνιστάται η πλήρης ανάμειξη των ξηρών συστατικών χωρίς ενσωμάτωση αέρα. Η συμπύκνωση του γάλακτος με υπερδιήθηση και αντίστροφη όσμωση αποτελούν σύγχρονες μεθόδους για την αύξηση της πρωτεϊνικού περιεχομένου του μείγματος παράγοντας άριστο προϊόν.

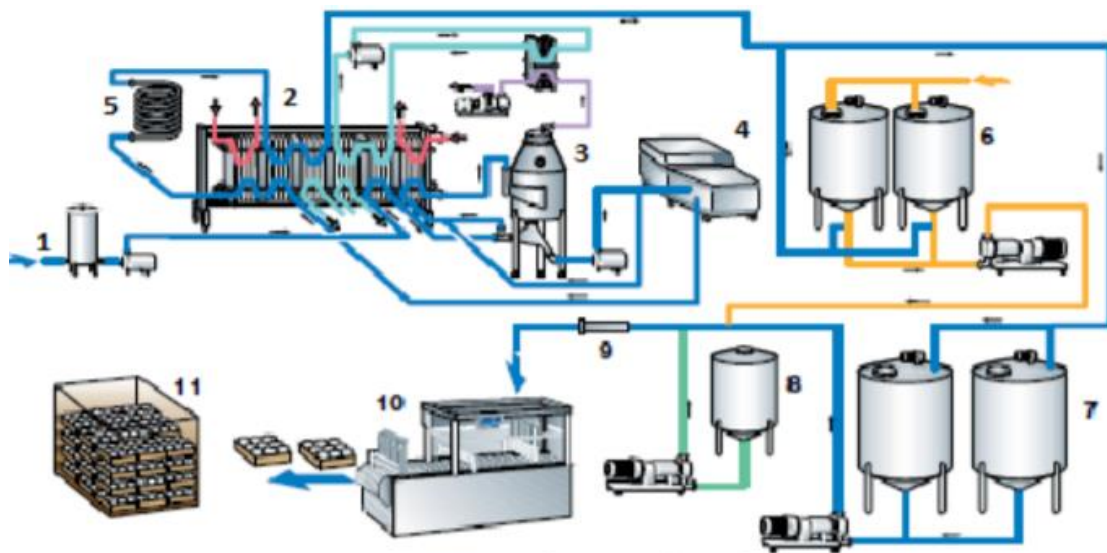


Εικόνα 3.3 Διάγραμμα ροής για την παρασκευή γιαουρτιού

Για μερικές συνταγές γιαουρτιού, προστίθενται στο μείγμα σάκχαρα ή άλλοι γλυκαντικοί παράγοντες, γενικά μετά τις φυσικές διεργασίες που περιγράφονται στην επόμενη παράγραφο. Σε ορισμένες χώρες, επιτρέπεται από τον FAO/WHO η χρήση των ιζωδοαυξητικών μέσων και σταθεροποιητών (ζελατίνη, πηκτίνη, κόμμι ξανθάνης, καραγενάνη, άμυλο, κ.λπ.) σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 5% έως 10% για τη βελτίωση της υφής του γιαουρτιού.

3.3.2.2 Φυσικές διεργασίες του μείγματος

Η θερμική επεξεργασία είναι ένα ουσιαστικό βήμα της παρασκευής του μείγματος. Με αυτήν καταστρέφονται οι αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί και αδρανοποιούνται οι γαλακτοϋπεροξειδάσες του γάλακτος. Παράλληλα, η θερμική επεξεργασία συμβάλλει στη βελτίωση της υφής του γιαουρτιού επιτρέποντας την μετουσίωση της πρωτεΐνης του ορού του γάλακτος και την αλληλεπίδραση με την καζεΐνη, με αποτέλεσμα τη μείωση της συναίρεσης του πήγματος και την αύξηση της σταθερότητας της πηκτής. Κατά τη βιομηχανική παραγωγή γιαουρτιού, τα μείγματα θερμαίνονται στους 90 ή 95°C για 3-7 λεπτά πριν από την ψύξη σε θερμοκρασία ζύμωσης. Χρησιμοποιούνται εναλλάκτες θερμότητας πλακών και έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να ψύχεται το μείγμα με ακρίβεια στη θερμοκρασία ζύμωσης μεταξύ 37 και 43°C. Στην Εικόνα 3.4 δίδονται σχηματικά τα στάδια παραγωγής γιαουρτιού με την παραδοσιακή μέθοδο.



Εικόνα 3.4 Γραμμή παραγωγής παραδοσιακού γιαουρτιού (type-set)
(Bylund G., 1995)

Δύο άλλες φυσικές διεργασίες του μείγματος, η απαέρωση και η ομογενοποίηση, οι οποίες συνδέονται στενά με τη θερμική επεξεργασία και ο σχεδιασμός των εναλλακτών λαμβάνει υπ' όψιν τη θερμοκρασία που ευνοεί την επίδρασή τους. Η ομογενοποίηση του γάλακτος και των στερεών έχει σκοπό την προώθηση της ομοιογενούς διασποράς του λίπους στο βασικό μείγμα, αυξάνοντας το ιξώδες και βελτιώνοντας τις οργανοληπτικές ιδιότητες.

Η ομογενοποίηση είναι υποχρεωτική για την ποιότητα του γιαουρτιού, καθώς αυξάνει την υφή της πηκτής και μειώνει τη συναίρεση. Προκαλεί μείωση του μεγέθους των λιποσφαιρίων τυποποιώντας το μέγεθός των σε περίπου 1 μm με συνέπεια την καλύτερη σύνδεση μεταξύ του λίπους και των υδρόφιλων πρωτεϊνών. Αυτό το βήμα είναι πολύ σημαντικό για γιαούρτι που παρασκευάζεται από πλήρες γάλα. Επιπλέον, η μείωση μεγέθους είναι απαραίτητη για την αποφυγή του διαχωρισμού του λίπους κατά την παραγωγή του γιαουρτιού. Η ομογενοποίηση βελτιώνει επίσης τη συνοχή του αναδεδυμένου γιαούρτι. Γενικά, η ομογενοποίηση πραγματοποιείται πριν από τη θερμική επεξεργασία γάλακτος. Η ομογενοποίηση του μείγματος γίνεται σε υψηλή πίεση (20 ή 25 MPa) και σε θερμοκρασία κοντά στους 70°C. Συνιστώνται ομογενοποιητές υψηλής πίεσης διπλού σταδίου για γιαούρτια με υψηλή λιποπεριεκτικότητα (Lee W. J. και Lucey J.A., 2010).

Η απαέρωση υπό κενό του μείγματος πραγματοποιείται σε μεγάλη βιομηχανική κλίμακα για τη μείωση της περιεκτικότητάς του σε οξυγόνο και κατά συνέπεια τη μείωση του χρόνου ζύμωσης, για τη βελτίωση της υφής του γιαουρτιού και την απομάκρυνση των δύσσομων ενώσεων. Γενικά, αυτό το στάδιο εκτελείται στους 70°C, πριν από την ομογενοποίηση.

3.3.3 Η διεργασία της ζύμωσης

3.3.3.1 Εμβολιασμός του μείγματος

Σε βιομηχανική κλίμακα, τα γιαούρτια παρασκευάζονται μέσω εμβολιασμού του μείγματος με συμπυκνωμένες καλλιέργειες εκκίνησης των δύο βακτηρίων γιαουρτιού (*S. thermophilus* και *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*). Οι εμπορικές καλλιέργειες εκκίνησης αποτελούνται από συγκεκριμένα μείγματα επιλεγμένων και καθορισμένων στελεχών, σε συγκέντρωση υψηλότερη από 10^{10} μονάδες σχηματισμού αποικιών (CFU)g⁻¹, και διατηρούνται ως κατεψυγμένες ή λυοφιλιωμένες συνθέσεις. Το εμβολιασμένο μείγμα περιέχει γενικά 10^6 - 10^7 CFU mL⁻¹ βακτηρίων. Μετά την ανάμειξη, μεταφέρεται στις δεξαμενές ζύμωσης (για την παρασκευή γιαουρτιού ανάδευσης, πόσιμου ή συμπυκνωμένου) ή απευθείας στη μηχανή συσκευασίας για ζύμωση στη συσκευασία (για παραγωγή γιαουρτιού παραδοσιακού τύπου).

3.3.3.2 Στάδιο ζύμωσης

Κατά τη ζύμωση του γαλακτικού οξέος του γάλακτος, πολλές παράμετροι ποικίλλουν ανάλογα με τον χρόνο. Αρχικά, αναπτύσσεται ο *S. Thermophilus*, οπότε ακολουθεί η ανάπτυξη του *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, φτάνοντας σε τελικές συγκεντρώσεις κοντά στα 10^9 CFU g^{-1} . Η κατανάλωση λακτόζης και ενώσεων αζώτου επιβραδύνει την ανάπτυξη και των δύο στελεχών οδηγώντας στη συσσώρευση πολλών σχετικών μεταβολιτών. Για τη γεύση και την υφή του γιαουρτιού σημαντική συμβολή έχουν το γαλακτικό οξύ, η γαλακτόζη, η ακεταλδεΐδη και οι εξωπολυσακχαρίτες. Η σύνθεση του εξωκυτταρικού γαλακτικού οξέος προκαλεί οξίνιση του μείγματος που χαρακτηρίζεται από μείωση του pH, την πήξη των πρωτεϊνών και τον επακόλουθο σχηματισμό του πήγματος. Η ακεταλδεΐδη προσδίδει στο γιαούρτι το ιδιαίτερο άρωμά του και οι εξωπολυσακχαρίτες συμβάλλουν στην υφή του.

Η διεργασία οξίνισης ελέγχεται από το τελικό pH του γιαουρτιού και την ταχύτητα οξίνισης, οι οποίοι είναι βασικοί παράγοντες για την ποιότητα. Η ζύμωση σταματά (με γρήγορη ψύξη του προϊόντος) όταν φτάσει το τελικό pH του γιαουρτιού. Το στοχευμένο τελικό pH κυμαίνεται από 4,8 έως 4,5, ανάλογα με τον τύπο του γιαουρτιού. Κατά τον καθορισμό αυτού του στόχου πρέπει να ληφθεί υπόψη η περαιτέρω σημαντική οξίνιση μετά την ψύξη, την παραλαβή και την αποθήκευση του γιαουρτιού. Γενικά, αποφεύγεται η μέτρηση του pH μέσα στη δεξαμενή του μείγματος, επειδή το γυάλινο ηλεκτρόδιο μέτρησης του οργάνου ενδέχεται να σπάσει μέσα στο μείγμα. Κατά συνέπεια, πραγματοποιείται μόνο χειροκίνητη δειγματοληψία κατά τη διαδικασία της οξίνισης για να επιτρέπονται οι μετρήσεις pH εκτός σύνδεσης και η απόφαση να διακοπεί η ζύμωση με ψύξη απαιτεί καλή γνώση της διεργασίας. Η ταχύτητα οξίνισης δρα άμεσα στο χρόνο ζύμωσης, οπότε η γνώση του και ο έλεγχός του να έχουν πολύ σημασία για τον ορθό προγραμματισμό της βιομηχανικής παραγωγής. Επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως η σύσταση της εναρκτηρίας καλλιέργειας και η δραστηρότητάς της, η σύσταση του μείγματος και οι φυσικές διεργασίες και η θερμοκρασία ζύμωσης. Ωστόσο, ο ακριβής έλεγχος της θερμοκρασίας είναι αρκετά δύσκολος κατά τη ζύμωση του γιαουρτιού εξαιτίας του φαινομένου της πήξης που εμφανίζεται σε περίπου pH 5,2. Κατά συνέπεια, ο χρόνος ζύμωσης μπορεί να ποικίλει σε σημαντικά εύρη. Για το προβιοτικό γιαούρτι, ο χρόνος ζύμωσης μπορεί να φτάσει τις 6-8 ώρες, ενώ για το γιαούρτι ανάδευσης, είναι συνήθης στόχος η διεργασία των 3-4 ωρών. Ωστόσο, οι παραγωγοί της βιομηχανίας δυσκολεύονται

να ελέγξουν τέλεια όλες τις παραμέτρους της διεργασίας και συχνά επιτυγχάνονται μεγαλύτεροι χρόνοι ζύμωσης (5 ή 8 ώρες).

Η ζύμωση του παραδοσιακού γιαουρτιού (set-type) γίνεται γενικά σε επωαστικούς θαλάμους ή σε μεγάλες σήραγγες στις οποίες οι παλέτες κινούνται σταδιακά προς τα εμπρός με αναγκαστικό εξαερισμό ζεστού αέρα. Η ζύμωση γιαουρτών με ανάδευση (stirred) πραγματοποιείται σε μεγάλες δεξαμενές (15-20 m³) εξοπλισμένες με αναμεικτήρες για ομογενοποίηση του μείγματος, ανάμειξη της καλλιέργειας εκκίνησης και θραύση της πηκτής μετά τη ζύμωση.

3.3.4 Παραλαβή και συσκευασία γιαουρτιού

3.3.4.1 Ψύξη και παραλαβή του γιαουρτιού

Το πρώτο βήμα στην παραλαβή γιαουρτιού αντιστοιχεί σε μια γρήγορη ψύξη του προϊόντος προκειμένου να σταματήσει η οξίνισή του. Πραγματοποιείται όταν επιτυγχάνεται το απαιτούμενο τελικό pH του γιαουρτιού. Στην παραδοσιακή παρασκευή, τα γιαούρτια ψύχονται εντός 1 ή 2 ωρών στους 4 ή 5°C με κρύο αέρα σε αεριζόμενους θαλάμους, σε ψυκτικούς χώρους ή σε σήραγγες ψύξης, ανάλογα με το μέγεθος της μονάδας παραγωγής. Για γιαούρτι ανάδευσης, η ψύξη πραγματοποιείται σε εξωτερικό εναλλάκτη θερμότητας φτάνοντας σε θερμοκρασία μεταξύ 18 και 25°C σε λιγότερο από 1 ώρα (20-60 min για βιομηχανικές δεξαμενές). Σε αυτήν τη θερμοκρασία, ορισμένα πρόσθετα όπως ενώσεις αρώματος, γλυκαντικές ύλες και φρούτα (μαρμελάδα, πούλπα και κομμάτια) μπορούν να προστεθούν σε γιαούρτια ανάδευσης. Σε σύγχρονα μεγάλα εργοστάσια, αυτές οι προσθήκες εκτελούνται γενικά στη γραμμή συσκευασίας, χρησιμοποιώντας αντλίες διανομής και αναμεικτήρες.

Η τελική υφή των γιαουρτών, ειδικά αυτών με ανάδευση, είναι ένας κρίσιμος παράγοντας για την αποδοχή από τους καταναλωτές. Καθώς η υφή επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες (σύσταση μείγματος, στελέχη που χρησιμοποιούνται και συνθήκες επεξεργασίας), είναι πραγματική πρόκληση η απόκτηση της στοχευμένης υφής. Οι μηχανικοί περιορισμοί που ασκούνται στο γιαούρτι ανάδευσης από όλες τις συσκευές παραλαβής (αντλίες, εναλλάκτες θερμότητας, σωλήνες, αναμεικτήρες, γεμιστικές μηχανές, κ.λπ.) τείνουν να μειώσουν την υφή του, αλλά μπορούν να του προσδώσουν κάποια απαλότητα.

3.3.4.2 Συσκευασία γιαουρτιού

Η συσκευασία γιαουρτιού εξασφαλίζει την υγιεινή και την προστασία του κατά τη διάρκεια της διανομής. Εάν τα πλαστικά και τα γυάλινα κύπελλα χρησιμοποιούνται πάντα για τα γιαούρτια παραδοσιακού τύπου, οι μεγάλες σύγχρονες μονάδες συσκευασίας χρησιμοποιούν την τεχνολογία «σχηματοποίηση συσκευασίας-πλήρωση-σφράγιση». Η ίδια μηχανή συσκευασίας πραγματοποιεί τις τρεις κύριες ακόλουθες λειτουργίες: (1) τη θερμοδιαμόρφωση των συσκευασιών στους 150–200°C, χρησιμοποιώντας θερμοπλαστικά υλικά πολλαπλών στρώσεων, (2) την πλήρωση των προσχηματισμένων δοχείων σε κλειστό περιβάλλον και αποστειρωμένο αέρα σε υπερπίεση και (3) τη θερμοσφράγιση των γεμισμένων δοχείων με κάλυμμα αλουμινίου που περιέχει πληροφορίες για το προϊόν. Αυτά τα μηχανήματα συσκευασίας υψηλής τεχνολογίας επιτρέπουν υψηλές προδιαγραφές ασφάλειας και έχουν μεγάλη δυναμικότητα (έως 70.000 κύπελα ανά ώρα). Κατά συνέπεια, αντιστοιχούν στην πιο ακριβή επένδυση σε μια βιομηχανική μονάδα παραγωγής γιαουρτιού.

Μετά τη συσκευασία τα γιαούρτια αποθηκεύονται σε χαμηλή θερμοκρασία (4 ή 5°C), η οποία διατηρείται κατά τη διάρκεια της μεταφοράς και της εμπορευματοποίησης. Αυτή η χαμηλή θερμοκρασία συντήρησης επιτρέπει τον περιορισμό της περαιτέρω οξίνισης στα προϊόντα και τη διατήρηση της ασφάλειάς τους.

3.4 Η διατροφική αξία του γιαουρτιού

Το γιαούρτι είναι τρόφιμο πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά για παιδιά και εφήβους χωρίς να αποτελεί υπερβολική πηγή θερμίδων ή λίπους. Ο συνδυασμός υψηλών ποσοτήτων επιθυμητών θρεπτικών συστατικών και σχετικά χαμηλών ποσοτήτων λίπους και ζάχαρης χαρακτηρίζει το γιαούρτι ως τροφή πυκνή σε θρεπτικά συστατικά, ιδιαίτερα το γιαούρτι χωρίς ζάχαρη και χαμηλά λιπαρά (Nicklas et al., 2014). Από αυτά τα στοιχεία, μπορεί να φανεί ότι το γιαούρτι μπορεί να είναι μια εξαιρετική πηγή πρωτεΐνης, και ακόμη και τα γιαούρτια πλήρους γάλακτος δεν φαίνεται να συμβάλλουν στην υπερβολική πρόσληψη θερμίδων ή λίπους. Είναι μια εξαιρετική πηγή ιωδίου, βιταμίνης B₁₂, φωσφόρου, ασβεστίου, ριβοφλαβίνης και θειαμίνης, καθώς και πηγή φυλλικού οξέος, μαγνησίου, καλίου και σεληνίου. Το γιαούρτι περιέχει αμελητέες ποσότητες σιδήρου, νιασίνης και βιταμίνης B₆. Το γιαούρτι χωρίς ζάχαρη παρέχει μια πηγή απλών υδατανθράκων, κυρίως με τη μορφή λακτόζης, η οποία είναι γνωστό ότι ενισχύει την απορρόφηση του ασβεστίου και του μαγνησίου. Η λακτόζη είναι ελαφρώς λιγότερο θερμιδική από τα άλλα σάκχαρα. Η πρωτεΐνη

γιαουρτιού, όπως και η πρωτεΐνη γάλακτος, είναι υψηλής ποιότητας, παρέχοντας όλα τα απαραίτητα αμινοξέα. Αυτή η υψηλή ποιότητα παρουσιάζει μεγάλη προστιθέμενη αξία, ιδιαίτερα σε αναπτυσσόμενες χώρες χαμηλού εισοδήματος, για την προστασία από τον υποσιτισμό που είναι αποτέλεσμα διατροφής πτωχής σε πρωτεΐνες (Muehlhoff et al., 2013).

3.4.1 Υδατάνθρακες

3.4.1.1 Διαθέσιμοι υδατάνθρακες

Με τον όρο ‘διαθέσιμοι υδατάνθρακες’ εννοούνται εκείνοι οι οποίοι αφομοιώνονται από το ανθρώπινο σώμα και επομένως δρουν ως πηγή ενέργειας για τον μεταβολισμό. Στο φυσικό γιαούρτι οι μονοσακχαρίτες και οι δισακχαρίτες είναι σπάνιοι.

Οι περισσότερες μελέτες σε άτομα δυσανεκτικά προς τη λακτόζη συμφωνούν ότι αυτά είχαν μειωμένα επίπεδα έκλυσης υδρογόνου στην αναπνοή τους μετά την κατανάλωση ζωντανού γιαουρτιού και υπέφεραν από λιγότερες κρίσεις διάρροιας ή μετεωρισμού (Kolars et al., 1984· Savaiano, 1990, Mustapha et al., 1997). Αυτά τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι το γιαούρτι, σε σύγκριση με το γάλα, διευκολύνει τον μεταβολισμό της λακτόζης μέσω της ενδοεντερικής πέψης της λακτόζης από-γαλακτοσιδάση που απελευθερώνεται από τους *S. thermophilus* και *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* (Rao et al., 1991). Η καλλιέργεια εκκίνησης συνθέτει το γαλακτικό οξύ από τη λακτόζη, η οποία είναι το κύριο υπόστρωμα που υπάρχει στο γάλα (Zourari et al., 1992).

Το γαλακτικό οξύ εμφανίζεται σε δύο ισομερείς μορφές: L(+) και D(-). Στο γιαούρτι, ο *S. thermophilus* παράγει τη μορφή L(+), ενώ ο *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* απελευθερώνει το ισομερές D(-) ή ένα ρακεμικό μείγμα DL ανάλογα με το στέλεχος. Με διατροφικούς όρους, το L(+) ισομερές είναι η εύπεπτη μορφή και η συνεισφορά της στη συνολική συγκέντρωση στο γιαούρτι θα ποικίλλει ανάλογα με τον λόγο *S. thermophilus*: *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*· ο λόγος αυτός ευρίσκεται μεταξύ 50 και 70% του συνόλου (Kunath και Kandler, 1980). Αντίθετα, το D(-) ισομερές μεταβολίζεται ελάχιστα και η υπερβολική πρόσληψη αναφέρεται ότι προκαλεί οξέωση σε ορισμένα παιδιά. Επιπλέον, οι οργανισμοί σε προβιοτικά γιαούρτια εκκρίνουν επίσης αυτά τα ισομερή από τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος, αλλά ορισμένα είδη / στελέχη των μπιφιδοβακτηρίων εκκρίνουν επίσης σημαντικές ποσότητες οξικού οξέος.

3.4.1.2 Μη διαθέσιμοι υδατάνθρακες

Αν και το φυσικό γιαούρτι βασίζεται εξ ολοκλήρου στο γάλα, τα γιαούρτια ανάδευσης με φρούτα έχουν συνήθως ενσωματωμένους σταθεροποιητές για τη μείωση του διαχωρισμού του ορού του γάλακτος κατά τη διανομή. Πολλοί από τους σταθεροποιητές είναι σύνθετοι υδατάνθρακες. Έτσι, το κόμμι γκουάρ, το κόμμι χαρουπιού, καθώς και η καραγενάνη και τα παράγωγα κυτταρίνης είναι πολυσακχαρίτες μακράς αλύσου αποτελούμενοι από κανονικές διατάξεις μονάδων μονοσακχαριτών. Είναι σημαντικό, στις παρούσες συνθήκες, ότι τα μόρια αυτά δεν μπορούν να προσβληθούν από τα πεπτικά ένζυμα του ανθρωπίνου σώματος.

Γι' αυτόν τον λόγο αυτά τα υδροκολλοειδή υλικά αναφέρονται συχνά ως μη διαθέσιμοι υδατάνθρακες (Robinson and Khan, 1978) και ως εκ τούτου μπορούν να συμβάλλουν στην ανθρώπινη διατροφή με τους ακόλουθους τρόπους:

- με παροχή διογκωτικού μέσου για το περιεχόμενο του εντέρου, προκαλώντας έτσι την εντερική περίσταση και αποφεύγοντας μερικούς από τους κινδύνους δυσλειτουργίας του παχέος εντέρου.
- με απορρόφηση μερικών τοξικών χημικών ουσιών που μπορεί να σχηματιστούν στο παχύ έντερο ως αποτέλεσμα βακτηριακής δράσης.
- με δράση που καθυστερεί τη διάχυση των σακχάρων προς το εντερικό τοίχωμα, μια λειτουργία που θα μπορούσε να βοηθήσει εκείνους που είναι επιρρεπείς σε μεταγευματική υπεργλυκαιμία. Έτσι, η απότομη αύξηση της παραγωγής ινσουλίνης η οποία απαιτείται μετά από κάθε γεύμα προκειμένου να σταθεροποιηθεί το επίπεδο γλυκόζης στο αίμα δημιουργεί μια ανεπιθύμητη πίεση στο ορμονικό σύστημα ακόμη και σε φυσιολογικά άτομα. Αυτή η απότομη απαίτηση ινσουλίνης δημιουργεί ιδιαίτερα προβλήματα και σε διαβητικούς ήπιων συμπτωμάτων ή και πρώιμου σταδίου. Εάν η πρόσληψη μη διαθέσιμων υδατανθράκων στο γεύμα μειώνει το ταχύτητα εισόδου της γλυκόζης στο αίμα, τότε το ερέθισμα για την παραγωγή ινσουλίνης θα μειωθεί επίσης και αυτή η τάση προς την ομοιόσταση μπορεί να θεωρηθεί ως βιολογικά ελκυστική.
- Με μείωση του επιπέδου χοληστερόλης στο αίμα (Jenkins et al., 1975 Roberfroid, 1993).
- Ενεργώντας σε συνδυασμό με την πήξη της πρωτεΐνης για την επιβράδυνση του χρόνου διέλευσης ορο-τυφλού της λακτόζης, να δοθεί η ευκαιρία στη μικροβιακή λακτάση να διασφαλίσει ότι οι δυσανεκτικοί καταναλωτές δεν θα υποστούν δυσφορία (Marteau et al., 1990).

Ο ποσοστό του προστιθέμενου σταθεροποιητή ανέρχεται σε 0,5% και η σημερινή τάση είναι να αποφευχθεί πλήρως η χρήση του. Οι λόγοι που επιβάλλουν αυτήν την απόφαση είναι οι ακόλουθοι: (α) μερικά από τα φυσικά κόμμεα είναι μεγάλης αξίας ενώ οι φτηνές μορφές δίνουν συχνά στο προϊόν μια μη αποδεκτή αίσθηση στο στόμα. (β) οι φθηνότερες μορφές δίδουν στο προϊόν μια μη αποδεκτή γεύση. Παρ' όλα αυτά, μερικές μάρκες γιαουρτιού περιέχουν κόμμεα, (Anon, 1990). Οι Saldamli και Babacan (1996) ενσωμάτωσαν ίνες ζαχαρότευτλων στο γιαούρτι σε επίπεδα έως 2% χωρίς καμία δυσάρεστη επίδραση στη γεύση.

3.4.1.3 Εξωπολυσακχαρίτες (EPS)

Ορισμένοι γαλακτοβάκιλλοι και μπιφιδοβακτήρια, συμπεριλαμβανομένου του *S. thermophilus* εκκρίνουν EPS κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης στο γάλα και είτε οι ενώσεις παραμένουν προσκολλημένες στις επιφάνειες των κυττάρων ή γίνονται μέρος της φάσης του ορού. Με βάση την ταξινόμηση του Ruas-Madiedo et al. (2002) οι EPS διακρίνονται σε ομοπολυσακχαρίτες αποτελούμενους από έναν μόνο μονοσακχαρίτη και σε ετεροπολυσακχαρίτες αποτελούμενους από επαναλαμβανόμενες ομάδες σακχάρων, π.χ. D-γλυκόζη, D-γαλακτόζη και άλλα, και μη υδατανθρακικά συστατικά όπως το φωσφορικό (O'Connor et al., 2005).

Η ποσότητα των EPS που παράγεται από οποιοδήποτε δεδομένο είδος μικροοργανισμού εξαρτάται από το στέλεχος και τις συνθήκες καλλιέργειας, με αποτέλεσμα να συμβάλλουν θετικά στις φυσικές ιδιότητες του γιαουρτιού. Οι EPS, σε κάποιο βαθμό, μπορούν να δράσουν ως μη διαθέσιμοι υδατάνθρακες, επειδή αναφέρθηκε ότι ορισμένοι διέρχονται άθικτοι από τον γαστρεντερικό σωλήνα (O'Connor et al., 2005). Εάν οι EPS παραμένουν άθικτοι στο κόλον και προστίθενται στα κόπρανα είναι άλλο θέμα, επειδή έχει προταθεί ότι ορισμένοι τύποι EPS μπορούν να λειτουργήσουν ως πρεβιοτικά, δηλαδή να διεγείρουν την ανάπτυξη επιθυμητών ομάδων βακτηρίων στο κόλον (Gibson και Roberfroid, 1995· Boehm και Stahl, 2003· βλέπε επίσης Makino et al., 2005). Ειδικότερα, σε προβιοτικά γιαούρτια που χρησιμοποιούνται συνήθως ως καλλιέργειες τα είδη *Bifidobacterium* φαίνεται ότι η ανάπτυξη μπορεί να διεγερθεί με φρουκτόζη που περιέχει EPS (Korakli et al., 2002).

3.4.2 Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες του γάλακτος είναι εξαιρετικής διατροφικής ποιότητας. Τόσο οι καζεΐνες όσο και οι πρωτεΐνες του ορού του γάλακτος (α -La και β -Lg) περιέχουν τα απαραίτητα αμινοξέα. Δεδομένου ότι το πρωτεϊνικό περιεχόμενο του γιαουρτιού μπορεί συχνά να αυξηθεί είτε με συμπύκνωση είτε ή με την προσθήκη στερεών αποκορυφωμένου γάλακτος, προκύπτει εύκολα το συμπέρασμα ότι είναι ελκυστικότερη πρωτεϊνική πηγή από το υγρό γάλα. Για παράδειγμα, η κατανάλωση μιας συσκευασίας γιαουρτιού την ημέρα, παρέχει σε ένα άτομο την ελάχιστη ημερήσια απαίτηση ζωικής πρωτεΐνης (15 g) (Altschul, 1965· Cheeseman, 1991).

Οι πρωτεΐνες του γιαουρτιού πέπτονται πλήρως επειδή προκαλείται μερική πρωτεόλυση από τους μικροοργανισμούς της εναρκτήριας καλλιέργειας. Η έκταση αυτής της πρωτεϊνικής υδρόλυσης εξαρτάται αφ' ενός μεν από τα χρησιμοποιούμενα βακτηριακά στελέχη αφ' ετέρου δε από τον αναμενόμενο μερικό σχηματισμό αμινοξέων και πεπτιδίων κατά την επώαση και αποθήκευση (Breslaw και Kleyn, 1973· Butikofer et al., 1995).

Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι ότι οι πρωτεΐνες γάλακτος στο γιαούρτι έχουν ήδη πήξει πριν από την κατάποση και ότι το «μαλακό πήγμα» που σχηματίζεται στο στομάχι μπορεί να έχει και άλλα οφέλη. Έτσι, η αντίθεση μεταξύ της κατάποσης του γιαουρτιού και του γάλακτος έχει κάποια ομοιότητα με τη συγκριτική συμπεριφορά του θερμού και του κρύου γάλακτος. Κατά την κατανάλωση ψυχρού γάλακτος, οι καζεΐνες μετατρέπονται στο στομάχι σε σκληρό πήγμα παρουσία οξέος, ενώ η πήξη των τροποποιημένων καζεϊνών σε θερμό γάλα είναι ηπιότερη (Jay, 1975). Τα πλεονεκτήματα αυτού του τελευταίου τύπου πήγματος είναι ότι τα καζεϊνικά συσσωματώματα επιτρέπουν στα πρωτεολυτικά ένζυμα του πεπτικού συστήματος να έχουν ελεύθερη πρόσβαση στην πέψη.

Κατά την πέψη των πρωτεϊνών γάλακτος, απελευθερώνονται πεπτίδια που παίζουν σημαντικό φυσιολογικό ρόλο στον ανθρώπινο οργανισμό (Chambance et al., 1998· Rychen et al., 2002· Lorenzen, 2004· Lorenzen and Meisel, 2005), αλλά μια πιο πρόσφατη εξέλιξη είναι η προσθήκη υδρολυμάτων πρωτεϊνών στη γάλα για την ενίσχυση της θρεπτικής αξίας του γιαουρτιού (Kawase et al., 2000). Συγκεκριμένα, οι Fitzgerald και Meisel (2003) έχουν επανεξετάσει τα στοιχεία ότι τα προστιθέμενα καζεϊνοφωσφοπεπτίδια μπορεί να έχουν κάποιο ρόλο στην ενίσχυση της διαθεσιμότητας διατροφικών ανόργανων συστατικών στον άνθρωπο. Μια τέτοια δράση θα μπορούσε να είναι πολύτιμη για την αύξηση της απορρόφησης ασβεστίου και την πιθανή αποφυγή της οστεοπόρωσης ή για την ενίσχυση της πρόσληψης σιδήρου σε αναιμικούς ασθενείς, αλλά, μέχρι σήμερα, δεν έχει αποδειχθεί

σαφής απόδειξη τέτοιων ενεργειών. Ένα άλλο θετικό εύρημα είναι αυτό των Lucas et al. (2004), ο οποίοι διαπίστωσαν ότι τόσο η πρωτεΐνη ορού γάλακτος όσο και η υδρόλυση της καζεΐνης αύξησαν την επιβίωση των *L. acidophilus* και *L. rhamnosus* στο γάλα, αν και τα ίδια υλικά επιβράδυναν την ανάπτυξη των προβιοτικών καλλιεργειών.

3.4.3 Λιπίδια

Στις βιομηχανικές χώρες μεγάλο μέρος του παραγόμενου γιαουρτιού προκύπτει από αποκορυφωμένο γάλα, ενώ το παραδοσιακό γιαούρτι περιέχει περίπου 3–4 g λίπος ανά 100 g· πράγματι το στραγγιστό γιαούρτι (labneh) ή το γιαούρτι ελληνικού τύπου θα περιέχει 9–10 g λίπος ανά 100 g (Anon, 1997b· Buttriss, 1997). Τα λιπίδια αποτελούν αναπόσπαστο μέρος μιας ισορροπημένης διατροφής. Έτσι, οι άνθρωποι έχουν μια διπλή απαίτηση για τα λιπίδια τα οποία διαθέτουν:

- αποθήκευση λίπους που αποτελείται από κορεσμένα λιπαρά οξέα και χρησιμεύει ως πηγή ενέργειας ή ως προστασία ζωικών οργάνων·
- δομικό λίπος το οποίο, με τις πρωτεΐνες, σχηματίζει πολλές από τις βασικές μεμβράνες των ζωικών κυττάρων ιδιαίτερα σε περιοχές όπως ο εγκέφαλος.

Είναι επομένως απαραίτητο η ανθρώπινη διατροφή να παρέχει μια επαρκή πηγή λιπών, ένα σημείο που έχει ιδιαίτερη σημασία για τα παιδιά. Έτσι, με κάθε γραμμάριο λίπους παρέχονται περίπου 9 kcal, με συνέπεια τα λίπη να είναι μια πολύτιμη πηγή ενέργειας. Είναι επίσης σημαντικό το γιαούρτι να γίνει ευρέως αποδεκτό από τα παιδιά ως τρόφιμο και, ως εκ τούτου, οι αναπτυσσόμενες χώρες, ιδιαίτερα, θα ήταν καλό να εξετάσουν προσεκτικά τα πλεονεκτήματα του γιαουρτιού για τα προγράμματα σχολικών γευμάτων. Εκτός από αυτό το βασικό πλεονέκτημα της κατανάλωσης γιαουρτιού πλήρους λιπαρών, πρέπει επίσης να τονιστεί ότι το λίπος γάλακτος περιέχει ένα εξαιρετικά ευρύ φάσμα λιπαρών οξέων. Τα περισσότερα από αυτά υπάρχουν με τη μορφή διαφόρων γλυκεριδίων, αλλά πάνω από 400 μεμονωμένα λιπαρά οξέα έχουν ταυτοποιηθεί στο αγελαδινό γάλα (Patton και Jensen, 1974).

Ωστόσο, τα αποδεικτικά στοιχεία που συνδέουν τα λίπη γαλακτοκομικής προέλευσης με στεφανιαία και παρόμοια προβλήματα είναι, τουλάχιστον, αδύναμα, και ως εκ τούτου οι παρασκευαστές γιαουρτιού θα πρέπει να καθοδηγηθούν για τις αποφάσεις τους σχετικά με τη λιποπεριεκτικότητα που αποτελεί μέρος της ευρύτερης έννοιας της ποιότητας (Gurr, 1992). Μένει να φανεί εάν είναι εφικτός ένας τέτοιος στόχος υπό το φως των

δυναμικών ομάδων πίεσης κατά της χοληστερόλης. Βεβαίως, σε ορισμένες χώρες, οι ομάδες αμφισβήτησης των καταναλωτών θα μπορούσαν να προκαλέσουν οικονομική καταστροφή.

Από τα ανωτέρω αναφερθέντα προκύπτει ότι αυτός που ζημιώνεται είναι ο καταναλωτής, ο οποίος δεν έχει την ικανότητα της αντικειμενικής αξιολόγησης. Η διατροφική επισήμανση του γιαουρτιού δεν συμβάλλει απόλυτα στην αντικειμενική αξιολόγηση του καταναλωτή διότι είναι περισσότερο από προφανές ότι η θρεπτική αξία του προϊόντος δεν αποδίδεται μόνο από μερικούς αριθμούς τυπωμένους στη συσκευασία. Επομένως, ο καταναλωτής θα πληρώνει για τα αναγραφόμενα δεδομένα της διατροφικής δήλωσης, θεωρώντας ότι αυτά είναι τα θρεπτικά συστατικά που θα απορροφηθούν από το ανθρώπινο σώμα. Στην πράξη, οι χημικές αναλύσεις δεν πρέπει ποτέ να εξομοιώνονται με τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών. Στην περίπτωση του γιαουρτιού, κάθε σοβαρή εκτίμηση της θρεπτικής του αξίας θα πρέπει να περιλαμβάνει το θέμα του κατά πόσο το προϊόν διαθέτει ειδικές θεραπευτικές ιδιότητες.

Το λίπος του γιαουρτιού αντικαταστάθηκε με πρωτεϊνικά υποκατάστατα όπως το Simplesse® (Barrantes et al., 1994) ή το Tapiocaline® που προέρχεται από την ταπιόκα (Dubert και Robinson, 2002). Η προσθήκη αυτών των υποκατάστατων θεωρήθηκε ήσσωνος σημασίας ως προς τη αύξηση της θρεπτικής αξίας του γιαουρτιού. Ως εκ τούτου, η απουσία αυτής της πληροφορίας από την ετικέτα του προϊόντος δεν είναι σημαντική.

3.4.4 Βιταμίνες και μέταλλα

3.4.4.1 Καλλιέργειες γιαουρτιού

Ο λόγος των ανόργανων ιόντων/βάρους μονάδας στο γιαούρτι χωρίς λιπαρά είναι υψηλότερος σε σύγκριση με το νοπό γάλα επειδή το πρώτο έχει αυξημένα στερεά άνευ λίπους (solids-not-fat, SNF) ως προς το δεύτερο όπως επιβεβαιώνουν τα στοιχεία του Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1 Μερικές τυπικές τιμές των κύριων συστατικών του γάλακτος και του γιαουρτιού (σε μονάδες ανά 100 g)

	Γάλα		Γιαούρτι		
	Πλήρες	Άνευ λίπους	Πλήρες	Χαμηλών λιπαρών	Ελληνικού Γιαουρτιού
Υγρασία (g)	87,8	91,1	81,9	84,9	77,0
Ενέργεια (Kcal)	66	33	79	56	115
Πρωτεΐνες (g)	3,2	3,3	5,7	5,1	6,4
Λίπος (g)	3,9	0,1	3,0	0,8	9,1
Υδατάνθρακες(g)	4,8	5,0	7,8	7,5	Δεν αναφέρεται
Ασβέστιο (mg)	115	120	200	190	150
Φωσφόρος (mg)	92	95	170	160	130
Νάτριο (mg)	55	55	80	83	Δεν αναφέρεται
Κάλιο (mg)	140	150	280	250	Δεν αναφέρεται
Ψευδάργυρος (mg)	0,4	0,4	0,7	0,6	0,5

Πηγή: Προσαρμοσμένοι από τους Holland et al. (1991) και Buttriss (1997).

Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι αριθμοί μιλούν από μόνοι τους, αλλά η θέση του ασβεστίου παρουσιάζει αρκετά ειδική σχέση με την τυπική συνιστώμενη ημερήσια δόση (RDA) των 800 mg (Weaver and Plawewski, 1994· Anon., 1997a). Έτσι, όχι μόνο το γιαούρτι μπορεί να δρα ως πηγή ασβεστίου για τους πάσχοντες από δυσανεξία λακτόζης αλλά, επιπλέον, το παρεχόμενο ασβέστιο μπορεί να απορροφηθεί και να χρησιμοποιηθεί καλύτερα από το ασβέστιο άλλων μορφών (Dupuis, 1964· Rasic, 1987· Mpassi et al., 2001)· ο ρόλος του γαλακτοκομικού ασβεστίου στον μεταβολισμό των οστών και στην πρόληψη της οστεοπόρωσης ανασκοπήθηκε από τον Renner (1994). Ο φωσφόρος, το μαγνήσιο και ο ψευδάργυρος αντιπροσωπεύονται επίσης αξιόλογα, και είναι πιθανό ότι οι αναλογίες των συνολικών διαθέσιμων συγκεντρώσεων για απορρόφηση και χρήση από το σώμα είναι επίσης υψηλές (Buttriss, 1997· Rojas et al., 2000). Ωστόσο, οι Galan et al. (1991) ανέφεραν ότι, υπό κανονικές συνθήκες, η αύξηση της ημερήσιας πρόσληψης γαλακτοκομικών προϊόντων πιθανότατα δεν επηρεάζει την απορρόφηση σιδήρου από γεύματα που περιέχουν ήδη σημαντικές ποσότητες συστατικών με βάση το γάλα.

Η σχετική διαθεσιμότητα βιταμινών στο γιαούρτι είναι πολύ πιο δύσκολο να εκτιμηθεί επειδή, σε αντίθεση με τα μέταλλα, πολλές βιταμίνες είναι ευαίσθητες στις συνθήκες επεξεργασίας. Έτσι, η μέθοδος ενίσχυσης, για παράδειγμα, η προσθήκη γάλακτος σε σκόνη ή επεξεργασία μεμβράνης, η θερμική επεξεργασία του γάλακτος, τα χρησιμοποιούμενα στελέχη των βακτηρίων εκκίνησης και οι συνθήκες ζύμωσης μπορούν όλα να αλλάξουν τις συγκεντρώσεις των πιο σημαντικών βιταμινών (Noh et al., 1994). Για

τον λόγο αυτόν, οι αριθμοί που αναφέρονται στον Πίνακα 3.2 πρέπει να θεωρούνται απλώς ως οδηγός για τις βιταμίνες που ευρίσκονται στο γιαούρτι. Είναι δυνατή η ενίσχυση του γιαουρτιού με βιταμίνες, όπως η Α ή η C, (Anon, 1997a,b; Agaoglu et al., 2004) και οι απώλειες για αποθήκευση άνω των 2 εβδομάδων είναι απίθανο να υπερβούν το 50%· επειδή το γιαούρτι χαμηλών λιπαρών είναι πολύ δημοφιλές σε πολλές χώρες, η ενίσχυση με βιταμίνη Α πρέπει να καταστεί υποχρεωτική προκειμένου να διατηρηθεί η θρεπτική αξία του γάλακτος.

Ορισμένες πλευρές που αφορούν την περιεκτικότητα των βιταμινών του γιαουρτιού αναφέρθηκαν από τους Rao et al. (1984) και Rao και Shahani (1987), και σημειώνεται ότι μερικές βιταμίνες της ομάδας Β συντίθενται από τις καλλιέργειες εκκίνησης. Οι Kneifel et al. (1989) παρακολούθησαν αυτές τις βιταμίνες στο γιαούρτι κατά τη διάρκεια της ζύμωσης χρησιμοποιώντας οκτώ εμπορικά διαθέσιμες καλλιέργειες.

Πίνακας 3.2 Μερικές τυπικές τιμές των κύριων βιταμινών του γάλακτος και του γιαουρτιού (σε μονάδες ανά 100 g)

Βιταμίνες	Γάλα		Γιαούρτι	
	Πλήρες	Άπαχο	Πλήρες	χαμηλών λιπαρών
Ρετινόλη (μg)	52	1	28	8
Καροτένιο (μg)	21	ίχνη	21	5
Θειαμίνη (B1) (μg)	30	40	60	50
ριβοφλαβίνη (B2) (μg)	170	170	270	250
πυριδοξίνη (B6) (μg)	60	60	100	90
Κυανοκομπαλαμίνη (B12) (μg)	0,4	0,4	0,2	0,2
Βιταμίνη C (mg)	1	1	1	1
βιταμίνη D (μg)	0.03	ίχνη	0,04	0,01
Βιταμίνη E (μg)	90	ίχνη	50	10
Φολικό οξύ (μg)	6	5	18	17
Νικοτινικό οξύ (μg)	100	100	200	100
Παντοθενικό οξύ (μg)	350	320	500	450
βιοτίνη (μg)	1,9	1,9	2,6	2,9
χολίνη (mg)	12,1	4,8	–	0,6

Πηγή: Προσαρμοσμένος από τους Deeth and Tamime (1981) και Holland et al. (1991).

Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι με επώαση βραχείας διάρκειας (δηλ. 3- 4 ωρών) στους 42°C, οι αρχικές καλλιέργειες εμπλουτίστηκαν οι βιταμίνες κατά τη ζύμωση περισσότερο από 20% ως εξής: η θειαμίνη (σε δύο καλλιέργειες), η πυριδοξίνη (σε τέσσερις

καλλιέργειες), το φολικό οξύ (σε μία καλλιέργεια) και η βιοτίνη (σε δύο καλλιέργειες). Χρησιμοποιήθηκαν μόνο δύο καλλιέργειες εκκίνησης για τη σύγκριση των προφίλ βιταμινών σε διαφορετικές θερμοκρασίες επώασης, αλλά παρατηρήθηκε ότι η ζύμωση του γάλακτος στους 30°C για 14–16 ώρες οδήγησε σε χαμηλότερη παραγωγή φολικού οξέος, αλλά σε αυξημένη συγκέντρωση θειαμίνης και νικοτινικού οξέος (βλ. επίσης McKinley, 2004).

3.5 Τα οφέλη του γιαουρτιού στην υγεία

Στις αρχές του εικοστού αιώνα, ο Ρώσος βακτηριολόγος Elie Metchnikoff (Ινστιτούτο Pasteur, Γαλλία) ήταν ο πρώτος που εξήγησε τις ευεργετικές επιδράσεις των βακτηρίων του γαλακτικού οξέος που υπάρχουν στο ζυμωμένο γάλα. Ο ερευνητής απέδωσε την καλή υγεία και μακροζωία των Βουλγάρων στην κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων γιαουρτιού. Η αρχή της θεωρίας του ήταν ότι τα βακτήρια γαλακτικού οξέος αντικαθιστούν τοξίνες που παράγονται κανονικά στο έντερο. Αναφορές από την περίοδο του Metchnikoff έδειξαν ότι ο *L. bulgaricus* δεν επιβιώνει και δεν αποικίζει στον γαστρεντερικό σωλήνα. Ωστόσο, για άλλα είδη γαλακτοβακίλλων έχει τεκμηριωθεί ότι έχουν ευεργετική επίδραση μέσω της ανάπτυξης και της δράσης στον γαστρεντερικό σωλήνα. Αυτή η ομάδα βακτηρίων είναι γνωστή ως προβιοτικά. Τα στελέχη που αναφέρονται συχνότερα ως προβιοτικά στους ανθρώπους περιλαμβάνουν είδη *L. acidophilus*, *L. casei* και *Bifidobacterium*. Προτού προχωρήσει η επιστημονική έρευνα για την ωφέλεια των προβιοτικών, ήταν γνωστή η ανακουφιστική δράση των ζυμούμενων γαλακτοκομικών προϊόντων έναντι της διάρροιας που προκαλείται από τη μόλυνση παθογόνων βακτηρίων. Τα προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση ενισχύουν τη μεταβολική δραστηριότητα και τη σύνθεση της μικροχλωρίδας του εντέρου. Αυτό βοηθά στη διατήρηση μιας υγιούς μικροβιακής ισορροπίας στο έντερο, η οποία συνήθως μεταβάλλεται κατά τις γαστρεντερικές διαταραχές, το άγχος, τη χρήση αντιβιοτικών και από άλλες ασθένειες. Τα βακτήρια εκκίνησης του γιαουρτιού παράγουν βακτηριοκίνες, οι οποίες είναι αντιμικροβιακοί παράγοντες για την αναστολή των μολυσματικών παθογόνων βακτηρίων. Οι βακτηριοκίνες είναι πρωτεΐνες ή πεπτίδια (Nandkumar and Talapatra, 2014). Αρκετοί γαλακτοβάκιλλοι παράγουν επίσης υπεροξειδίο του υδρογόνου, το οποίο πιστεύεται ότι είναι ένας αντιμικροβιακός παράγοντας. Ο *L. delbrueckii* *ssp. bulgaricus* παράγει βακτηριοκίνες, συμπεριλαμβανομένου του «*bulgarican*», το οποίο έχει δείξει αντιβακτηριακή δράση ευρέος φάσματος. Η συχνή

κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων μπορεί να περιορίσει τον κίνδυνο διαβήτη τύπου 2.

3.5.1 Οφέλη στην απώλεια βάρους

Πιστεύεται ότι η περιεκτικότητα σε ασβέστιο και μαγνήσιο ευθύνεται για την απώλεια βάρους. Μελέτες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων ως μέρος της ελεγχόμενης θερμιδικής διατροφής σχετίζεται με αυξημένη απώλεια βάρους, ειδικά από την κοιλιά. Η υγεία του εντέρου και η παχυσαρκία φαίνεται να σχετίζονται. Ο Reetal (2006) ανέφερε ότι οι μικροβιακοί πληθυσμοί στα έντερα των αδυνάτων και παχύσαρκων ατόμων είναι διαφορετικοί. Αφού οι παχύσαρκοι άνθρωποι χάσουν βάρος, η μικροχλωρίδα του εντέρου επανέρχεται σε αυτήν των αδυνάτων ατόμων.

3.5.2 Οφέλη στο γαστρεντερικό σωλήνα

3.5.2.1 Πέψη λακτόζης

Το ένζυμο λακτάση είναι υπεύθυνο για την πέψη της λακτόζης. Η λακτόζη υδρολύεται σε γλυκόζη και γαλακτόζη με τη λακτάση και στη συνέχεια απορροφάται στο λεπτό έντερο. Σε άτομα με δυσανεξία στη λακτόζη, η δραστηριότητα της λακτάσης μειώνεται με αποτέλεσμα την άθικτη λακτόζη να εισέρχεται στο κόλον όπου ζυμώνεται από εγγενή μικροχλωρίδα για την παραγωγή οργανικών οξέων, διοξειδίου του άνθρακα, μεθανίου και υδρογόνου.

3.5.2.2 Συνολική πέψη και βελτίωση της διατροφής

Το γιαούρτι και τα λοιπά προϊόντα γάλακτος που έχουν υποστεί γαλακτική ζύμωση είναι πλούσιες πηγές βιταμινών A, B₂, B₁, B₆ και B₁₂ (Chandan, 2016). Τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος (LAB) είναι ικανά να συνθέτουν βιταμίνες του συμπλέγματος B, όπως το φολικό οξύ κατά τη ζύμωση (LeBlancetal., 2013). Από την άλλη πλευρά, μερικές από τις βιταμίνες B (όπως η B₁₂) μειώνονται στα ζυμούμενα προϊόντα, καθώς δαπανώνται από τα οξυγαλακτικά βακτήρια. Η ποσότητα της λιποδιαλύτης βιταμίνης A, εξαρτάται από τη λιποπεριεκτικότητα του προϊόντος. Γενικά, η περιεκτικότητα σε βιταμίνες στο γιαούρτι είναι υψηλότερη από ό, τι στο γάλα. Το γιαούρτι είναι πιο εύπεπτο γιατί βοηθά στην πέψη της λακτόζης και των πρωτεϊνών. Το στάδιο της θέρμανσης κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του γιαουρτιού μετουσιώνει τις πρωτεΐνες του ορού του γάλακτος καθιστώντας τις λιγότερο αλλεργιογόνες. Μεταγενέστερη διαδικασία ζύμωσης οδηγεί σε μερική πέψη της καζεΐνης και του ορού γάλακτος από τα ένζυμα της πρωτεϊνικής

υδρολύσεως της καλλιέργειας γιαουρτιού. Σε σύγκριση με το γάλα, η περιεκτικότητα σε γαλακτικό οξύ και η περιεκτικότητα σε βιταμίνη Β του γιαουρτιού βοηθούν στην περαιτέρω συνολική πέψη.

3.5.2.3 Πρόληψη και θεραπεία της διάρροιας

Η καθιέρωση προβιοτικών στη γαστρεντερική οδό παρέχει θεραπευτικά οφέλη έναντι εντερικών λοιμώξεων. Τα προβιοτικά μπορεί να έχουν ρόλο στην παράκαμψη της διάρροιας του ταξιδιώτη. Το γιαούρτι συμπληρωμένο με προβιοτικούς οργανισμούς μειώνει τη διάρκεια ορισμένων τύπων διάρροιας. Κατά τη διάρκεια της θεραπείας της διάρροιας συνιστάται η αντικατάσταση του γάλακτος με γιαούρτι προβιοτικών επειδή είναι ανεκτό καλύτερα από το γάλα.

3.5.2.4 Σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου

Σε μια μελέτη κούρτης 28 ατόμων, ζητήθηκε από άτομα που πάσχουν από σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου (IBS) με δυσκοιλιότητα να καταναλώνουν γάλα που έχει υποστεί ζύμωση με *Bifidobacterium lactis*, *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* και *Lactococcus lactis* (FM) για 4 εβδομάδες. Το όξινο γάλα λειτούργησε ως εικονικό φάρμακο. Τα άτομα που κατανάλωσαν FM εμφάνισαν θετικές αλλαγές στο μικροχλωρίδα του εντέρου που προκλήθηκαν από τα προβιοτικά. Οι πάσχοντες από IBS κανονικά παρουσίασαν χαμηλότερα επίπεδα μικροοργανισμών του βουτυρικού οξέος στο έντερό τους. Ωστόσο, τα άτομα που κατανάλωσαν FM αποκατέστησαν τα βακτήρια που παράγουν βουτυρικό. Το βουτυρικό αναγνωρίζεται ως ευεργετικό στην υγεία του εντέρου (Viegaetal., 2014).

3.5.3 Λιπαρή ηπατική νόσος

Η μικροχλωρίδα του γαστρεντερικού σωλήνα φαίνεται να επηρεάζει μια σημαντική ηπατική επιπλοκή, τη μη αλκοολική λιπώδη ηπατική νόσο (NAFLD) (Mohammadmoradi et al., 2014). Τα προβιοτικά μπορεί να έχουν ευεργετικά αποτελέσματα στη θεραπεία / πρόληψη της NAFLD και άλλων ηπατικών επιπλοκών λόγω της ικανότητάς τους να αυξάνουν τη λειτουργία του εντερικού φραγμού, να αποτρέπουν την παραγωγή λιποπολυσακχαρίτη (LPS) και να ρυθμίζουν το ανοσοποιητικό σύστημα. Η κατανάλωση προβιοτικών γιαουρτιού βελτιώνουν τα επίπεδα ηπατικών ενζύμων, χοληστερόλης ορού και χοληστερόλης LDL.

3.5.4 Μείωση των καρδιαγγειακών παθήσεων και της χοληστερόλης

Τα ερευνητικά αποτελέσματα από κλινικές μελέτες έδειξαν ότι η κατανάλωση γιαουρτιού ως μέρους μιας υγιεινής διατροφής μπορεί να είναι ευεργετική στην πρόληψη των καρδιαγγειακών παθήσεων (Astrup, 2014). Τα προβιοτικά βοηθούν στη μείωση μερικών επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα. Ορισμένες μελέτες έδειξαν μια μέτρια μείωση της χοληστερόλης στον ορό σε άτομα που καταναλώνουν ζυμωμένο γάλα με καλλιέργειες *L. acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*. Λόγω της βιοδιαθεσιμότητας του εγγενούς ασβεστίου και καλίου, το γιαούρτι αποτρέπει την υψηλή αρτηριακή πίεση. Το γιαούρτι φαίνεται να μειώνει τον κίνδυνο μεταβολικού συνδρόμου και σχετικών ασθενειών όπως ο διαβήτης. Οι Beserra et al. (2014) δημοσίευσαν μια μελέτη μετα-ανάλυσης που δείχνει τις δυνατότητες μείωσης των προβλημάτων που σχετίζονται με την παχυσαρκία από τα πρεβιοτικά και τα συνβιοτικά. Συνδέθηκαν με μειώσεις της ολικής χοληστερόλης LDL και με βελτιώσεις στα επίπεδα τριγλυκεριδίων και HDL χοληστερόλης σε διαβητικούς. Οι ερευνητές ανέφεραν ότι το γάλα που έχει υποστεί ζύμωση *L. lactis* παρουσίασε σημαντική επίδραση στη μείωση της αρτηριακής πίεσης. Έτσι, το γάλα που έχει υποστεί ζύμωση από στελέχη *L. lactis* μπορεί να είναι ένα πρόσθετο στη μείωση της υπέρτασης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λειτουργική τροφή για καλύτερη καρδιαγγειακή υγεία. Αυτή η μελέτη είναι ενδιαφέρουσα στο ότι το ζυμωμένο γάλα με *L. lactis* έδειξε προβιοτικές ιδιότητες παρόμοιες με εκείνες των *Lactobacillus* και *Bifidobacterium*. Οι Beltran-Barrrientos et al. (2016) εξέτασαν τις αντιυπερτασικές επιδράσεις του ζυμωμένου γάλακτος.

3.5.5 Δομή και ολοκλήρωση οστών

Το γάλα είναι πλουσιότερη πηγή ασβεστίου με τον υψηλότερο βαθμό απορρόφησης σε σχέση με άλλα το ασβέστιο που περιέχεται σε άλλα προϊόντα. Γενικά, η ζύμωση δεν μεταβάλλει την περιεκτικότητα σε μέταλλα. Τα ανόργανα άλατα (όπως ασβεστίου, φωσφόρου και σιδήρου) του ζυμωμένου γάλακτος αξιοποιούνται καλύτερα από το ανθρώπινο σώμα σε σχέση με αυτά του νωπού γάλακτος. Πιστεύεται ότι απελευθερώνονται πεπτίδια όπως φωσφοπεπτίδια από τη διάσπαση της καζεΐνης, που επιταχύνουν την απορρόφηση των μετάλλων. Το γαλακτικό οξύ συμβάλλει στην πρόσληψη του ασβεστίου από τα οστά και στην αντοχή των οστών. Επιπλέον, η πρόσληψη ασβεστίου από το γιαούρτι συνεισφέρει σημαντικά στην καθυστέρηση της οστεοπόρωσης και ρυθμίζει τον μεταβολισμό των οστών. Ως γνωστό, ο συνδυασμός ασβεστίου και πρωτεΐνης παρέχει την ανθεκτικότητα και τις δομικές ιδιότητες στα οστά και τα δόντια. Η κύρια πηγή διαιτητικού

ασβεστίου είναι τα γαλακτοκομικά προϊόντα, τα οποία είναι εξαιρετικές πηγές βιοδιαθέσιμου ασβεστίου (Zittermann, 2011). Η συμμετοχή του γιαουρτιού στη διατροφή συνεπάγεται τη βελτίωση της υγείας των οστών και τη μείωση των καταγμάτων στη μετέπειτα ζωή (Prentice, 2014· Morelli, 2014).

3.6 Τύποι Ελληνικού γιαουρτιού

Η μεγάλη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες του ελληνικού γιαουρτιού το καθιστά ένα από τα πλέον δημοφιλή προϊόντα. Η επιφανειακή κρούστα στην επιφάνεια του περιέκτη χαρακτηρίζει το παραδοσιακό ελληνικό γιαούρτι, το οποίο συνήθως αποτελείται από λίπος, πρωτεΐνες του ορού και επιφανειακή κρούστα όταν το χρησιμοποιούμενο γάλα είναι μη ομογενοποιημένο. Στη βιομηχανική παραγωγή του γιαουρτιού έχει αντικατασταθεί η φυσική στράγγιση του πηγματος από φυγοκέντρηση και διήθηση. Η διάθεση των τεράστιων ποσοτήτων του ορού γάλακτος δημιουργεί στη βιομηχανία σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά προβλήματα τα οποία εν μέρει έχουν επιλυθεί από καινοτόμες ερευνητικές προτάσεις (Desai et al., 2013). Το ελληνικό στραγγιστό γιαούρτι έχει παχύτερη συνοχή από το μη στραγγιστό. Παρασκευάζεται συχνά από γάλα εμπλουτισμένο με πρωτεΐνη που προκύπτει από υπερδιήθηση ή με προσθήκη συμπυκνώματος πρωτεΐνης γάλακτος. Το ελληνικό γιαούρτι καταναλώνεται ευρέως σε χώρες της Ανατολικής Μεσογείου, της Εγγύς Ανατολής, της Κεντρικής και της Νότιας Ασίας. Η εμπορική του επιτυχία αποδίδεται στην υγιή εναλλακτική αντίληψη της διπλάσιας περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες, στα φυσικά συστατικά και στη χαμηλή περιεκτικότητα σακχάρων. Αποτελεί τη βάση για την παραγωγή ροφημάτων, κατεψυγμένου γιαουρτιού, cheesecake και άλλων τροφίμων. Μπορεί να αναμειχθεί με παρασκευάσματα φρούτων όπως το παραδοσιακό γιαούρτι.

Η παραγωγή γιαουρτιού στην Ελλάδα περιλαμβάνει τους ακόλουθους συνήθεις τύπους:

A) Παραδοσιακό γιαούρτι

Πρέπει να είναι σύμφωνο με τις ακόλουθες προδιαγραφές:

- Παρασκευάζεται με την παραδοσιακή μέθοδο ώστε να φέρει υμένα (πέτσα) στην επιφάνειά του.
- Προκύπτει από την πήξη αποκλειστικά νωπού ή παστεριωμένου γάλακτος που δεν έχει υποστεί τροποποίηση της φυσικής του σύνθεσης με μόνη εξαίρεση τη ρύθμιση της λιποπεριεκτικότητας, έως του σημείου που είναι τεχνικά επιτεύξιμη η δημιουργία υμένα.

Σταδια παρασκευής

- 1) Διήθηση τους γάλακτος
- 2) Θέρμανση με συνεχή ανάδευση στους 90°C για 15 s.
- 3) Πλήρωση περιεκτών και ψύξη στους 45°C ώστε να προκύψει στοιβάδα λιποσφαιρίων (κοινώς πέτσα).
- 4) Εμβολιασμός με προηγούμενη ή/και καθαρή καλλιέργεια γιαουρτιού.
- 5) Επώαση στους 45°C επί 2-3 h έως την πήξη και τη μείωση του pH.
- 6) Ακολουθεί ψύξη και αποθήκευση σε θερμοκρασία μικρότερη των 5°C (Robinson et al., 2006)

B) Στραγγιστό γιαούρτι

Όπως αναφέρει ο κώδικας 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. Σε περίπτωση μειγμάτων διαφόρων ειδών γάλακτος η ελάχιστη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες υπολογίζεται με βάση την αναλογία των ειδών γάλακτος.» (ΚΤΠ 2010). Στις Ηνωμένες Πολιτείες, τον Καναδά και τη Δυτική Ευρώπη, το στραγγιστό γιαούρτι έχει γίνει όλο και πιο δημοφιλές σε σύγκριση με το μη στραγγιστό. Ειδικότερα στις Ηνωμένες Πολιτείες το ελληνικό γιαούρτι έχει πλέον μερίδιο 50% στην αγορά γιαουρτιού. Μερικές από τις μάρκες ελληνικού τύπου γιαουρτιού στη Βόρεια Αμερική περιλαμβάνουν τις Chobani, Dannon Oikos, FAGE, Olympus, Yorlait και Voskos.

Στη σύγχρονη ελληνική βιομηχανία, μια καινοτόμος μέθοδος παρασκευής του στραγγιστού γιαουρτιού είναι η υπερδιήθηση σύμφωνα με την οποία ασκείται πίεση σε μια ημιπερατή μεμβράνη για τον διαχωρισμό μακρομορίων ή κολλοειδών από υγρά και βασίζεται σε απλό μηχανισμό εκλεκτικής διαπερατότητας. Οι ημιπερατές μεμβράνες αποτέλεσαν χρήσιμα εργαλεία για τον καθαρισμό, την κλασμάτωση και τη συμπύκνωση των τροφίμων για περισσότερα από 35 έτη. Ως εκ τούτου οι διεργασίες αυτές έχουν ευρεία χρήση στη βιομηχανία τροφίμων (Daufin et al., 2001· Shi et al., 2014· Wang et al., 2008). Το μέγεθος της διαλελυμένης ουσίας σε σχέση με την κατανομή του μεγέθους των πόρων των μεμβρανών καθορίζουν εάν ένα διαλελυμένο μόριο μπορεί να διέλθει ή όχι από τη μεμβράνη (De Bruijn et al., 2005· Van Reis et al., 2007). Επιπλέον, οι διεργασίες μέσω μεμβρανών χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία γαλακτοκομικών προϊόντων για την παραγωγή συμπυκνωμένου γάλακτος (αποβουτυρωμένο ή πλήρες), το οποίο προστίθεται

για την τυποποίηση του γάλακτος, για την παραγωγή ροφημάτων γιαουρτιού και μαλακού τυριού. Αυτά τα προϊόντα έχουν

- απαλή και κρεμμώδη υφή στο τελικό προϊόν
- βελτιωμένη γεύση του τελικού προϊόντος
- αυξημένη απόδοση έως 5%, λόγω της υψηλής συγκράτησης πρωτεϊνών του ορού
- ποσοστό σε λιπαρά του τελικού προϊόντος από 0,1% έως 10%, χωρίς επίπτωση στη ποιότητα που προέρχεται από τη προσθήκη κρέμας μετά τη συμπύκνωση.
- μεγαλύτερο ιξώδες, καλύτερη γεύση και βιωσιμότητα των κυττάρων σε σύγκριση με την παραδοσιακή μέθοδο παραγωγής τους.

Η συμπύκνωση μέσω μεμβρανών αντί της θερμικής εξάτμισης πραγματοποιείται σε πολύ χαμηλότερη θερμοκρασία και διατηρεί τη φυσική γεύση των γαλακτοκομικών προϊόντων και τη θρεπτική αξία των ευαίσθητων στη θερμότητα συστατικών. Η υπερδιήθηση του γάλακτος έχει μικρή μετουσιωτική επίδραση στις πρωτεΐνες, στις βιταμίνες και τα άλλα βιολογικά ενεργά συστατικά του γάλακτος (Le et al., 2014). Στην Εικόνα 3.5 παρουσιάζεται μια μονάδα υπερδιήθησης κατασκευασμένη από την Ελληνική εταιρεία Synelco.



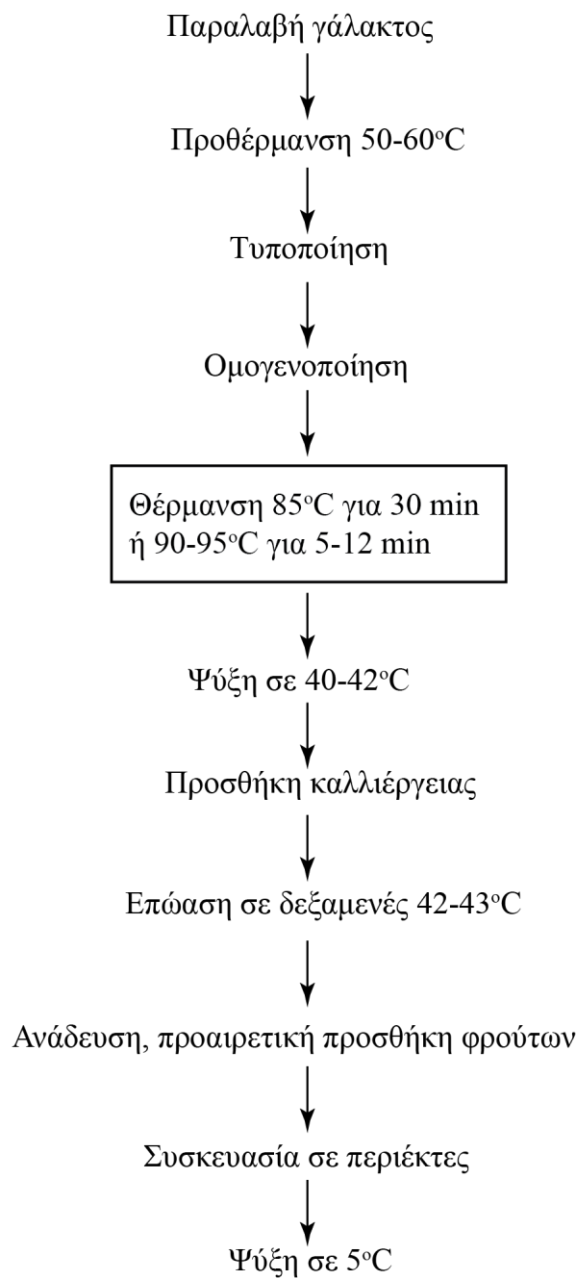
Εικόνα 3.5. Βιομηχανική μονάδα υπερδιήθησης γιαουρτιού
(Μετά από συγκατάθεση της εταιρείας)

Γ) Γιαούρτι ανακατεμένο

Το αναδευμένο γιαούρτι διαφέρει από το παραδοσιακό στο ότι δεν εμφανίζει τη μορφή πηκτής αλλά παρουσιάζει σημαντικό ιξώδες. Περιέχει τεμάχια πήγματος σε πυκνή διασπορά εντός του ορού.

Τα κύρια στάδια παραγωγής του αναδευμένου γιαουρτιού αποδίδονται στο κατωτέρω Εικόνα 3.6.

Το νωπό γάλα μετά τη συλλογή του μεταφέρεται στο εργοστάσιο παραγωγής όπου αποθηκεύεται σε σιλό. Εν συνεχεία προωθείται στο τμήμα προθερμάνσεως και ακολουθεί ο διαχωρισμός της κρέμας. Το γάλα από τον διαχωριστή κρέμας τυποποιείται και ακολουθεί ομογενοποίηση. Ειδικότερα, η ομογενοποίηση του γίδινου γάλακτος και η χρήση καλλιέργειας εκκίνησης που παράγει εξωπολυσακχαρίτες (EPS) είναι πολύ σημαντικές για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος ώστε αυτό να έχει σταθερότητα και κρεμώδη υφή (Alexiou et al., 1990). Οι EPS ως εκ τούτου μπορούν να βελτιώσουν την υφή και να δράσουν ως σταθεροποιητές αυξάνοντας πρώτα το ιξώδες του αναδευμένου γιαουρτιού και δεύτερον να δεσμεύσουν το ύδωρ ενυδάτωσης και με την αλληλεπίδραση με τα άλλα συστατικά του γάλακτος όπως οι πρωτεΐνες και τα μικύλια να ενισχύσουν την ακαμψία του δικτύου καζεΐνης (Duboc P. και Mollet B., 2001).



Εικόνα 3.6 Διάγραμμα ροής για την παρασκευή αναδευμένου γιαουρτιού.

Στο επόμενο στάδιο, μπορεί να γίνει προαιρετικός εμπλουτισμός με ζάχαρη, σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος και άλλων συστατικών, συμπεριλαμβανομένων χρωστικών, αρωματικών ουσιών και αποδεκτών συντηρητικών. Εν συνεχεία, το γιαούρτι υποβάλλεται σε επεξεργασία υπερ-παστερίωσης (80-95°C) για περίπου 8-9 λεπτά. Ψύχεται σε θερμοκρασία περίπου 42°C και εμβολιάζεται με τους επιθυμητούς μικροοργανισμούς. Η επώαση γίνεται σε δεξαμενές και ακολουθεί ανάδευση και προαιρετική προσθήκη φρούτων.

Το γιαούρτι τελικώς αντλείται από τις δεξαμενές, μεταφέρεται σε περιέκτες και αποθηκεύεται ψυχόμενο στους 5°C. Στην Εικόνα 3.4 παρουσιάζονται τρεις τύποι ελληνικού γιαουρτιού.



Εικόνα 3.7 Α) Παραδοσιακό γιαούρτι, Β) Στραγγιστό Γ) γιαούρτι με ανάδευση(stirred)

Η διατροφική αξία του ελληνικού γιαουρτιού σύμφωνα με την υπηρεσία USDA (U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE) παρουσιάζεται στον ακόλουθο Πίνακα 3.3. Το USDA υπολογίζει τις τιμές ανά 100 γραμμάρια ανά μερίδα.

Πίνακας 3.3 Ελληνικό γιαούρτι (USDA, Agricultural Research Service)

Ενέργεια	80 kcal
Πρωτεΐνη	8,67 g
Ολικό λίπιδιο (λίπος)	0 g
Υδατάνθρακες	11,33 g
Ίνες, συνολικές διαιτητικές ίνες	0 g
Ασβέστιο, Ca	100 mg
Σίδηρος, Fe	0,24 mg
Νάτριο, Na	40 mg
Βιταμίνη C, ολικό ασκορβικό οξύ	14 mg
Βιταμίνη A	67 IU
Λιπαρά οξέα, ολικά κορεσμένα	0
Λιπαρά οξέα, συνολικά trans	0 g
Χοληστερόλη	0 mg

3.7 Τύποι Τουρκικού γιαουρτιού

3.7.1 Γιαούρτι Silivri

Το γιαούρτι Silivri παρασκευάστηκε αρχικά από πρόβειο γάλα, αλλά με την πάροδο του χρόνου λόγω μείωσης της παραγωγής πρόβειου γάλακτος αντικαταστάθηκε εν μέρει από γάλα βούβαλου. Το επιλεγμένο γάλα για την παραγωγή γιαουρτιού υποβάλλεται σε θερμική επεξεργασία κοντά στο σημείο ζέσεως με συνεχή ανάδευση με ένα ξύλινο κουτάλι. Έτσι, αποφεύγεται η καμένη γεύση και αυξάνονται τα ολικά στερεά του γάλακτος. Πριν από τον εμβολιασμό της καλλιέργειας, το γάλα διασκορπίζεται από ύψος περίπου 1 m στα δοχεία (χωρητικότητας 5-10 kg γιαουρτιού) για να σχηματίσει αφρούς στην επιφάνεια. Το γιαούρτι Silivri έχει ένα παχύ στρώμα κρέμας (καγιάκ στα τουρκικά) και σχηματίζεται σκληρή σύσταση με βαθμιαία θέρμανση του γάλακτος πριν τον εμβολιασμό σε μεταλλικά δοχεία. Η θέρμανση επιτυγχάνεται με κάρβουνα και στη συνέχεια το γάλα αφήνεται προς ψύξη. Στη συνέχεια, το γάλα εμβολιάζεται με ένεση αραιωμένου γιαουρτιού για να μη διασπαστεί το στρώμα της κρέμας. Μετά το σχηματισμό του πήγματος, αποθηκεύεται σε ψύξη και διατίθεται στην αγορά. Η παραδοσιακή μέθοδος γιαουρτιού Silivri συνεχίστηκε για χρόνια (από το 1870) στην Τουρκία. Ωστόσο, η παραδοσιακή αυτή παραγωγή έχει λόγω των δυσκολιών εύρεσης του πρόβειου γάλακτος (Yoney, 1967· Yaygin, 1999). Ο Yaygin ανέφερε ότι η χημική σύσταση του γιαουρτιού Silivri ήταν: ξηρή ύλη 13,8-19,5%, λίπος 2,5-7,7%, ενώσεις αζώτου 4,5-8,5%, λακτόζη 2,4-4,7%, τέφρα 0,8-1,2% και οξύτητα 45,5-122,0 SH. Οι βαθμοί SH (Soxhlet-Henckel) χρησιμοποιούνται όταν εξουδετερώνεται η οξύτητα 100 mL γάλακτος με διάλυμα NaOH N/4. 1 βαθμός SH ισοδυναμεί με 0,0225% σε γαλακτικό οξύ.

3.7.2 Αλατισμένο γιαούρτι

Το αλατισμένο γιαούρτι ή το χειμερινό γιαούρτι (ή Labneh στα Αραβικά) είναι παραδοσιακό προϊόν ζύμωσης από αγνό γίδινο γάλα ή μείγμα αγελαδινού και γιδίνου γάλακτος στη Νότια Τουρκία, γύρω από την επαρχία Hatay. Παράγεται επίσης στη Συρία και τον Λίβανο που είναι οι πολιτιστικοί γείτονες της Τουρκίας όσον αφορά ορισμένα τρόφιμα. Η μοναδική διαδικασία παραγωγής αλατισμένου γιαουρτιού είναι η συμπύκνωση και η συντήρηση του γιαουρτιού με θέρμανση και προσθήκη αλατιού, αντίστοιχα. Αυτές οι διαδικασίες παρατείνουν τη διάρκεια ζωής του έως ένα χρόνο. Για να αποφευχθεί η επιφανειακή ανάπτυξη μυκήτων, το αλατισμένο γιαούρτι αποθηκεύεται σε βάζο κάτω από ελαιόλαδο.

Για την παραγωγή του, χρησιμοποιείται γάλα αγελάδας, αιγός ή προβατίνας, αλλά, μπορεί να επιτευχθεί περισσότερο λευκό χρώμα και ομαλή συνοχή όταν παράγεται χρησιμοποιώντας γίδινο γάλα (Say και Sahan, 2002· Sahan και Say, 2004). Ο Guler και Park (2009) που χρησιμοποίησαν γίδινο γάλα για την παραγωγή αλατισμένου γιαουρτιού ανέφεραν ότι η μέση εκατοστιαία χημική σύσταση του γίδινου γάλακτος, του κανονικού γιαουρτιού και του αλατισμένου γιαουρτιού ήταν (%): ολική ξηρή ύλη 12,2, 12,0 και 31,9· ολικό λίπος 4,40, 4,20 και 10,20· τέφρα 0,58, 0,60 και 2,26· pH 6,53, 3,67 και 3,77, αντιστοίχως. Λόγω της διαδικασίας παρασκευής του, η συνολική περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία του αλατισμένου γιαουρτιού είναι περίπου 3 φορές υψηλότερη από εκείνη του κανονικού γιαουρτιού.

3.8 Γιαούρτι Αιγύπτου από γάλα βούβαλου

Στην Αίγυπτο, οι μικροί παραγωγοί παράγουν γιαούρτι με το όνομα ζαμπάτι. Το γάλα βούβαλου βράζεται για 30 min, ψύχεται στους 40–42°C και εμβολιάζεται με καλλιέργεια εκκίνησης (δηλ. γιαούρτι της προηγούμενης ημέρας). Επιδιπλώνεται στο δοχείο που θα πωληθεί. Αντίθετα, η βιομηχανική διαδικασία είναι παρόμοια με την παραγωγή γιαουρτιού, δεδομένου ότι η περιεκτικότητα σε λίπος τυποποιείται σε περίπου 3 g ανά 100 g, το γάλα στη συνέχεια θερμαίνεται (π.χ. 85–90°C για 5–10 min) και τέλος ζυμώνεται στο δοχείο πώλησης· η προσθήκη βελτιωτικών γεύσης είναι προαιρετική (Shalaby et al., 1992· Mahran, 1996· Iniguez et al., 1997· Garg, 1988· Pandaya et al., 2004· Naidenova and Dimitrov, 2005). Είναι ενδιαφέρον να επισημανθεί ότι δεν χρησιμοποιείται η ομογενοποίηση κατά την παρασκευή αυτού του γιαουρτιού, ίσως επειδή το γάλα περιέχει 4,3 g πρωτεΐνη ανά 100 g και λίπος 8,6 g (Spranghero και Susmel, 1996), τα οποία είναι κατάλληλα για την παραγωγή του παραδοσιακού γιαουρτιού (set-type) με κρεμώδη στρώση.

Όπως και με το αγελαδινό γάλα, χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές μέθοδοι τυποποίησης ή/και τυποποίησης λίπους για το γιαούρτι γάλακτος βούβαλου. Η χρήση σκόνης γάλακτος βούβαλου για την ενίσχυση του γάλακτος δεν είναι ευρέως διαδεδομένη.

Διάφορα πρόσθετα όπως πρωτεΐνες ορού γάλακτος (Ahmed and Ismail, 1978a, b), πρωτεΐνη αραχίδας (Venkateshaiah et al., 1982), απολιπανθέν αλεύρι σόγιας (El-Deeb and Hassan, 1987· Magdoub et al., 1992), κόκκοι σιταριού (Hamzawi και Kamaly, 1992), σκόνη αποβουτυρωμένου γάλακτος (SMP) αγελάδας (El-Shibiny et al., 1977) και σκόνη πλήρους λίπους αγελαδινού γάλακτος (del Sol et al., 2002) έχουν χρησιμοποιηθεί για την ενίσχυση του γάλακτος βούβαλου για την παραγωγή ενός αποδεκτού γιαουρτιού. Η υπερδιήθηση

(UF) είναι κάπως περιορισμένη για τη βιομηχανική παραγωγή γιαουρτιού γάλακτος βούβαλου.

3.9 Ομοιότητες και διαφορές στη παρασκευή του γιαουρτιού

Τα γάλατα που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή γιαουρτιού στις χώρες της Μεσογείου είναι από πρόβειο, γίδινο, αγελαδινό και βουβαλίσιο. Τα γάλατα επεξεργάζονται με παρόμοιο τρόπο σε αυτές τις χώρες. Τα καζεϊνικά κλάσματα διαφέρουν βασικά επειδή υπάρχουν πολυάριθμες φυλές αιγοπροβάτων σε σύγκριση με τις λίγες μόνο φυλές αγελάδων. Σύμφωνα με άρθρα ανασκόπησης οι ποσότητες των καζεϊνικών συστατικών στα γάλατα αυτά είναι κατά φθίνουσα σειρά:

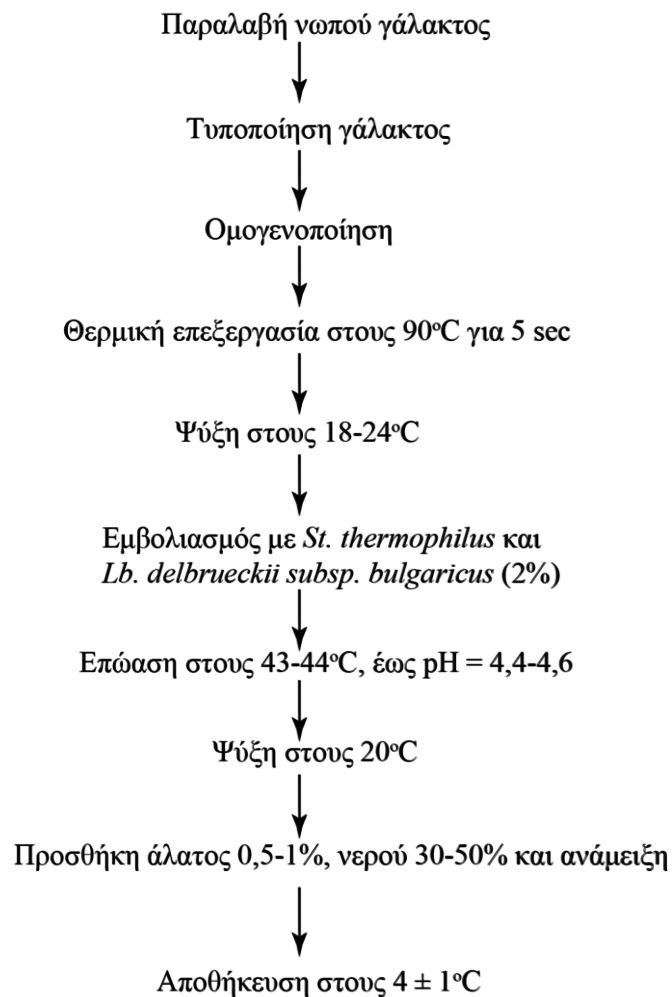
- Δευτερεύουσες καζεΐνες: αγελαδινού > προβάτου > βουβαλίσιο > γίδινο.
- κ-καζεΐνη: βουβαλίσιο > γίδινο > αγελαδινού > πρόβειο
- β-καζεΐνη: γίδινο > πρόβειο > αγελαδινού > βουβαλίσιο
- αs-καζεΐνη: πρόβειο > βουβαλίσιο > αγελαδινού > γίδινο

Η διαδικασία παραγωγής αλατισμένου γιαουρτιού είναι η συμπύκνωση και η συντήρησή του με θέρμανση και προσθήκη άλατος, αντίστοιχα. Αυτή η διαδικασία παρατείνει τη διάρκεια ζωής του έως ένα χρόνο. Για να αποφευχθεί η ανάπτυξη μυκήτων στην επιφάνειά του, το αλατισμένο γιαούρτι αποθηκεύεται σε ένα βάζο κάτω από ελαιόλαδο. Λόγω της διαδικασίας παρασκευής του, η συνολική περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία του αλατισμένου γιαουρτιού είναι περίπου 3 φορές υψηλότερη από εκείνη του κανονικού γιαουρτιού. Η διαφορά του γιαουρτιού Silivri από τα άλλα γιαούρτια είναι ότι στην παραδοσιακή μέθοδο γινόταν η θέρμανση στα κάρβουνα. Στο γιαούρτι της Αιγύπτου ο εμβολιασμός και η επώαση του γιαουρτιού γίνεται στον περιέκτη της πώλησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Αριάνι

Στην Τουρκία, το Αριάνι είναι ένα δημοφιλές ρόφημα με βάση το γιαούρτι το οποίο καταναλώνεται κυρίως κατά τους θερινούς μήνες (Kiani et al., 2008) ενώ αντίστοιχα ροφήματα υπάρχουν σε πολλές χώρες όπως στην Κύπρο, στην Ελλάδα, αλλά με διαφορετική ονομασία. Το Αριάνι παράγεται συνήθως από αγελαδινό γάλα, καθώς επίσης από γίδινο ή πρόβειο ή μείγμα τους εδώ και εκατοντάδες χρόνια σε σπίτια της Ανατολίας. Παραδοσιακά, προστίθεται νερό 30-50% και αλάτι μέχρι 1% στο γιαούρτι. Το τυρόπηγμα στη συνέχεια αραιώνεται με την προσθήκη αλμυρού νερού. Το τελικό προϊόν έχει τιμή pH 4,2-4,3 (Koksoy και Kiliç, 2003). Ακολουθεί το διάγραμμα ροής για την παραγωγή του αριάνι στην Εικόνα 5.1.



Εικόνα 4.1 Παρασκευή Αϊράνι.

Η σύνθεση του ποικίλλει και εξαρτάται από τον τύπο του γάλακτος που χρησιμοποιείται, την αποτελεσματικότητα της απομάκρυνσης του λίπους και τον ρυθμό αραίωσης. Η τυπική μέση σύσταση του έχει ως εξής: 94% νερό, 5% συνολικά στερεά, 1,2% λίπος, 1,7% πρωτεΐνη, 0,7% αλάτι και 1% τέφρα (Yaygin, 1999). Το Αριάνι διαφέρει από τα άλλα ζυμωμένα ροφήματα γάλακτος, καθώς είναι ένα ρόφημα γιαουρτιού που περιέχει αλάτι χωρίς πρόσθετα αρωματικά φρούτων (Koksoy και Kiliç, 2004). Το προϊόν μπορεί να αποθηκευτεί σε θερμοκρασία ψύξης έως και 15 ημέρες στους 4°C με αποδεκτές αισθητηριακές ιδιότητες. Όπως και άλλα όξινα ροφήματα γάλακτος, το Αριάνι είναι ασταθούς υφής κατά την αποθήκευση λόγω του χαμηλού pH. Τα ελαττώματα του για την υφή του που έχουν αναφερθεί είναι χαμηλό ιξώδες και διαχωρισμός του ορού έως 30% που εμφανίζεται στη συσκευασία και επηρεάζει αρνητικά τον καταναλωτή. Για να αποφευχθεί ο διαχωρισμός του ορού γάλακτος γίνεται προσθήκη υδροκolloειδών όπως η πηκτίνη, το κόμμι γκουάρ και η ζελατίνη (Koksoy and Kiliç, 2004).

Από μελέτη αποδείχθηκε ότι η προσθήκη μεθοξυλικής πηκτίνης ασκεί αλληλεπίδραση στα μόρια της καζεΐνης μέσω των ιόντων ασβεστίου και αποτρέπεται η συσσωμάτωσή τους, η καθίζηση και συνεπώς ο διαχωρισμός του ορού με ιοντική και στερεοχημική σταθεροποίηση σε όξινα ροφήματα (Atamer et al., 1999· Lucey, et al., 1999). Η πηκτίνη βρέθηκε αποτελεσματική στην παραγωγή Αριάνι διάρκειας ζωής 60 ημερών στους 4–8°C για την πρόληψη της συσσώρευσης πρωτεϊνών και του διαχωρισμού του ορού που προκαλείται από τη διεργασία της παστερίωσης (Atamer et al., 1999). Η προσθήκη του κόμμι γκουάρ αποσκοπεί στο να παράσχει το απαραίτητο ιξώδες στο Αριάνι ώστε να αποτραπεί ο διαχωρισμός του ορού στο ρόφημα. Ωστόσο, το κόμμι γκουάρ παρείχε μια λιπαρή αίσθηση στο στόμα άρα ήταν ακατάλληλος σταθεροποιητής, ενώ μπορεί να είναι κατάλληλο για ροφήματα υψηλού ποσοστού λιπαρών. Η προσθήκη ζελατίνης 0,25% στο Αριάνι δεν παρεμπόδισε τον διαχωρισμό του ορού αλλά ήταν αποτελεσματική σε συγκέντρωση 0,50%. Τόσο η υψηλή μεθοξυλική πηκτίνη όσο και η ζελατίνη επηρέασαν τη γεύση και το άρωμα του ροφήματος. Το κόμμι χαρουπιού σε επίπεδο 0,10% απέτρεψε τον διαχωρισμό του ορού και αύξησε το φαινόμενο ιξώδες χωρίς να επηρεάσει τη γεύση και την οσμή στο Αριάνι.

Στον Πίνακα 4.1 αναγράφονται τα στοιχεία τα στοιχεία της διατροφικής αξίας του Αριάνι.

Πίνακας 4.1. Διατροφική αξία του Αριάνι ανά 100 mL/ανά μερίδα.

Ενέργεια	50 Kcal
Πρωτεΐνη	2,08 g
Ολικό λίπος	2,5 g
Υδατάνθρακες,	4,57 g
Ίνες, συνολικές διαιτητικές ίνες	0 g
Ασβέστιο, Ca	62 mg
Σίδηρος, Fe	0 mg
Νάτριο, Na	312 mg
Βιταμίνη C, ολικό ασκορβικό οξύ	0 mg
Βιταμίνη A, IU	0 IU
Λιπαρά οξέα, ολικά κορεσμένα	1,67 g
Λιπαρά οξέα, συνολικά trans	0 g
Χοληστερόλη	12 mg

Πηγή: USDA (U.S. Department of agriculture)

Εικόνα 4.2. Αριάνι



4.2 Οφέλη του Αριάνι στην υγεία

Η ευεργετική επίδραση του Αριάνι οφείλεται κυρίως στην παρουσία των βακτηρίων του γαλακτικού οξέος. Η κατανάλωση του, μπορεί πιθανότατα, να βελτιώσει τη χλωρίδα του γαστρεντερικού σωλήνα, συμβάλλοντας στην καλύτερη λειτουργία του. Ταυτόχρονα, λόγω της ζύμωσης της λακτόζης, το ρόφημα αυτό είναι περισσότερο εύπεπτο και προτείνεται σε άτομα που έχουν δυσανεξία στη λακτόζη και δεν μπορούν να καταναλώσουν γαλακτοκομικά. Επιπλέον, τα προβιοτικά βακτήρια ενισχύουν το ανοσοποιητικό μας σύστημα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Τυριά Μεσογείου

5.1 Γενικά

Με τον γενικό όρο τυρί περιλαμβάνεται ομάδα ζυμωμένων τροφίμων με πρώτη ύλη το γάλα, που παράγονται παγκοσμίως και παρουσιάζουν ένα ευρύ φάσμα γεύσεων και μορφών. Αν και ο πρωταρχικός στόχος της τυροκομίας ήταν η διατήρηση των κύριων συστατικών του γάλακτος, το τυρί έχει εξελιχθεί σε τροφή υψηλής κουζίνας με γαστρονομικές ιδιότητες, καθώς και εξαιρετικά θρεπτικό. Οι Sandine και Elliker (1970) ανέφεραν την ύπαρξη περισσότερων από 1000 ποικιλίες τυριών. Έγιναν πολλές προσπάθειες ταξινόμησης των ποικιλιών σε ομάδες. Το πλέον σύνηθες κριτήριο για την ταξινόμηση είναι η υφή (πολύ σκληρό, σκληρό, ημίσκληρο, τυρί τυροπήγματος, μαλακό), η οποία σχετίζεται κυρίως με την περιεκτικότητα της υγρασίας του τυριού. Έχουν προταθεί βελτιώσεις αυτής της ταξινόμησης, για παράδειγμα, ως κριτήρια συμπεριλαμβάνονται τα είδη γάλακτος, η αναλογία υγρασίας προς πρωτεΐνη, η μέθοδος πήξης, η θερμοκρασία επεξεργασίας και η μικροβιακή χλωρίδα. Ωστόσο, κανένα σχήμα ταξινόμησης μέχρι σήμερα δεν ικανοποιεί πλήρως· η ενσωμάτωση των χημικών δεικτών ωρίμανσης θα ήταν χρήσιμη.

Η παραγωγή τυριών ήταν καθιερωμένη στους αρχαίους πολιτισμούς της Μέσης Ανατολής, της Αιγύπτου, της Ελλάδας και της Ρώμης. Είναι κοινή πεποίθηση ότι το τυρί εξελίχθηκε σε μια περιοχή γνωστή ως «γόνιμη ημισέληνο», η οποία ξεκινούσε από τους ποταμούς Τίγρη και Ευφράτη, διερχόταν από τη σημερινή νότια Τουρκία και έφτανε μέχρι την ακτή της Μεσογείου, πριν από περίπου 8.000 χρόνια. Η λεγόμενη «Αγροτική Επανάσταση» εμφανίστηκε σε αυτήν την περιοχή με την εξημέρωση φυτών και ζώων.

Υπάρχουν πολλές αναφορές στο τυρί και σε άλλα τρόφιμα στη Βίβλο (MacAlister, 1904). Το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα αποτελούσαν ένα σημαντικό μέρος της διατροφής των λαών της Μέσης Ανατολής κατά τους Βιβλικούς χρόνους. Πράγματι η Παλαιστίνη ήταν «μια χώρα που κυλά γάλα και μέλι» (Εξοδος, 3.8). Υπήρχαν κοπάδια ζώων στα οποία περιλαμβάνονταν γίδες κατά τη διάρκεια των Βιβλικών χρόνων για την παραγωγή γάλακτος (π.χ. *Παροιμίες* 27.27), πρόβατα (π.χ. *Δευτερονόμιο* 14.4), και πιθανώς καμήλες (*Γένεση* 32.15). Στην Παλαιά Διαθήκη το αγελαδινό γάλα ήταν σπάνιο, πιθανώς λόγω της ακαταλληλότητας του εδάφους των Αγίων Τόπων για βοσκότοπους αγελάδων. Το τυρί αντιπροσωπεύεται στην ταφική τέχνη της Αρχαίας Αιγύπτου (Εικόνα 5.1) και στην Ελληνική λογοτεχνία.



Εικόνα 5.1. Η τυροκομία σε ταφική τοιχογραφία της Αρχαίας Αιγύπτου.

Η φυτική πυτιά από σύκο αναφέρεται από τον Όμηρο (8ος αιώνας π.Χ.) στην Ιλιάδα, στη ραψωδία Ε΄ στους στίχους 902-904:

Πώς με την πρώτη το συκόγαλο το άσπρο το γάλα πήζει, κι ας είναι αριό, κι ως το ανακάτωσες θωρείς το ευτός πηγμένο όμοια γοργά κι αυτός τον γιάτρεψε τον αντρειωμένον Άρη. (Μετάφραση Καζαντζάκη-Κακριδή)

Επίσης, στη ραψωδία ι΄ της Οδύσσειας στους στίχους 243-249 ο Όμηρος αναφέρεται στον Κύκλωπα Πολύφημο ο οποίος αρμέγει γιδοπρόβατα και παράγει τυρί:

Τέτοιο λιθάρι θεόρατο σάν έβαλε τή θύρα, κάθισε, γίδες άρμεξε μαζί και προβατίνες, με τάξη, και τής καθεμιῆς σιμά έβαλε τ' άρνί της. Άπ' τ' άσπρο γάλα τὸ μισὸ κατόπι ξεχωρίζει, τὸ πήζει, και μες σὰ πλεχτὰ καλάθια τὸ μαζώνει. Τ' άλλο μισὸ τὸ φύλαξε μέσα στ' άγγειά, νὰ τὸ 'χη γιὰ δεῖπνο του σάν ήθελε, νὰ παίρνη και νὰ πίνη. (Μετάφραση Αργύρη Εφταλιώτη)

Ο ιστορικός Ηρόδοτος (484-408 π.Χ.) αναφέρεται στο «Σκύθιο» τυρί» και ο φιλόσοφος, Αριστοτέλης (384–322 π.Χ.), σημείωσε ότι το "Φρυγικό" τυρί παρασκευαζόταν από γάλα φοράδας και γαϊδούρας.

Το γάλα είναι μια πλούσια πηγή θρεπτικών ουσιών για τα βακτήρια, που τα περιέχει, ορισμένα είδη των οποίων χρησιμοποιούν τη λακτόζη του ως πηγή ενέργειας, παράγοντας γαλακτικό οξύ. Πριν από χιλιάδες χρόνια θα είχε συμβεί βακτηριακή ανάπτυξη στο γάλα κατά την αποθήκευση. Επιπλέον, στην ανάπτυξη της οξύτητας συνέβαλε και η προσπάθεια των ανθρώπων να παράγουν σταθερότερο προϊόν με αφαίρεση μέρους της υγρασίας αφήνοντας το γάλα στο θερμό και ξηρό περιβάλλον. Όταν είχε παραχθεί επαρκές οξύ από τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος (LAB), οι κύριες πρωτεΐνες του γάλακτος, οι καζεΐνες, έπηξαν στα ισοηλεκτρικά τους σημεία, σε pH 4,6, για να σχηματίσουν το τυρόπηγμα όπου το λίπος ήταν παγιδευμένο. Η ταχύτητα οξίνισης από τυχαία μικροβιακή χλωρίδα είναι

συνήθως αργή, επιτρέποντας στα μη ομογενοποιημένα λιποσφαίρια να σχηματίσουν μια στοιβάδα κρέμας.

Οι καζεΐνες «σχεδιάστηκαν» για να πήζουν με επακόλουθη περιορισμένη πρωτεόλυση στο στομάχι των νεογνών θηλαστικών, το γαστρικό pH του οποίου είναι περίπου 6, δηλαδή πολύ υψηλότερο από το ισοηλεκτρικό σημείο των καζεϊνών. Η ικανότητα του *Lactococcus lactis* για τη ζύμωση της λακτόζης, κωδικοποιείται από πλασμίδιο, γεγονός που υποδηλώνει ότι αυτό το χαρακτηριστικό αποκτήθηκε σχετικά πρόσφατα κατά την εξέλιξη αυτών των βακτηρίων. Οι φυσικοί βιότοποι των LAB είναι τα φυτά, τα φυτικά προϊόντα ή/και το έντερο, από το οποίο πιθανώς αποικίζουν τις θηλές των γαλακτοφόρων ζώων. Είναι πιθανό ότι αυτά τα βακτήρια απέκτησαν μέσω της εξελικτικής πίεσης, την ικανότητα ζύμωσης της λακτόζης.

Η πηκτή του γιαουρτιού διαχωρίζεται σε τυρόπηγμα και ορό όταν καταστρέφεται η οξινισμένη πηκτή γάλακτος είτε με τυχαία κίνηση του δοχείου αποθήκευσης ή σκόπιμα με σπάσιμο ή κοπή. Διαπιστώθηκε σύντομα ότι ο ορός γάλακτος είναι ένα ευχάριστο, δροσιστικό ρόφημα για άμεση κατανάλωση, ενώ το τυρόπηγμα μπορεί να καταναλωθεί φρέσκο ή να αποθηκευτεί για μελλοντική χρήση. Στην πραγματικότητα, ο ορός γάλακτος θεωρήθηκε από αιώνες ότι έχει ιατρικά οφέλη (Hoffmann, 1761). Έγινε αντιληπτό ότι η διάρκεια ζωής του τυροπήγατος μπορεί να παραταθεί με αφυδάτωση ή/και με προσθήκη άλατος· οι ποικιλίες τυριού με μεγάλη περιεκτικότητα σε άλας εξακολουθούν να είναι ευρέως διαδεδομένες σε ολόκληρη τη Μέση Ανατολή και μικρές ποσότητες ορισμένων αφυδατωμένων τυριών παράγονται στη Βόρεια Αφρική και τη Μέση Ανατολή, για παράδειγμα, Tikammart και Aoules (Αλγερία) και Madraffarah (Συρία) (Phelan et al., 1993).

Μία από τις κύριες οικογένειες του τυριού, είναι τα όξινα τυριά, σύγχρονα μέλη των οποίων περιλαμβάνουν το τυρί cottage, το τυρί κρέμας. Ενώ το γαλακτικό οξύ, που παράγεται *in situ*, θεωρήθηκε ότι ήταν το αρχικό μέσο πήξης του γάλακτος, αναγνωρίστηκε επίσης από νωρίς ένας εναλλακτικός μηχανισμός. Σύμφωνα προς αυτόν, πολλά πρωτεολυτικά ένζυμα μπορούν να τροποποιήσουν το σύστημα καζεΐνης του γάλακτος, προκαλώντας σε αυτό πήξη υπό ορισμένες συνθήκες. Ένζυμα ικανά να προκαλέσουν αυτόν τον μετασχηματισμό είναι ευρέως διαδεδομένα στη φύση, για παράδειγμα, στα βακτήρια, στις ζύμες καθώς και στους φυτικούς και ζωικούς ιστούς. Άλλη πηγή τέτοιων ενζύμων ευρίσκεται στα στομάχια των ζώων όπως σε εκείνα των νεαρών θηλαστικών όπου μετά τον θάνατό τους περιείχαν τυρόπηγμα, ειδικά αν είχαν θηλάσει λίγο πριν από τη σφαγή. Πριν από την ανάπτυξη της κεραμικής (5000 π.Χ.), ήταν συνηθισμένη η αποθήκευση του γάλακτος σε δερμάτινους σάκκους από ζώα (όπως εξακολουθεί να ισχύει ακόμα σε πολλές

χώρες). Έτσι, τα στομάχια των σφαιγιασμένων ζώων χρησιμοποιήθηκαν ως έτοιμα δοχεία, οπότε κάτω από τέτοιες συνθήκες, το γάλα εκχύλιζε τα ένζυμα (χυμοσίνη και κάποια πεψίνη) από τον στομαχικό ιστό με αποτέλεσμα να πήζει κατά την αποθήκευση. Οι ιδιότητες των τυροπηγμάτων της πυτιάς είναι πολύ διαφορετικές από αυτές που παράγονται από την ισοηλεκτρική (όξινη) καταβύθιση. Για παράδειγμα, έχουν καλύτερες ιδιότητες συναίρεσης που καθιστούν δυνατή την παραγωγή τυροπήγατος χαμηλής υγρασίας χωρίς σκλήρυνση. Ως εκ τούτου, τα τυροπήγματα με πυτιά μπορούν να μετατραπούν σε ένα σταθερότερο προϊόν από τα όξινα τυροπήγματα. Σήμερα, για την παρασκευή των τυριών έχει κυριαρχήσει η πυτιά, που αξιοποιείται για το 75% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής.

Παρόλο που οι πυτιές των ζώων χρησιμοποιήθηκαν από την αρχαιότητα, δοκιμάστηκαν επίσης πυτιές από μια σειρά φυτών, όπως το σύκο και το γαϊδουράγκαθο. Ωστόσο, οι πυτιές των φυτών δεν είναι κατάλληλες για την παρασκευή ποικιλιών τυριού μακράς ωρίμανσης και οι γαστρικές πρωτεΐνάσες από νεαρά ζώα έγιναν οι πρότυπες πυτιές έως ότου η έλλειψή τους κατέστησε απαραίτητη την εισαγωγή «υποκατάστατων πυτιών.»

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την ικανότητα μετατροπής των κύριων συστατικών του γάλακτος σε τυρί, είναι προφανή από την άποψη της σταθερότητας αποθήκευσης, της ευκολίας μεταφοράς και πιθανώς, ως μέσο διαφοροποίησης του ανθρώπου στην διατροφή του.

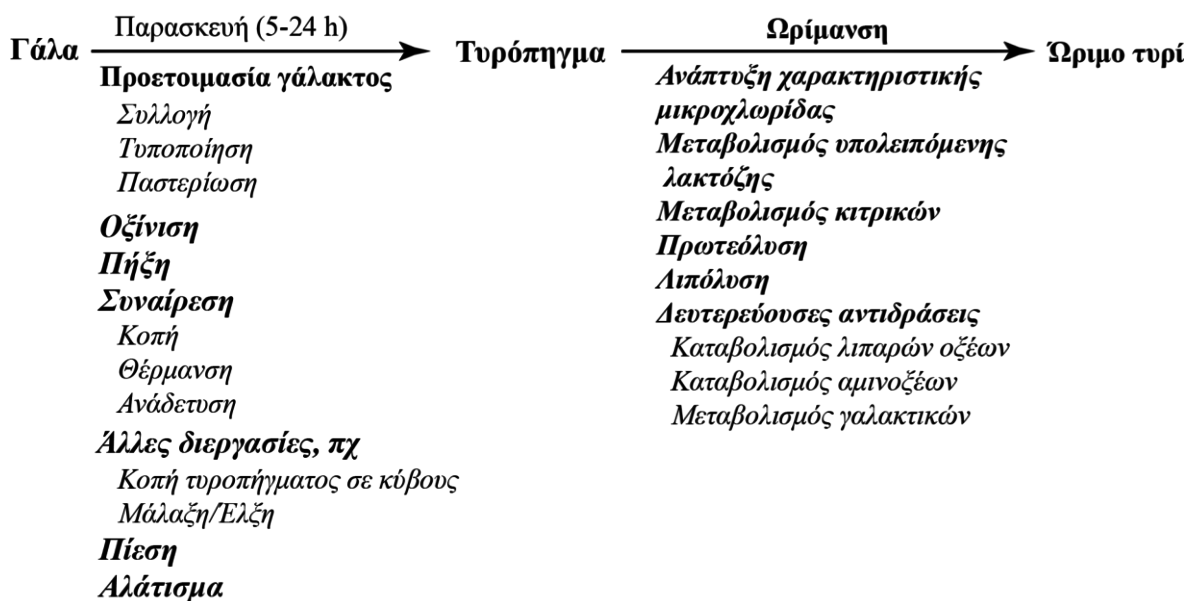
5.2 Τεχνολογία τυριών

Τα τυριά είναι βιολογικά και βιοχημικά δυναμικά προϊόντα με συνέπεια να έχουν εγγενή αστάθεια ενώ πολλά γαλακτοκομικά προϊόντα εφ' όσον παρασκευάζονται και αποθηκεύονται ορθά, εμφανίζουν σε μεγάλο βαθμό βιολογική, βιοχημική, χημική και φυσική σταθερότητα. Καθ' όλη την παρασκευή και ωρίμανση, η παραγωγή τυριού αντιπροσωπεύει μια εξαιρετικά ενορχηστρωμένη σειρά διαδοχικών και ταυτόχρονα βιοχημικών γεγονότων τα οποία, εάν είναι συγχρονισμένα και ισορροπημένα, οδηγούν σε προϊόντα υψηλού βαθμού οργανοληπτικών χαρακτηριστικών. Εάν όμως διαταραχθούν αυτές οι ισορροπίες, προκύπτουν δυσάρεστες γεύσεις και οσμές. Παρόλο που σε γενικές γραμμές το πρωτόκολλο παρασκευής είναι κοινό στις περισσότερες ποικιλίες τυριών, είναι εκπληκτικό που μπορεί να παραχθεί μια τόσο μεγάλη γκάμα προϊόντων. Μια άλλη σημαντική πτυχή του τυριού είναι η συμμετοχή πολλών εμπλεκόμενων επιστημονικών κλάδων στους οποίους περιλαμβάνονται η χημεία, η βιοχημεία των συστατικών του γάλακτος, η κλασμάτωση και ο χημικός χαρακτηρισμός των συστατικών των τυριών, η μικροβιολογία, η ενζυμολογία, η μοριακή γενετική, η χημεία της γεύσης, η διατροφή, η

τοξικολογία, η ρεολογία και η χημική μηχανική (Fox et al., 2000, 2015· Tamine, 2006· Law και Tamine, 2010).

5.2.1 Γενική περιγραφή παρασκευής τυριών

Η παραγωγή ποικιλιών τυριού με τυτιά υποδιαιρείται σε δύο ξεχωριστές φάσεις, την παρασκευή και την ωρίμανση που περιλαμβάνουν έναν αριθμό διεργασιών όπως φαίνεται στο κατωτέρω Εικόνα 5.2.



Εικόνα 5.2 Γενικό διάγραμμα παρασκευής τυριού.

Η φάση παρασκευής περιλαμβάνει διεργασίες που εκτελούνται κατά τη διάρκεια των πρώτων 24 ωρών, αν και μερικές από αυτές, για παράδειγμα, η αλάτιση και η αφυδάτωση, μπορεί να συνεχιστούν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Το πρωτόκολλο παρασκευής για μεμονωμένες ποικιλίες τυριού διαφέρει στις λεπτομέρειες, αλλά τα βασικά βήματα είναι κοινά στις περισσότερες ποικιλίες. Αυτά είναι: η οξίνιση, η πήξη, η αφυδάτωση (κοπή του πήγματος, η θέρμανση, η ανάδευση, η συμπίεση, η αλάτιση και άλλες διεργασίες που προωθούν τη συναίρεση του πήγματος), ο διαχωρισμός του τυροπήγματος από τον ορό γάλακτος, η σχηματοποίηση (χύτευση και συμπίεση) και η αλάτιση.

Η παρασκευή τυριών είναι ουσιαστικά μια διαδικασία αφυδάτωσης όπου το λίπος και η καζεΐνη του γάλακτος συμπυκνώνονται 6-12 φορές, ανάλογα με την ποικιλία. Ο βαθμός αφυδάτωσης ρυθμίζεται από την έκταση και τον συνδυασμό των προηγούμενων πέντε διεργασιών της Εικόνας 5.2, πέρα από τη χημική σύνθεση του γάλακτος. Με τη σειρά τους, τα επίπεδα υγρασίας και άλατος, το pH και η μικροβιακή χλωρίδα του τυριού ρυθμίζουν και ελέγχουν τις βιοχημικές μεταβολές κατά την ωρίμανση και ως εκ τούτου

προσδιορίζουν τη γεύση, το άρωμα, την υφή και τη λειτουργικότητα του τελικού προϊόντος. Έτσι, η φύση και η ποιότητα του ώριμου τυριού καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τα στάδια της παρασκευής. Ωστόσο, κατά τη φάση της ωρίμανσης αναπτύσσονται το χαρακτηριστικό άρωμα, η γεύση και η υφή των επιμέρους ποικιλιών τυριών.

5.2.2 Επιλογή και επεξεργασία του γάλακτος για την παρασκευή τυριού

Η παρασκευή τυριών ξεκινά με την επιλογή του γάλακτος υψηλής μικροβιολογικής και χημικής ποιότητας. Μερικοί από τους μικροοργανισμούς, ειδικά τα LAB, έχουν ευεργετική δράση. Οι επιλεγμένες καλλιέργειες LAB χρησιμοποιούνται για την οξίνιση στις περισσότερες περιπτώσεις. Στην τυροκόμηση μεγάλης κλίμακας, είναι προτιμότερο να θανατώνονται με παστερίωση τα βακτήρια γαλακτικού οξέος που δεν συμμετέχουν στην εναρκτήρια καλλιέργεια (Nonstarter LAB, NSLAB) αν και αυτό δεν είναι ο πρωταρχικός στόχος της παστερίωσης. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο εμβολιασμός του παστεριωμένου γάλακτος με καλλιέργεια πέραν της βασικής χλωρίδας των οξυγαλακτικών βακτηρίων διότι έτσι βελτιώνονται οι επιθυμητές οργανοληπτικές και θρεπτικές ιδιότητες των γαλακτοκομικών προϊόντων. Μερικά παραδείγματα επιπρόσθετων καλλιεργειών είναι τα ακόλουθα:

- Τα ετεροζυμωτικά βακτήρια του γένους *Leuconostoc* και ο *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar. diacetylactis* (βούτυρο, άπαχα τυριά).
- Το βακτήριο *Propionibacterium shermanii* που δημιουργεί τις επιθυμητές οπές στα τυριά τύπου γραβιέρας και συνθέτει τη βιταμίνη B₁₂.
- Ο μύκητας *Penicillium roqueforti* στην μάζα των τυριών Roquefort, Stilton, Gorgonzola.
- Το βακτήριο *Brevibacterium linens* στην επιφάνεια ορισμένων μαλακών τυριών (π.χ. Brie, Limburger, Brick, Munster, Saint Paulin, κ.ά.)

Ορισμένα είδη της τυχαίας μικροβιακής χλωρίδας του γάλακτος είναι ανεπιθύμητα. Τα πιο σημαντικά είναι τα παθογόνα, η θανάτωση των οποίων αποτελεί τον πρωταρχικό στόχο της παστερίωσης. Για παράδειγμα, μπορεί να περιέχονται αρκετοί αλλοιωγόνοι μικροοργανισμοί, κολοβακτηρίδια και ψυχρότροφοι (ειδικά εάν το γάλα αποθηκεύεται εν ψυχρώ για μεγάλο χρονικό διάστημα) και *Clostridium tyrobutyricum*. (Καμιναρίδης Σ.) Η ανάπτυξη αυτού του σπορογόνου μικροοργανισμού κατά την ωρίμανση των περισσότερων τυριών έχει ως αποτελέσματα ένα ελάττωμα γνωστό ως όψιμη αέρια διόγκωση που προκαλείται από τον αναερόβιο μεταβολισμό του γαλακτικού οξέος σε βουτυρικό οξύ, CO₂ και H₂. Η αποφυγή της μόλυνσης με *C. tyrobutyricum* ελαχιστοποιείται από την καλή

υγιεινή στο αγρόκτημα κατά την οποία γίνεται απομάκρυνσή του με βακτηριοφυγοκέντρηση ή μικροδιήθηση του γάλακτος. Αναστολή της ανάπτυξης επιτυγχάνεται επίσης με προσθήκη NaNO_3 η λυσοζύμης (Εικόνα 5.3).



Εικόνα 5.3 Προσβολή σκληρού τυριού από *C. Tyrobutyricum*. Παρατηρούνται ακανόνιστοι αεροθύλακοι με σπογγώδη υφή. (Garde Lopez-Brea et al., 2018).

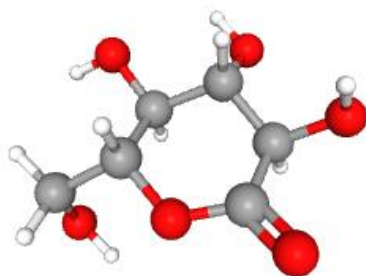
Το γάλα που προορίζεται για την παρασκευή τυριού πρέπει να είναι ελεύθερο αντιβιοτικών διότι αναστέλλουν μερικώς ή πλήρως, τις καλλιέργειες εκκίνησης. Όλες οι πτυχές της παραγωγής του τυροπήγματος (η πήξη με πυτιά, η σταθερότητα του πήγματος, η συναίρεση) επηρεάζονται από τη χημική σύσταση του γάλακτος, ιδίως από τη συγκέντρωση της καζεΐνης, του ασβεστίου και του pH (McSweeney και Fox, 2013)· (McSweeney και O'Mahony, 2016)· (Fox et al., 2015). Στη σύγχρονη εμπορική πρακτική, το γάλα που προορίζεται για παρασκευή τυριού ψύχεται στους 4°C αμέσως μετά το άρμεγμα.

Το γάλα περιέχει σημαντικά μεταλλικά ιόντα όπως Ca^{2+} . Η σημασία των τελευταίων έχει σπουδαίο ρόλο σε διάφορες πτυχές της παρασκευής και της ποιότητας των τυριών. Συνήθως, κατά την παστερίωση καταβυθίζεται μια ποσότητα Ca^{2+} οπότε είναι κοινή πρακτική να προστίθεται 0,02% w/v CaCl_2 . Η προσθήκη αυτή ενισχύει τη δραστηριότητα της πυτιάς μέσω της αυξημένης συγκεντρώσεως των ιόντων Ca^{2+} και της μείωσης της τιμής του pH. Το όφελος από την προσθήκη είναι ο μειωμένος χρόνος πήξης και η αύξηση της συνεκτικότητας του πήγματος (Fox et al., 2000).

5.2.3 Οξίνιση

Η οξίνιση είναι μια σημαντική διεργασία που εκτελείται σε όλες τις ποικιλίες τυριού κατά την παρασκευή τους. Η διάρκεια της οξίνισης είναι 24 ώρες και σε μερικές ποικιλίες ο χρόνος επεκτείνεται μέχρι τα αρχικά στάδια της ωρίμανσης. Η οξίνιση πραγματοποιείται με την *in situ* παραγωγή γαλακτικού οξέος αν και χρησιμοποιείται ευρέως ως ενισχυτής της οξύτητας η δ -λακτόνη του γλυκονικού οξέος (Εικόνα 5.4). Η χρήση της αποσκοπεί στην

περαιτέρω οξίνιση του τυροπήγματος ορισμένων τυριών όπως η μοτσαρέλα και το τυρί Cottage.



Εικόνα 5.4 Χωροπληρωτικό μοντέλο τριών διαστάσεων του μορίου της δ-λακτόνης του γλυκονικού οξέος. Οι κόκκινες σφαίρες είναι άτομα οξυγόνου, οι γκρι άτομα άνθρακα και οι λευκές άτομα υδρογόνου. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα άτομα του ετεροκυκλικού δακτυλίου δεν ευρίσκονται στο ίδιο επίπεδο.

Η προσθήκη επιλεγμένης καλλιέργειας LAB στο γάλα είναι διεθνής πρακτική, ειδικά για τις παραδοσιακές ποικιλίες τυριού, που στοχεύει στην αποτροπή της ανάπτυξης ανεπιθύμητων βακτηρίων και τον έλεγχο της ταχύτητας παραγωγής του οξέος από τα βακτήρια της αρχικής μικροβιακής χλωρίδας του γάλακτος. Κατ' αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ομοιόμορφη και προβλέψιμη ταχύτητα παραγωγής του οξέος. Η ταχύτητα και ο χρόνος σχηματισμού του οξέος είναι απαραίτητα στοιχεία για την παρασκευή τυριού καλής ποιότητας.

Το επίπεδο και η μέθοδος αλάτισης έχουν σημαντική επίδραση στις μεταβολές του pH στο τυρί. Συνήθως, συγκέντρωση 0,7 – 4% NaCl επί ξηρής βάσεως στο τυρί (ή 2-10% επί υγρής) είναι αρκετή για να σταματήσει την ανάπτυξη των εναρκτήριων βακτηρίων. Οι πλείστες ποικιλίες αλατίζονται μετά το καλούπωμα είτε με εμβάπτιση σε άλμη είτε με εφαρμογή στερεού ξηρού άλατος πάνω στην επιφάνεια του τυριού. Η διάχυση του άλατος στο τυρί είναι μια αργή διαδικασία. Ως εκ τούτου, για να έχει ανασταλτική αντιβακτηριακή δράση η συγκέντρωση του NaCl απαιτείται αρκετός χρόνος προτού φτάσει το pH του τυριού στην τιμή 5.

Είναι πλέον σχεδόν καθολική πρακτική στη βιομηχανική παραγωγή τυριού να προστίθεται μια καλλιέργεια εκκίνησης επιλεγμένων βακτηρίων (LAB) που παράγουν γαλακτικό οξύ σε νωπό ή παστεριωμένα γάλα για παρασκευή τυριού προκειμένου να επιτευχθεί ομοιόμορφη και προβλέψιμη ταχύτητα παραγωγής οξέος. Για ποικιλίες τυριών που θερμαίνονται σε μικρότερη θερμοκρασία από 40°C, χρησιμοποιείται συνήθως καλλιέργεια αποτελούμενη από *L. lactis* subsp *lactis* και/ή *L. lactis* subsp *cremoris*. Οι καλλιέργειες των *S. thermophilus* και *Lactobacillus* spp. (*L. Delbrueckii* subsp. *bulgaricus*,

L. delbrueckii subsp. *lactis* ή *L. helveticus*) ή μόνο καλλιέργεια *Lactobacillus* χρησιμοποιούνται για ποικιλίες που κατεργάζονται σε υψηλότερη θερμοκρασία, όπως οι Ιταλικές ποικιλίες σκληρών τυριών.

5.2.4 Πήξη του γάλακτος

Το βασικό χαρακτηριστικό στάδιο στην παρασκευή τυριών είναι η πήξη της καζεΐνης του πρωτεϊνικού συστήματος του γάλακτος για να σχηματίσει ένα πήγμα, το οποίο παγιδεύει το λίπος, αν υπάρχει. Η πήξη μπορεί να επιτευχθεί με:

- περιορισμένη πρωτεόλυση από επιλεγμένες πρωτεάσες·
- οξίνιση σε pH 4,6·
- οξίνιση σε pH περίπου 5,2 σε συνδυασμό με θέρμανση έως 90°C.

Οι περισσότερες ποικιλίες τυριών (περίπου πάνω από τα 2/3 της συνολικής παραγωγής) παράγονται με ενζυματική πήξη. Αυτή πραγματοποιείται με όξινες (ασπαρτυλο) πρωτεϊνάσες ζωικής ή μυκητιακής προέλευσης εκτός λίγων εξαιρέσεων στις οποίες χρησιμοποιούνται όξινες πρωτεϊνάσες από τα άνθη της αγριοαγκινάρας (*Cynara cardunculus*). Παραδοσιακά χρησιμοποιούσαν πυτιά από τα στομάχια νεαρών ζώων (μόσχου, αρνιών, βουβαλιών). Το κύριο ένζυμο της πυτιάς αυτού του είδους είναι η χυμοσίνη (συμμετέχει κατά 95% στη πήξη του γάλακτος), μαζί με λίγη πεψίνη· καθώς το ζώο ενηλικιώνεται η έκκριση της χυμοσίνης μειώνεται και η πεψίνη αυξάνεται. Η αυξημένη παραγωγή τυριών και η ταυτόχρονη μείωση της σφαγής των νεαρών μοσχαριών σε σχέση με το παρελθόν, οδήγησε στη στροφή υποκατάστατων πυτιών (πεψίνες βοοειδών ή χοίρων ή λιγότερο συχνά, πεψίνες κοτόπουλου, καθώς και όξινες πρωτεϊνάσες από το *Rhizomucor miehei*). Το γονίδιο χυμοσίνης του νεαρού μοσχαριού έχει κλωνοποιηθεί σε μικροοργανισμούς και χρησιμοποιείται ευρέως αυτό το ένζυμο. Έχουν δημοσιευθεί σημαντικές εργασίες για τα υποκατάστατα της πυτιάς (De Koning (1979)· Ernstrom και Wong (1974)· Fox και McSweeney (1997)· Green (1977), Nelson (1975)· Phelan (1985)· Sardinias (1972) και Sternberg (1976).

Η πλήρης εξήγηση της διαδικασίας της πήξης, η καταστροφή της προστατευτικής ικανότητας της κ-καζεΐνης και η απομόνωσή της αναφέρθηκαν από τους Waugh και von Hippel (1956). Επιπλέον, ο Wake (1959) απέδειξε ότι η κ-καζεΐνη είναι η μόνη πρωτεΐνη του γάλακτος που υδρολύεται από την πυτιά στην αρχική ενζυμική φάση. Ο μόνος πεπτιδικός δεσμός που διασπάστηκε ήταν εκείνος μεταξύ των αμινοξέων φαινυλαλανίνης

και μεθειονίνης στις θέσεις 105 και 106 της πρωτεϊνικής αλυσίδας (Delfour et al., 1965). Το αποτέλεσμα ήταν η αποκάλυψη του υδρόφιλου C-τελικού τμήματος της κ-καζεΐνης. Κατά το δεύτερο στάδιο της πήξης τα μη υδρολυθέντα μόρια καζεΐνης συνενώνονται σε μικκύλια και δημιουργείται το τριδιάστατο πλέγμα της πρωτεϊνικής πηκτής όπου εγκλωβίζεται νερό και τα λοιπά συστατικά του γάλακτος. Στο τελευταίο στάδιο συνεχίζεται η σταθεροποίηση της πηκτής. Εάν σταματήσει πρόωρα τότε παράγονται τυριά ημίσκληρα ή σκληρά ενώ η παρατεταμένη σταθεροποίηση οδηγεί σε παρασκευή μαλακών τυριών.

5.2.5 Διεργασίες μετά την πήξη του γάλακτος

Το τυρόπηγμα είναι αρκετά σταθερό σε ηρεμία, αλλά αν κοπεί ή σπάσει, συρρικνώνεται γρήγορα, αποβάλλοντας τον ορό γάλακτος. Η ταχύτητα και η έκταση της συναίρεσης επηρεάζονται, μεταξύ άλλων, από το πόσο μικρό κόβεται το τυρόπηγμα επειδή τα μικρά τεμάχια προωθούν τη συναίρεση. Το τυρόπηγμα για τυριά υψηλής υγρασίας δεν κόβεται αλλά τοποθετείται σε καλούπια. Επίσης, σημαντικό ρόλο για την συναίρεση έχει η σύσταση του γάλακτος, ειδικά οι συγκεντρώσεις Ca^{2+} και καζεΐνης μέχρι ενός ορισμένου σημείου· σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις καζεΐνης, το τυρόπηγμα είναι πολύ άκαμπτο και η συναίρεση δεν είναι αποτελεσματική. Άλλοι σημαντικοί παράγοντες είναι το pH, η θερμοκρασία θέρμανσης, η ταχύτητα ανάδευσης του τυροπήγματος – ορού γάλακτος και φυσικά ο χρόνος. Η σύσταση του τελικού τυριού σε πολύ μεγάλο βαθμό καθορίζεται από την έκταση της συναίρεσης.

Η θερμοκρασία στην οποία θερμαίνονται τα τυροπήγματα ποικίλλει από 30°C (δηλαδή χωρίς θέρμανση) για τυριά υψηλής υγρασίας έως 55°C για τυριά χαμηλής υγρασίας.

Μετά την θέρμανση, τα τυροπήγματα και ο ορός γάλακτος διαχωρίζονται με διάφορες τεχνικές. Τα τυροπήγματα των περισσότερων ποικιλιών μεταφέρονται σε καλούπια όπου αποστραγγίζονται περαιτέρω και ακολουθεί η οξίνιση. Τα τυροπήγματα που υπέστησαν συναίρεση πιέζονται στα καλούπια μερικές φορές με προγραμματισμένη αύξηση της πίεσης, με στόχο τη συγχώνευση των τυροπηγμάτων και καθιστώντας τα τυριά απαλλαγμένα από μηχανικά ανοίγματα και την περαιτέρω μείωση της υγρασίας.

Η τελευταία παρασκευαστική διεργασία είναι αλάτισμα που ενώ συμβάλλει στη συναίρεση (2 kg H₂O αποβάλλονται ανά kg NaCl) δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ως μέσο ελέγχου της υγρασίας του τυριού. Αν και το αλάτισμα είναι μια πολύ απλή διαδικασία, πολύ συχνά δεν εκτελείται σωστά, με αποτέλεσμα ανεπιθύμητες επιδράσεις στην ποιότητα τυριού.

5.2.6 Ωρίμανση

Η ωρίμανση των τυριών περιλαμβάνει ποιοτικές και ποσοτικές μεταβολές των ιδιοτήτων τους. Οι μεταβολές αυτές που συμβάλουν στη διαμόρφωση της δομής και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των τυριών είναι η γλυκόλυση, η λιπόλυση και η πρωτεόλυση (Anifantakis, 2004). Κάθε μια από αυτές τις διεργασίες έχει ξεχωριστή σημασία για κάθε ποικιλία τυριού (Settanni και Moschetti 2010) για να οδηγήσουν στην ανάπτυξη του αρώματος (Marilley και Casey 2004). Στην ωρίμανση ο απαιτούμενος χρόνος κυμαίνεται από 2 εβδομάδες (Mozzarella) έως 2 χρόνια (Parmigiano-Reggiano) με τη διάρκεια της ωρίμανσης να σχετίζεται αντιστρόφως με την υγρασία του τυριού, υπό ελεγχόμενη θερμοκρασία και υγρασία του χώρου ωρίμανσης. Στην Εικόνα 5.5 εμφανίζεται ένα σύστημα ξύλινων ραφιών για την ωρίμανση των τυριών.



Εικόνα 5.5. Σύστημα ξύλινων ραφιών για την ωρίμανση των τυριών.

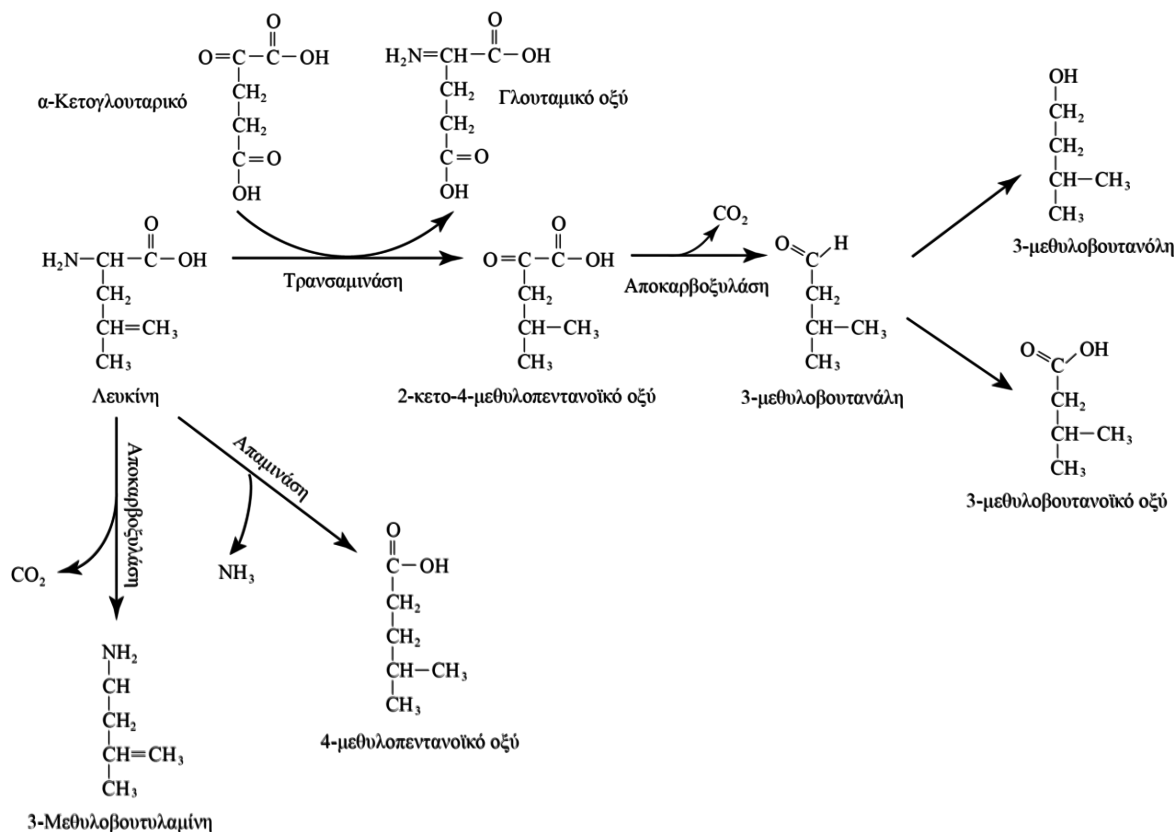
5.2.6.1 Πρωτεόλυση και καταβολισμός αμινοξέων

Η πρωτεόλυση είναι πολύ σημαντική για την υφή του τυριού επειδή υδρολύει τη μήτρα της παρακαζεΐνης δίνοντας στο τυρί τη δομή του και αυξάνοντας την ικανότητα σύνδεσης με το νερό του τυροπήγματος (δηλαδή σύνδεση προς τις νέες α-καρβοξυλομάδες και α-αμινομάδες που παράγονται κατά την διάσπαση των πεπτιδικών δεσμών). Η παρακαζεΐνη προκύπτει από την πρωτεολυτική δράση των πρωτεασών της πυτιάς επί των μικκυλίων της κ-καζεΐνης. Η τελευταία διασπάται σε ένα μακροπεπίδιο και στην παρακαζεΐνη. Η προοδευτική υδρόλυση της κ-καζεΐνης κατά το πρώτο στάδιο οδηγεί στη συσσωμάτωση των μικυλίων. Η πρωτεόλυση μπορεί έμμεσα να επηρεάσει την υφή του τυριού με την αύξηση του pH μέσω της παραγωγής αμμωνίας που προκύπτει από τον καταβολισμό των αμινοξέων.

Στις πρωτεολυτικές διεργασίες παίρνουν μέρος οι αs1- , αs2- , β- και κ- καζεΐνες. Στην ωρίμανση ενός τυριού εμπλέκονται τέσσερις κατηγορίες ενζύμων που λειτουργούν ως πρωτεολυτικοί παράγοντες. Τα περιλαμβανόμενα ένζυμα είναι: Ενδογενή ένζυμα του γάλακτος, ένζυμα της πυτιάς (χυμοσίνη), ένζυμα από τα βακτήρια της καλλιέργειας εκκίνησης και της συμπληρωματικής καλλιέργειας και τέλος ένζυμα από τη δευτερεύουσα μικροχλωρίδα (Fox, 1989). Η πρωτεόλυση επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως από:

- το είδος και την ποσότητα των ενζύμων
- τον αριθμό και το είδος των μικροβίων που αναπτύσσονται στο τυρί
- την υγρασία των τυριών
- το pH και το NaCl
- τη θερμοκρασία αποθήκευσης των τυριών
- την εκτίμιση του βαθμού πρωτεόλυσης στα τυριά.
- Τη συμβολή της πυτιάς και των μικροβιακών ενζύμων στη δομή, στη γεύση και στο άρωμα των τυριών.

Τα πεπτίδια μεσαίου και μικρού μεγέθους προσδίδουν σε πολλές ποικιλίες τυριού γεύση και οσμή ζωμού κρέατος. Τα μικρά υδρόφοβα πεπτίδια προκαλούν στο τυρί πικρή γεύση. Ωστόσο, τα απλά αμινοξέα, που είναι και αυτά προϊόντα της πρωτεόλυσης, συμμετέχουν έμμεσα στο άρωμα του τυριού διότι αποτελούν τις πρόδρομες ενώσεις μιας σειράς καταβολικών αντιδράσεων. Οι τελευταίες παρέχουν ενώσεις που αποδίδουν σημαντικές πτητικές ενώσεις αρώματος στο τυρί (Curtin και McSweeney, 2004). Επιπλέον, μερικά αμινοξέα συνεισφέρουν άμεσα στη γλυκιά γεύση (Gly, Ser, Thr, Ala, Pro), άλλα στην ξινή (His, Glu, Asp), ή την πικρή (Arg, Met, Val, Leu, Phe, Tyr, Ile, Trp). Ωστόσο, πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι η επιταχυνόμενη πρωτεόλυση δεν συνεπάγεται κατ' ανάγκη και επιταχυνόμενη ανάπτυξη του αρώματος. Αυτό σημαίνει ότι η παραγωγή των αμινοξέων δεν είναι το καθοριστικό στάδιο της ταχύτητας ανάπτυξης του αρώματος των τυριών. Ο κύριος ρόλος της πρωτεόλυσης στην παραγωγή αρωματικών ενώσεων είναι η απελευθέρωση των αμινοξέων ως πρόδρομων ενώσεων για μια σειρά πολύπλοκων καταβολικών αντιδράσεων που τελικά σχηματίζουν τις ενώσεις αρώματος (Curtin και McSweeney, 2004). Ο καταβολισμός των αμινοξέων ακολουθεί δύο κύριες οδούς: δράση τρανσαμινάσης και αντιδράσεις αποσπάσεως (Εικόνα 5.6).



Εικόνα 5.6. Η έναρξη του καταβολισμού της λευκίνης από τα ένζυμα τρασαμινάση, απαμινάση ή αποκαρβοξυλάση και πτητικές αρωματικές ενώσεις οι οποίες μπορούν να σχηματιστούν από αυτό το αμινοξύ. Παρόμοιες καταβολικές οδοί λειτουργούν με άλλες διακλαδισμένες πλευρικές αλυσίδες αλειφατικών αμινοξέων.

Οι τρασαμινάσες καταλύουν την μεταφορά της α-αμινομάδας από ένα αμινοξύ σε ένα α-κετο οξύ (συνήθως α-κετογλουταρικό οξύ) με την παραγωγή του αντίστοιχου αμινοξέος και ενός α-κετοξέος που αντιστοιχεί στο αμινοξύ του υποστρώματος. Η δεύτερη καταβολική πορεία αρχίζει με τις αντιδράσεις απόσπασης που σχηματίζουν ενώσεις του θείου. Τέτοιου είδους αντιδράσεις πραγματοποιούνται στην πλευρική αλυσίδα της μεθειονίνης. Ανάλογη σπουδαιότητα έχουν οι αποκαρβοξυλάσες οι οποίες αποσπών το καρβοξύλιο των αμινοξέων σχηματίζοντας αμίνες ορισμένου αριθμού των οποίων έχει φυσιολογική δράση. Οι αποκαρβοξυλάσες μπορούν επίσης να δράσουν σε α-κετο οξέα για να παραχθούν αλδεΐδες, οι οποίες με τη σειρά τους θα οξειδωθούν σε καρβοξυλικά οξέα ή θα αναχθούν σε πρωτοταγείς αλκοόλες. Η α-αμινομάδα των αμινοξέων απομακρύνεται με τη δράση των απαμινασών σχηματίζοντας ένα καρβοξυλικό οξύ και αμμωνία. Επιπλέον, οι πλευρικές αλυσίδες των αμινοξέων διασπώνται με τη δράση ποικίλων λυασών. Τα τελικά προϊόντα της πρωτεόλυσης είναι τα αμινοξέα, η συγκέντρωση των οποίων εξαρτάται από

την ποικιλία του τυριού. Η συγκέντρωση των αμινοξέων στο τυρί σε ένα δεδομένο στάδιο της ωρίμανσης είναι το τελικό αποτέλεσμα της απελευθέρωσης των αμινοξέων από τις καζεΐνες με πρωτεόλυση και ο καταβολισμός τους ή ο μετασχηματισμός τους σε άλλα αμινοξέα μέσω της μικροβιακής χλωρίδας του τυριού.

4.2.6.2 Λιπόλυση

Κατά την διάρκεια της ωρίμανσης των τυριών υδρολύεται το λίπος τους και απελευθερώνονται λιπαρά οξέα. Το άρωμα του ώριμου τυριού είναι αποτέλεσμα μιάς σειράς βιοχημικών αλλαγών που συμβαίνουν στο τυρόπηγμα κατά την διάρκεια της ωρίμανσης και προέρχονται από την αλληλεπίδραση των βακτηριακών καλλιέργειών εκκίνησης, των ενζύμων του γάλακτος από την πυτιά και τις λιπάσες και την δευτερεύουσα χλωρίδα. Η ενζυματική υδρόλυση των τριγλυκεριδίων προς λιπαρά οξέα και γλυκερόλη, μονογλυκερίδια ή διγλυκερίδια (λιπόλυση) είναι βασική για την ανάπτυξη του αρώματος σε πολλές ποικιλίες τυριών (Collins et al., 2003).

Το ποσοστό λιπόλυσης μετρούμενο ως προς τα παραγόμενα ελεύθερα λιπαρά οξέα διαφέρει σημαντικά στις ποικιλίες τυριών. Η λιπόλυση είναι ιδιαίτερα εκτεταμένη στις σκληρές Ιταλικές ποικιλίες, στα τυριά που ωριμάζουν επιφανειακά με βακτήρια και στα μπλε τυριά που ωριμάζουν με μύκητες. Τα τυριά που ωριμάζουν για μεγάλο χρονικό διάστημα (π.χ. τυρί τύπου Grana) παράγουν αρκετά υψηλές συγκεντρώσεις ελεύθερων λιπαρών οξέων. Εκτεταμένη λιπόλυση θεωρείται ανεπιθύμητη σε πολλά είδη τυριών. Υψηλά επίπεδα λιπαρών οξέων οδηγεί σε τάγγιση. Αντίθετα χαμηλές συγκεντρώσεις λιπαρών οξέων συνεισφέρουν στο άρωμα των τυριών ιδιαίτερα όταν συνδυάζονται σε σωστή αναλογία με τα προϊόντα της πρωτεόλυσης ή άλλες αντιδράσεις. Τα χαμηλού μοριακού βάρους (C4:0-C12:0) λιπαρά οξέα είναι γνωστό ότι συνεισφέρουν στο άρωμα των τυριών ενώ μικρή είναι η συνεισφορά των υψηλών >12 άτομα άνθρακα λιπαρών οξέων (Collins et al., McSweeney και Sousa, 2000). Τα επίπεδα λιπόλυσης διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των ποικιλιών τυριών από μέτρια (0,3-0,5 g λιπαρών οξέων/100g λίπους) έως εκτεταμένη (20 g/100g λίπους).

5.3 Ελληνικά παραδοσιακά τυριά

Τα παραδοσιακά γαλακτοκομικά προϊόντα αποτελούσαν ανέκαθεν σημαντικό συστατικό της διατροφής των λαών της Μεσογείου και ειδικότερα των αγροτικών περιοχών. Τα παραδοσιακά τρόφιμα είναι μια έκφραση του πολιτισμού και του τρόπου ζωής των

ανθρώπων και αντικατοπτρίζουν την ιστορία, τη γεωγραφία, το κλίμα και τη γεωργία των χωρών (Trichoroulou, A. et al., 2007· Panagou, E.Z. et al., 2013). Τα γαλακτοκομικά προϊόντα έχουν μεγάλη σημασία μεταξύ των παραδοσιακών τροφίμων, ειδικά στις χώρες της Μεσογείου όπου οι άνθρωποι ανέπτυξαν τεχνικές επεξεργασίας για να αποτρέψουν την αλλοίωση του γάλακτος (Benkerroum, N. 2000). Έτσι, αναπτύχθηκαν πολλές ποικιλίες τυριών, προκειμένου να παράσχουν βασικά θρεπτικά συστατικά στους καταναλωτές κατά τη διάρκεια της περιόδου έλλειψης των γαλακτοκομικών προϊόντων (Benoit, G. et al., 2012). Η παρασκευή των τυριών γίνεται από γάλατα που έχουν υποστεί γαλακτική ζύμωση μέσω της δράσης βακτηρίων του γαλακτικού οξέος, των ζυμών και των μυκήτων (FAO, 1995). Κατά τη γαλακτική ζύμωση, τα σάκχαρα, όπως η λακτόζη, μετατρέπονται σε γαλακτικό οξύ που μειώνει το pH με συνέπεια την πήξη του γάλακτος (WHO και FAO, 2011). Πράγματι, η μείωση του pH λόγω της ζύμωσης αυξάνει τη σταθερότητα του προϊόντος και τη διάρκεια ζωής αναστέλλοντας τη μικροβιακή και ενζυματική αλλοίωσή του. Περαιτέρω, τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος παράγουν αντιμικροβιακές ενώσεις όπως οργανικά οξέα (γαλακτικό, οξικό, μυρμηκικό, καπροϊκό), διοξείδιο του άνθρακα, υπεροξείδιο του υδρογόνου, βακτηριοκίνες και αιθανόλη, προστατεύοντας τα ζυμωμένα γάλατα από παθογόνα (Messens W., 2002). Αύξηση του ενδιαφέροντος των καταναλωτών παρατηρείται λόγω της υψηλής θρεπτικής αξίας και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των τυριών. Ο μεταβολισμός των βακτηρίων βελτιώνει τη βιολογική αξία του γάλακτος με την απελευθέρωση υδρολυτικών ενζύμων που διευκολύνουν την πρόσληψη λακτόζης, πρωτεϊνών και λιπιδίων. Έτσι, προκύπτουν περισσότερο εύπεπτα γαλακτοκομικά προϊόντα που είναι ευεργετικά για άτομα με δυσανεξία στη λακτόζη. Εκτός αυτού, τα ζυμωμένα γάλατα χαρακτηρίζονται ως λειτουργικά τρόφιμα που ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα και την πρόληψη των ασθενειών (αντιυπερτασική και υπολιπιδαιμική δράση) (Hafeez, Z. et al., 2014· Rodríguez-Figueroa, J. C. et al., 2013).

Στην Ευρώπη υπάρχει πληθώρα παραγόμενων τυριών με ξεχωριστές μεθόδους και ιδιαίτερη γεύση, υφή και άρωμα τα οποία παίζουν σημαντικότερο ρόλο στην παράδοση κάθε τόπου. Η Ευρωπαϊκή Ένωση παρόλη την ελεύθερη κυκλοφορία προϊόντων, υπηρεσιών και προσώπων, έχοντας αποδεχτεί τη διαφορετικότητα του κάθε κράτους μέλους όσον αφορά τα έθιμα, τις παραδόσεις και τη διατροφή, θέσπισε τον κανονισμό 2081/92 που αφορούσε για πρώτη φορά το καθεστώς, για την Προστασία των Γεωγραφικών Ενδείξεων (ΠΓΕ) καθώς και την Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης (ΠΟΠ) των γεωργικών προϊόντων και των τροφίμων (Εικόνα 5.7). Με τον όρο ΠΓΕ νοείται το όνομα της περιοχής ή ενός συγκεκριμένου τόπου, το οποίο χρησιμοποιείται στην περιγραφή ενός γεωργικού προϊόντος

ή ενός τροφίμου που κατάγεται από αυτήν την περιοχή. Η παραγωγή ή/και μεταποίηση ή/και η επεξεργασία πραγματοποιούνται στην οριοθετημένη γεωγραφική περιοχή. Όσον αφορά τα τυριά, οι φυλές των αγροτικών ζώων, ο τρόπος διαχείρισης και η εκτροφή των ζώων, οι εδαφο-κλιματικές συνθήκες της περιοχής μαζί με τη μέθοδο παρασκευής και ωρίμανσης των τυριών αποτελούν τους παράγοντες εκείνους οι οποίοι κάνουν ένα τυρί να ξεχωρίσει και να αποτελέσει τμήμα παράδοσης μιας περιοχής. Ακολούθησε ο κανονισμός 2082/92 για το καθεστώς που διέπει τις βεβαιώσεις ιδιοτυπίας των γεωργικών προϊόντων και τροφίμων. Το 2006 με στόχο τη βελτίωση του συστήματος, οι παραπάνω κανονισμοί αντικαταστάθηκαν από τον 510/06 με ίδιο πεδίο εφαρμογής και σκοπιμότητά του στην.

Τα περισσότερα τυριά από γάλα πρόβειο και γίδινο παράγονται σε χώρες της Νότιας Ευρώπης, σε πολλές περιπτώσεις υπό το καθεστώς ΠΟΠ, που θεσπίστηκε το 1992 (Door, 2014).



Εικόνα 5.7. Σήματα ΠΟΠ, ΠΓΕ

Σύμφωνα με το [Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης](#) οι 23 **Προστατευόμενες Ονομασίες Προέλευσης** των Ελληνικών τυριών έχουν ορισμένες κοινές προδιαγραφές. Παρασκευάζονται με παραδοσιακή τεχνολογία από γάλα το οποίο προέρχεται από φυλές αιγών, προβάτων ή/και αγελάδων οι οποίες εκτρέφονται σε οριοθετημένη γεωγραφική περιοχή, έχουν προσαρμοστεί πλήρως στο περιβάλλον και η διατροφή τους βασίζεται στη χλωρίδα της περιοχής. Οι φυλές αυτές είναι πλήρως προσαρμοσμένες στις τοπικές συνθήκες και αξιοποιούν άριστα τους φτωχούς ελληνικούς βοσκότοπους, με την εκπληκτική όμως ποικιλία ενδημικής βλάστησης. Στον Πίνακα 4.1 αναγράφονται οι 23 Ελληνικές ονομασίες τυριών ΠΟΠ και ΠΓΕ σύμφωνα με Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (2020).

Πίνακας 5.1. Ελληνικά τυριά ΠΟΠ και ΠΓΕ			
A/A	Είδη τυριών	Κατηγορία αναγνώρισης ΠΟΠ ή ΠΓΕ	
1	Ανεβατό	ΠΟΠ	313060/14.01.94 (ΦΕΚ 24/18.01.94) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996
2	Γαλοτύρι	ΠΟΠ	313031/11.01.94 (ΦΕΚ 8/11.01.94) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996
3	Γραβιέρα Αγράφων	ΠΟΠ	313045/14.01.94 (ΦΕΚ 16/14.01.94) 313045/14.01.94 (ΦΕΚ 101 Β'/16.02.94) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996
4	Γραβιέρα Κρήτης	ΠΟΠ	313047/14.01.94 (ΦΕΚ 16/14.01.94) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996
5	Γραβιέρα Νάξου	ΠΟΠ	Προδιαγραφές 313071/18.01.94(ΦΕΚ 23/18.01.94) 318849/21.08.08(ΦΕΚ 1725/28.08.08) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996
6	Καλαθάκι Λήμνου	ΠΟΠ	313044/14.01.94 (ΦΕΚ 16/14.01.94) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996
7	Κασέρι	ΠΟΠ	313027/11.01.94 (ΦΕΚ 8/11.01.94) 379116/19.07.2000 (ΦΕΚ 949 Β'/31.07.2000) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996 Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L174/2000
8	Κατίκι Δομοκού	ΠΟΠ	313048/14.01.94 (ΦΕΚ 16/14.01.94) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996
9	Κεφαλογραβιέρα	ΠΟΠ	313032/11.01.94 (ΦΕΚ 8/11.01.94) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996
10	Κοπανιστή	ΠΟΠ	Προδιαγραφές Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996 Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. C186/2012 Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L129/2013
11	Λαδοτύρι Μυτηλήνης	ΠΟΠ	313058/17.01.94 (ΦΕΚ 25/18.01.94) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996
12	Μανούρι	ΠΟΠ	313028/11.01.94 (ΦΕΚ 8/11.01.94) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996
13	Μετσοβόνη	ΠΟΠ	313070/18.01.94 (ΦΕΚ 23/18.01.94) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996
14	Μπάτζος	ΠΟΠ	313057/17.01.94 (ΦΕΚ 25/18.01.94) 313057/17.01.94 (ΦΕΚ 101 Β'/16.01.94) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996
15	Ξυνομυζήθρα Κρήτης	ΠΟΠ	313051/14.01.94 (ΦΕΚ 18/14.01.94) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996
16	Πηχτόγαλο Χανίων	ΠΟΠ	313062/17.01.94 (ΦΕΚ 24/18.01.94) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996
17	Σαν Μιχάλη	ΠΟΠ	313069/18.01.94 (ΦΕΚ 23/18.01.94) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996
18	Φέτα	ΠΟΠ	313025/11.01.94 (ΦΕΚ 8/11.01.1994) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L277/2002
19	Σφέλα	ΠΟΠ	313056/17.01.94 (ΦΕΚ 25/18.01.94) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996
20	Φορμαέλλα Αράχωβας Παρνασσού	ΠΟΠ	313063/17.01.94 (ΦΕΚ 25/18.01.94) Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L148/1996
21	Ξύγαλο Σητείας	ΠΟΠ	Προδιαγραφές Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. C312/2010 Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L200/2011
22	Κρασοτύρι Κω/Τυρί της Πόσιας	ΠΓΕ	Προδιαγραφές Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. L332/23.12.2019 Επίσημη Εφημερίδα της Ε.Ε. C283/21.08.2019
23	Αρσενικό Νάξου	ΠΟΠ	Προδιαγραφές Επίσημη Εφημερίδα ΕΕ L15/20.01.2020 Επίσημη Εφημερίδα ΕΕ C271/13.08.2019

Τα Ελληνικά τυριά ΠΟΠ παρασκευάζονται από πρόβειο, γίδινο ή από μείγμα αυτών καθώς και από αγελαδινό γάλα.

Στον Πίνακα 5.2 τα τυριά έχουν ομαδοποιηθεί σε άλμης, μαλακά, ημίσκληρα, σκληρά και τυρογάλακτος. Σημαντικά άρθρα ανασκόπησης που αφορούν τη μικροβιακή χλωρίδα και την τεχνολογία αυτών των τυριών έχουν δημοσιευθεί από τους Litoroulou-Tzanetaki, E., Tzanetakis, N., 2011 και Moatsou, G., Govaris, A., (2011).

Πίνακας 5.2. Είδη γάλακτος για Ελληνικά τυριά ΠΟΠ

Όνομα τυριού	Είδος γάλακτος	Μέγιστη υγρασία (%)	Ελάχιστο λίπος επί ξηρού (%)
Τυριά άλμης			
Φέτα	Π-Γ	56	43
Καλαθάκι Λήμνου	Π-Γ	56	43
Σφέλα	Π-Γ	45	40
Μπάτζος	Π-Γ	45	25
Μαλακά τυριά			
Γαλοτύρι	Π- Γ	75	40
Κατίκι Δομοκού	Π- Γ	75	40
Πηχτόγαλαο Χανίων	Π- Γ	65	50
Ανεβατό	Π-Γ	60	45
Κοπανιστή	Π-Γ-Α	56	43
Ξύγαλο Σητείας	Π-Γ	75	33
Τυριά τυρογάλακτος			
Μανούρι	Π-Γ	60	70
Ξινομυζήθρα Κρήτης	Π-Γ	55	45
Ημίσκληρα τυριά			
Κασέρι	Π-Γ	40	40
Φορμαέλλα Παρνασσού	Π-Γ	38	40
Σκληρά τυριά			
Κεφαλογραβιέρα	Π-Γ	40	40
Γραβιέρα Αγράφων	Π-Γ	38	40
Γραβιέρα Κρήτης	Π-Γ	38	40
Γραβιέρα Νάξου	Α	38	40
Λαδοτύρι Μυτιλήνης	Π-Γ	38	40
Μετσοβόνε	Α ή Α-Π -Γ	38	40
Σαν Μιχάλη	Α	40	36

Α = Αγελαδινό, Γ= Γίδινο, Π = Πρόβειο

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης

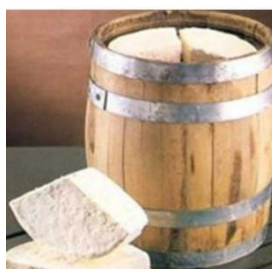
<http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/2012-02-02-07-52-07/ellinikaproionta/1270-tiria>

5.3.1 Τυριά άλμης

Με τον όρο τυριά άλμης (brined cheeses) εννοούμε μαλακά τυριά, τα οποία διατηρούνται και ωριμάζουν σε άλμη, έως την κατανάλωσή τους.

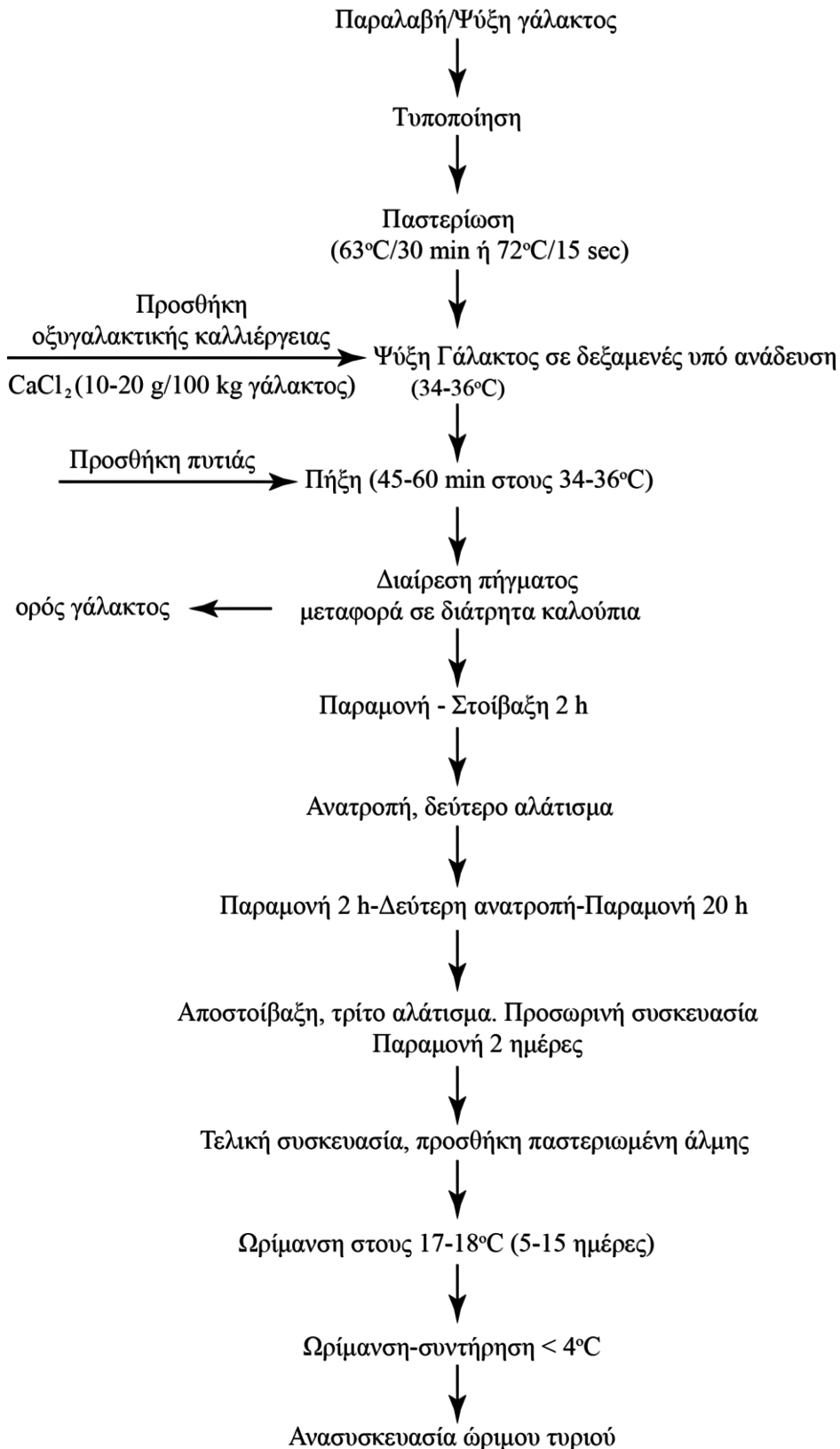
5.3.1.1 Φέτα

Η φέτα, (Εικόνα 5.8) το πιο διάσημο παραδοσιακό ελληνικό τυρί ονομασίας προέλευσης (ΠΟΠ). Στην Ελλάδα, η λέξη «φέτα» χρησιμοποιείται συχνά αντί για τη λέξη «τυρί» (Bintsis et al., 2000). Η φέτα είναι μαλακό τυρί, με αλμυρή και ελαφρώς όξινη γεύση, απαλή υφή χωρίς επιδερμίδα, χρώματος λευκού που ωριμάζει και διατηρείται σε άλμη (10% -12% NaCl) για τουλάχιστον 2 μήνες (Anifantakis and Moatsou, 2006). Παρασκευάζεται αποκλειστικά από πρόβειο γάλα, ή μείγμα αυτού με 30% γίδινο χωρίς καμμία προσθήκη συμπυκνωμένου γάλακτος, σκόνης γάλακτος, συμπυκνώματος πρωτεΐνης γάλακτος ή καζεϊνικών αλάτων, χρωστικών και συντηρητικών. Τα επίπεδα υγρασίας και λιπαρών πρέπει να είναι 56% (μέγιστο) και 43% (ελάχιστο), αντίστοιχα, και το τυρί αφήνεται προς ωρίμανση για τουλάχιστον 60 ημέρες. Σύμφωνα με τον κανονισμό της Επιτροπής που δημοσιεύθηκε το 2002 από την Ευρωπαϊκή Ένωση, η φέτα πρέπει να παράγεται αποκλειστικά στις γεωγραφικές περιοχές της Μακεδονίας, της Θράκης, της Ηπείρου, της Θεσσαλίας, της Στερεάς Ελλάδας, της Πελοποννήσου και της Λέσβου. Παραδοσιακά, το τυρί φέτα παρασκευαζόταν από νωπό γάλα σε μικρά τυροκομεία. Σήμερα, το μεγαλύτερο μέρος παράγεται από παστεριωμένο γάλα με προσθήκη εμπορικών μεσόφιλων και θερμόφιλων καλλιιεργειών. Για τον σκοπό αυτό επιλέγονται μικτές καλλιέργειες που παρέχουν υψηλή οξίνιση είτε των *L. lactis subsp. lactis* και *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* (1:3) ή των *L. lactis subsp. lactis* και *L. lactis subsp. cremoris* (0,5% –1,0%). Διατίθεται στο εμπόριο σε βαρέλια, σε πλαστικά κουτιά ή σε τεμάχια τυλιγμένα σε πλαστικό.



Εικόνα 5.8 Βαρελίσια φέτα

Ακολουθεί η Εικόνα 5.9 που εμφανίζει λεπτομερειακά τα στάδια της πορείας παρασκευής της φέτας.



Εικόνα 5.9 Τεχνολογία παρασκευής του τυριού φέτας (EΦET 2012).

Σύμφωνα με το USDA, στον Πίνακα 5.3 αναφέρεται η διατροφική αξία της φέτας υπολογισμένη ανά 100 g.

Πίνακας 5.3 Διατροφική αξία της Φέτας ανά 100 g

Ενέργεια	286 Kcal
Πρωτεΐνη	16,07 g
Ολικό λίπδιο (λίπος)	25 g
Υδατάνθρακες,	0 g
Ίνες, συνολικές διαιτητικές ίνες	0 g
Ασβέστιο, Ca	357 mg
Σίδηρος, Fe	1,29 mg
Νάτριο, Na	1250 mg
Βιταμίνη C, ολικό ασκορβικό οξύ	0 mg
Βιταμίνη A, IU	714 IU
Λιπαρά οξέα, ολικά κορεσμένα	14,29 g
Λιπαρά οξέα, συνολικά trans	0 g
Χοληστερόλη	71 mg

Πηγή: U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

5.3.1.2 Καλαθάκι Λήμνου

Το καλαθάκι της Λήμνου (Εικόνα 5.5) είναι μια ποικιλία λευκού τυριού που παράγεται στο νησί της Λήμνου. Για την παρασκευή του χρησιμοποιείται πρόβειο γάλα ή μείγμα πρόβειου και γίδινου. Το πρωτόκολλο παρασκευής του τυριού μοιάζει αρκετά με τη φέτα, με εξαίρεση την αποστράγγιση και την οξίνιση του πηγμένου γάλακτος, η οποία λαμβάνει χώρα σε ειδικά κυλινδρικά καλούπια (Moatsou and Govaris, 2011). Το καλούπι δίνει στο τυρί μια ανάγλυφη εμφάνιση. Η χημική σύνθεση του τυριού είναι ως εξής: pH 4,48, 56,1% υγρασία, 23,8% λίπος, 54,1% πρωτεΐνη, 3,3% αλάτι (Nega και Moatsou 2012).



Εικόνα 5.10. Καλαθάκι Λήμνου

5.3.1.3 Σφέλα

Η Σφέλα (Εικόνα 5.11) είναι ημισκληρο τυρί άλμης, με πολλές μικρές οπές από νωπό πρόβειο ή γίδινο ή από μείγματα αυτών. Η προέλευσή της είναι από τις περιοχές των νομών Μεσσηνίας και Λακωνίας.

Μέθοδος παρασκευής: Η πήξη του γάλακτος γίνεται στους 30-32°C με παραδοσιακή πυτιά. Το τυρόπηγμα διατηρείται και αναθερμαίνεται στους 38-40°C. Στη συνέχεια εξάγεται και τοποθετείται σε τυρόπανα για στράγγιση. Πιέζεται ελαφριά και κόβεται σε λωρίδες ή φέτες οι οποίες αλατίζονται επιφανειακά. Τοποθετείται το τυρί σε δοχεία, μεταλλικά ή ξύλινα, με άλμη για 1 μήνα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και στην συνέχεια μεταφέρονται σε χώρο ωρίμανσης θερμοκρασίας 4-6°C για περίπου 3 μήνες. Έχει ονομαστεί σφέλα από τον τρόπο τεμαχισμού του τυροπήγματος (σφέλα=λωρίδα).



Εικόνα 5.11. Σφέλα

5.3.1.4 Το τυρί Μπάτζος

Το τυρί Μπάτζος (Εικόνα 5.12) είναι ημίσκληρο παραδοσιακό (έως σκληρό) τυρί, παρασκευάζεται από πρόβειο ή γίδινο γάλα ή μείγμα τους. Το τυρί αυτό έχει μικρή λιποπεριεκτικότητα οπότε συνδυάζεται η παρασκευή του με την παραγωγή εξαιρετικής ποιότητας μανουριού από τον ορό γάλακτος που είναι πλούσιος σε λίπος (Nikolaou et al., 2002· Psoni et al., 2003). Το χρώμα του τυριού είναι λευκό έως υποκίτρινο, με ευχάριστη υπόξινη, ελαφρά πικάντικη, πιπεράτη και πολύ αλμυρή γεύση. Φέρει μεγάλο αριθμό μικρών οπών στη μάζα του, χωρίς επιδερμίδα και καταναλώνεται συνήθως ψημένο.

Η αρχική παραδοσιακή μέθοδος παραγωγής του τυριού (Ζυγούρη 1952), ήταν ως εξής: το γάλα μετά το άρμεγμα, στραγγιζόταν σε ξύλινο βαρέλι από κέδρο (για το άρωμά του), προστίθετο πυτιά γίδινη σε θερμοκρασία 28 μέχρι 30°C. Κατά την έναρξη της πήξης, κτυπούσαν με ένα ειδικό εργαλείο, το σφοντύλι για περίπου 150-200 φορές. Το σφοντύλι ήταν ένα ξύλινο εμβολο από κλαδί πεύκου ή έλατου που στην άκρη του φτιάχνονταν μια στεφάνη με τρύπες έτσι ώστε να δημιουργηθεί με τα κτυπήματα περιστροφική κίνηση του ορού του γάλακτος. Αφηνόταν να ξεκουραστεί για 35 με 40 min. Ο χρόνος της επόμενης παρέμβασης ήταν καθοριστικός. Πριν το γάλα πήξει εντελώς, χτυπιόταν με 300-350 κτυπήματα γιατί αλλιώς θα γινόταν φέτα. Έτσι, άρχιζε ο διαχωρισμός του τυροπήγματος από τον ορό γάλακτος. Με τον μεγάλο αριθμό κτυπημάτων προέκυπτε περισσότερο άπαχο τυρί σε αντίθεση με τα άλλα σκληριά τυριά. Το τυρόπηγμα κοβόταν σε

κομμάτια μεγέθους σπυριού. Ο τυροκόμος έριχνε ζεστό νερό (ιδιαίτερα τις κρύες μέρες) για να ‘μαζέψει’, όπως έλεγαν, και το άφηνε για μια ώρα να συγκεντρωθεί στο βάθος του κάδου. Εάν ο καιρός ήταν ζεστός, έριχνε κρύο νερό. Ο τυροκόμος αναποδογύριζε αυτήν τη μάζα ώστε να την ‘μαζέψει’.

Στα παλιά τυροκομεία δεν χτυπούσαν το πηγμένο γάλα, αλλά το περνούσαν από την γαλακτομηχανή για να απομακρυνθεί το 50% του λίπους, ακολουθούσε θέρμανση σε καζάνι στους 45°C, όπου διαχωριζόταν ο ορός από το τυρόπηγμα. Κατόπιν έβαζαν το τυρόπηγμα σε ξύλινα στεφάνια με τσαντίλα και από πάνω ένα σανίδι με πέτρα για το στράγγισμα. Αφήνόταν για 4 μέρες να φουσκώσει και να κάνει οπές. Ακολουθούσε η κοπή σε τετράγωνα κομμάτια, η μεταφορά του τυριού σε τενεκέ με ορό γάλακτος, το αλάτισμα, η ψύξη και η ωρίμανση για περίπου 2 μήνες.

Στην βιοτεχνική παραγωγή ο τυροκόμος τοποθετούσε το τυρόπηγμα σε τσαντίλες, το έτριβε για να στραγγίσει και μετά από 30 min έδενε τις τσαντίλες πολύ σφιχτά, για να στραγγίσει τελείως. Η τοποθέτηση των τσαντίλων γινόταν σε ξύλινους δοκούς ή σε κλαδιά δένδρου για 24 ώρες. Ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, έριχνε ζεστό νερό 45°C για να δημιουργηθεί επιδερμίδα και να κιτρινίσει ενώ στη φέτα έριχναν κρύο νερό, για να ασπρίσει. Στην συνέχεια γινόταν ο τεμαχισμός σε τεμάχια ενός κιλού, αλάτισμα με χοντρό αλάτι και παραμονή για 10 ημέρες. Ακολουθούσε η τοποθέτηση σε τενεκέδες κατά σειρές με ταυτόχρονο αλάτισμα. Μετά από 3– 4 μέρες προστίθετο άλμη περιεκτικότητας 8%.

Στη σύγχρονη εποχή το γάλα πήζει στους 28-32°C έως περίπου 50 min, ακολουθεί η διαίρεση του τυροπήγματος, κατακάθηση στον τυρολέβητα για 30 min, αναδεύεται και αναθερμαίνεται στους 45°C. Στη συνέχεια το τυρόπηγμα εξάγεται και τοποθετείται σε τυρόπανα για στράγγιση. Την επόμενη μέρα κόβεται σε φέτες και αλατίζεται επιφανειακά. Μετά 5 ημέρες τοποθετείται σε μεταλλικά δοχεία με άλμη περιεκτικότητας 10-12% και ωριμάζει σε 3 μήνες.

Το τυρί Μπάτζος παρασκευάζεται σε μικρές βιομηχανίες της Δυτικής Μακεδονίας και της γειτονικής Θεσσαλίας σε μικρές ποσότητες.



Εικόνα 5.12. *Τυρί Μπάτζος.*

5.3.2 Μαλακά τυριά

Τα μαλακά τυριά είναι συνήθως λευκά ή υπόλευκα, δεν έχουν επιδερμίδα, με υψηλό ποσοστό υγρασίας που είναι πάντα μεγαλύτερο του 47%. Καταναλώνονται αμέσως χωρίς να χρειάζονται ωρίμανση.

5.3.2.1 Γαλοτύρι

Το γαλοτύρι (Εικόνα 5.13) είναι ένα επαλειφόμενο μαλακό τυρί, με κρεμώδη υφή χωρίς επιδερμίδα και οπές, με υπόξινη ευχάριστη γεύση και άρωμα. Παράγεται από πρόβειο ή γίδινο γάλα ή το μείγμα τους. Το γάλα θερμαίνεται σε σημείο ζέσεως και αφήνεται σε δοχεία σε θερμοκρασία δωματίου για 24 ώρες. Μετά την προσθήκη 3–4% NaCl, το γάλα διατηρείται για άλλες 2-3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου με περιστασιακή ανάδευση. Μπορεί να προστεθεί η πυτιά για να πήξει. Τα τυροπήγματα διατηρούνται σε δοχεία στους 8°C για τουλάχιστον 2 μήνες εάν έχει χρησιμοποιηθεί νωπό γάλα. (Kondyli et al., 2008).



Εικόνα 5.13 Γαλοτύρι.

5.3.2.2 Κατίκι Δομοκού

Το Κατίκι Δομοκού είναι ένα επαλειφόμενο μαλακό τυρί χωρίς επιδερμίδα, με υπόξινη γεύση και ευχάριστο άρωμα παραγόμενο από ένα μείγμα πρόβειου και γίδινου γάλακτος. Παραδοσιακά, το νωπό γάλα παρέμενε στους 20–22°C με ή χωρίς πυτιά, στραγγιζόταν σε τουλουπάνια, αλατιζόταν και διατηρείτο σε κρύα δωμάτια μέχρι την κατανάλωση. Σήμερα χρησιμοποιείται παστεριωμένο γάλα και αποθηκεύεται το τυρί στους 4–5°C (Litopoulou-Tzanetaki, E., Tzanetakis, N., 2011). Στην Εικόνα 5.14 η διαδικασία παραγωγής έχει αυτοματοποιηθεί πλήρως, ώστε να εξασφαλίζεται η σταθερότητα της δομής, της υφής και της γεύσης του τυριού, ενώ ταυτόχρονα διατηρείται η παραδοσιακή συνταγή, που απαιτεί το στράγγισμα του τυριού με ‘τσαντίλα’.



Εικόνα 5.14. Αριστερά: Κατίκι Δομικού. Δεξιά: Στο σύγχρονο εργοστάσιο της εταιρείας [Δομοκός Α.Ε.](#) ακολουθείται η παραδοσιακή μέθοδος διαχωρισμού του ορού με ‘τσαντίλα’ χρησιμοποιώντας όμως αυτοματοποιημένο σύστημα στραγγίσματος.

5.3.2.3 Το πηχτόγαλο Χανίων

Το πηχτόγαλο Χανίων (Εικόνα 5.15) είναι είδος κρητικής ξινομυζήθρας που παρασκευάζεται από νωπό γάλα (πρόβειο, γίδινο ή μείγμα τους). Η διαφορά του από άλλα παρόμοια είδη τυριού είναι πως παρασκευάζεται απευθείας από γάλα και όχι από τυρόγαλα, για αυτό και στην ευρύτερη περιοχή των Χανίων είναι γνωστό και ως γαλομυζήθρα. Το πηχτόγαλο είναι ένα μαλακό τυρί με κρεμώδη υφή χωρίς επιδερμίδα και οπές, χρώματος λευκού έως υπόλευκου, με υπόξινη ευχάριστη δροσερή γεύση. Η πήξη του γίνεται στους 18–25°C για 2 ώρες. Το τυρόπηγμα αφήνεται να οξινισθεί για 24 ώρες και τοποθετείται σε τυρόπανο προς στράγγιση και αλατίζεται με 1% NaCl. Διατίθεται άμεσα προς κατανάλωση.

Εικόνα 5.15. Πηχτόγαλο Χανίων



5.3.2.4 Το Ανεβατό

Το Ανεβατό (Εικόνα 5.16) είναι ένα μαλακό τυρί, κοκκώδες, υπόξινης γεύσης, παρασκευαζόμενο στην επαρχία Βοΐου του Νομού Κοζάνης από γίδινο ή πρόβειο γάλα ή από μείγμα τους. Το γάλα αφήνεται στους 18–22°C έως ότου φτάσει η οξύτητα στους 35°D και διατηρείται υπό ψύξη (2–4°C) για 24 h. Ακολουθεί θέρμανση στους 12–14°C, προσθήκη πυτιάς και παραμονή για 12 ώρες. Στη συνέχεια διαιρείται το τυρόπηγμα, παραμένει για 12 ώρες στον τυρολέβητα, στραγγίζεται, αλατίζεται στην επιφάνεια του και τέλος ωριμάζει για 2 μήνες.

Εικόνα 5.16 *Ανεβατό.*



5.3.2.5 Κοπανιστή

Η Κοπανιστή (Εικόνα 5.17) είναι ένα επαλειφόμενο μαλακό τυρί χωρίς επιδερμίδα με αλμυρή, πικάντικη γεύση, με λιποπεριεκτικότητα επί ξηρού 43% παραγόμενο από πρόβειο, γίδινο ή αγελαδινό γάλα ή τα μείγματα τους στον νομό Κυκλάδων. Το γάλα πήζει στους 28-30°C σε 2 ώρες. Το πήγμα αφήνεται να παραμείνει στον κάδο για 20-24 ώρες, σπασμένο και στραγγισμένο σε υφασμάτινους σάκκους. Το στραγγισμένο τυρόπηγμα αναμειγνύεται με αλάτι, τοποθετείται σε δοχεία σε δροσερό μέρος με υψηλή σχετική υγρασία 56%. Στη συνέχεια, ωριμάζει για 30-40 ημέρες.



Εικόνα 5.17 *Κοπανιστή*

5.3.2.6 Ξύγαλο Σητείας

Το Ξύγαλο Σητείας (Εικόνα 5.18) είναι προϊόν οξίνισης του γάλακτος που παρασκευάζεται από πρόβειο ή κατσικίσιο γάλα ή από μείγμα τους. Είναι λευκού χρώματος, επαλειφόμενο, χωρίς επιδερμίδα. Η γεύση του είναι δροσερή, υπόξινη, ελαφρώς αλμυρή και ευχάριστο χαρακτηριστικό άρωμα.



Εικόνα 5.18 *Ξύγαλο Σητείας.*

4.3.3 Ημίσκληρα τυριά

Τα ημίσκληρα τυριά ωριμάζουν από δυο μήνες έως δυο χρόνια, ώστε το ποσοστό υγρασίας τους να μην ξεπερνά το 40-50%.

5.3.3.1 Κασέρι

Το Κασέρι (Εικόνα 5.19) είναι τυρί ημίσκληρο “pasta filata”, χρώματος λευκοκίτρινου, ευχάριστης γεύσης και πλούσιου αρώματος, καλυμμένο συνήθως είτε με παραφίνη είτε με άλλες επιτρεπόμενες ουσίες παρασκευαζόμενο από πρόβειο γάλα με προσθήκη έως και 20% γίδινο. Το Κασέρι προέρχεται από τη Μακεδονία, τη Θεσσαλία και τους Νομούς Ξάνθης και Λέσβου. Για την παρασκευή του τυριού χρησιμοποιείται νωπό ή παστεριωμένο γάλα. Στο γάλα που προορίζεται για την παρασκευή του τυριού προστίθεται παραδοσιακή πυτιά ή άλλα ένζυμα ανάλογης δράσης. Όταν το προς τυροκόμηση γάλα παστεριώνεται, ακολουθεί προσθήκη οξυγαλακτικής καλλιέργειας βακτηρίων, καθώς και CaCl_2 έως 20 g ανά 100 kg γάλακτος. Το γάλα θερμαίνεται στους 38 – 40°C υπό συνεχή ανάδευση έως ότου το pH πέσει περίπου στο 5,2. Το τυρόπηγμα αφήνεται να παραμείνει για 5 –10 min, στη συνέχεια κόβεται σε λεπτές φέτες, οι οποίες πλάθονται σε νερό στους 70–80°C για 15 min, και τοποθετούνται σε καλούπια για 2-3 ημέρες. Το τυρί αλατίζεται 12–14 φορές και ωριμάζει σε θαλάμους ωρίμανσης στους 18°C για τουλάχιστον 3 μήνες. (Moatsou et al., 2001).



Εικόνα 5.19. Κασέρι.

5.3.3.2 Φορμαέλλα Αράχωβας Παρνασσού

Η φορμαέλλα Αράχωβας Παρνασσού (Εικόνα 5.20) είναι ένα ημίσκληρο, συμπαγούς υφής υποκίτρινο τυρί, με ευχάριστη γεύση και άρωμα. Η προέλευσή της είναι από την Αράχωβα, παρασκευάζεται από γάλα γίδινο, πρόβειο ή από μείγμα τους. Η πήξη του γάλακτος πραγματοποιείται σε θερμοκρασία 32°C. Μετά την πήξη, διάρκειας περίπου 2 ωρών, το τυρόπηγμα θερμαίνεται στους 40°C για 10 min. Ακολουθεί διαίρεση σε μεγάλα τεμάχια, τέτοιου μεγέθους ώστε να χωράνε σε ειδικά καλούπια ή “κοφινάκια” διαστάσεων 8 x 13 cm περίπου (διάμετρος x ύψος). Εν συνεχεία, τα καλούπια με το τυρί εμβαπτίζονται σε ορό γάλακτος θερμοκρασίας 60°C για μία ώρα, εξέρχονται από τον ορό γάλακτος, εξάγονται τα τυριά από τα καλούπια και ξανατοποθετούνται μέσα σ' αυτά αλλά αντίστροφα, ξαναεμβαπτίζονται σε θερμό ορό γάλακτος θερμοκρασίας 75–80°C για μια ώρα. Ακολουθεί εξαγωγή των τυριών από τα καλούπια, αλατίζονται και παραμένουν 24 ώρες και

τοποθετούνται σε ράφια για 4 ημέρες ώστε να ολοκληρωθεί το στέγνωμα. Υστερα από αυτό το στάδιο τα τυριά είναι έτοιμα προς διάθεση.



Εικόνα 5.20. Φορμαέλλα Αράχωβας Παρνασσού.

5.3.4 Σκληρά τυριά

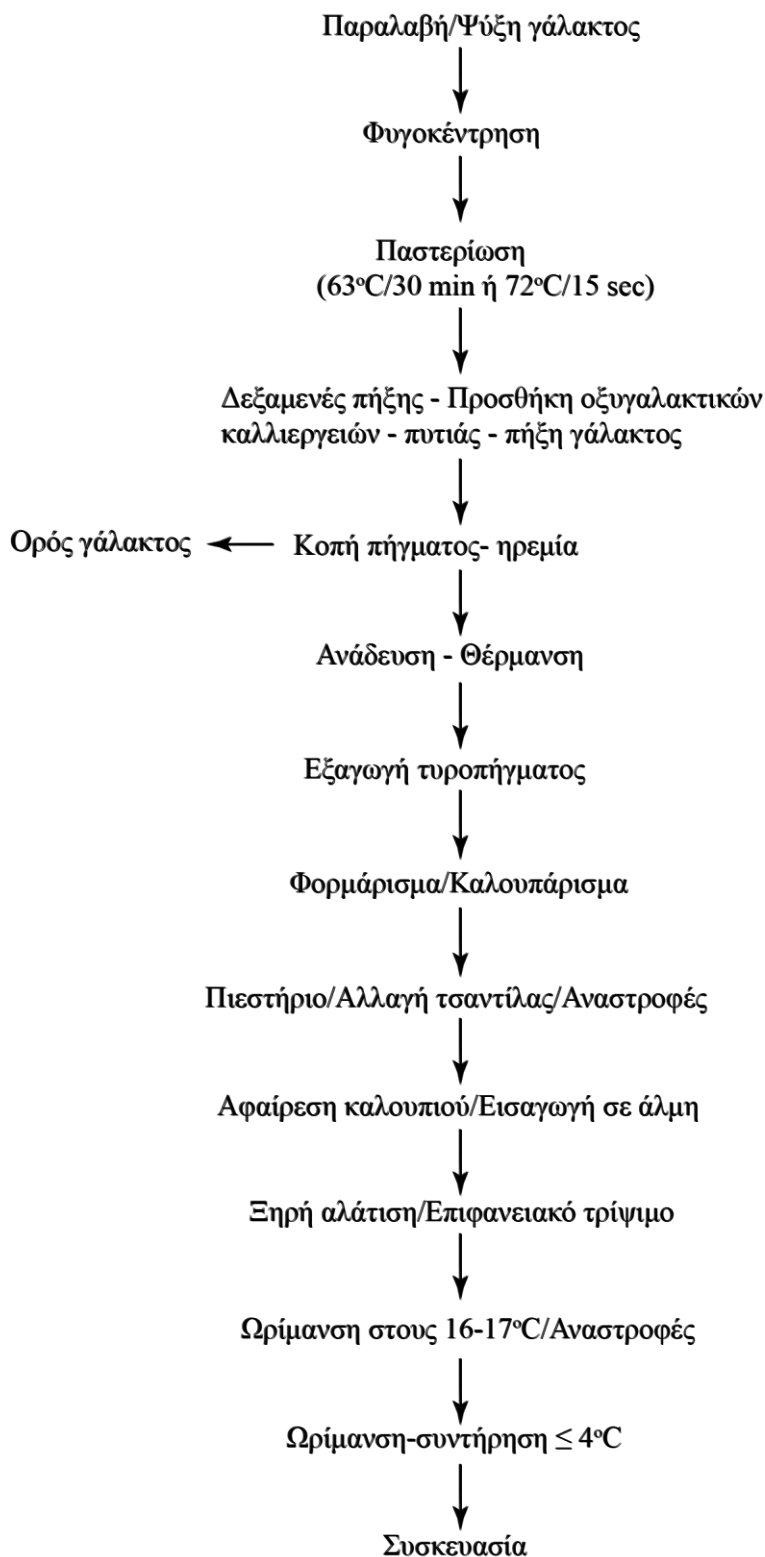
Η υγρασία στα σκληρά τυριά κυμαίνεται στο 30-40% και η περίοδος ωρίμανσής τους είναι πάντα μεγαλύτερη των έξι μηνών. Συνήθως είναι εύθρυπτα. Στην Εικόνα 4.20 εμφανίζεται το γενικό διάγραμμα ροής για την παρασκευή σκληρών τυριών.

5.3.4.1 Κεφαλογραβιέρα

Η Κεφαλογραβιέρα (Εικόνα 5.21) είναι μια παραδοσιακή σκληρή ποικιλία ελαφρώς αλμυρού τυριού με διάσπαρτες τρύπες στη μάζα του παραγόμενο από πρόβειο γάλα ή μείγμα του με γίδινο 10% w/w, κυρίως παράγεται στην Δυτική Μακεδονία. Η πήξη του γάλακτος γίνεται στους 32-34°C. Το τυρόπηγμα διαιρείται, αναθερμαίνεται στους 48°C, μεταφέρεται σε καλούπια και συμπιέζεται. Το τυρί διατηρείται στις 14-16°C για 24 ώρες και εμβαπτίζεται σε άλμη για 2 ημέρες. Ωριμάζει στους 14-16°C, η επιφάνεια του τυριού αλατίζεται περίπου 10 φορές. Στη συνέχεια, τα τυριά διατηρούνται στους 6°C για περίπου 3 μήνες (Εικόνα 5.22). Η Κεφαλογραβιέρα έχει κυκλικό σχήμα, με πολλές τρύπες. Μελέτη έδειξε ότι η Κεφαλογραβιέρα χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά με ένταση γεύσης (Katsiari et al., 2002), με προσθήκη καλλιέργειας είχε ως αποτέλεσμα υψηλότερα επίπεδα πρωτεόλυσης, λιπόλυσης, ακετόνης, διακετυλίου και ακετοΐνης (Kondyli et al., 2003· Michaelidou et al., 2003).



Εικόνα 5.21. Κεφαλογραβιέρα.



Εικόνα 5.22: Γενικό διάγραμμα ροής για την παραγωγή σκληρού τυριού.
(ΕΦΕΤ, 2012)

5.3.4.2 Γραβιέρα Αγράφων

Η γραβιέρα Αγράφων (Εικόνα 5.23) είναι ένα σκληρό τυρί, κυλινδρικού σχήματος, με ευχάριστη υπόγλυκη γεύση και πλούσιο άρωμα, χρώματος λευκοκίτρινου, παράγεται παραδοσιακά από πρόβειο γάλα ή γίδινο ή από μείγμα τους. Το γάλα πήζει στους 34–36°C με πυτιά. Διαίρεση του τυροπήγματος μετά από 25–35 min, αναθέρμανση με συνεχή ανάδευση στους 48–52°C, τοποθέτηση σε καλούπια και υποβάλλεται σε πίεση. Εξάγωγή του τυροπήγματος από τα καλούπια και παραμονή για στέγνωμα σε ξύλινα ράφια για 2 ημέρες. Τα τυροπήγματα τοποθετούνται σε άλμη 19-20 B για 2–4 ημέρες. Ωριμάζουν αρχικά στους 12–15°C και σχετική υγρασία 85%, αλατίζονται επιφανειακά και γίνεται έλεγχος του αλατίσματος για τρεις εβδομάδες έτσι ώστε η περιεκτικότητα του τυριού σε αλάτι α φτάσει στο 2% w/w του τυριού. Όταν ολοκληρωθεί το αλάτισμα μεταφέρεται σε θαλάμους ωρίμανσης θερμοκρασίας 16–18°C για ένα μήνα και τέλος μειώνεται η θερμοκρασία στους 12–15°C και σχετική υγρασία 90 – 95%. Η ωρίμανση της γραβιέρας ολοκληρώνεται περίπου σε 3 μήνες. Κατά την διάρκεια της ωρίμανσης δημιουργείται επιφανειακή μικροχλωρίδα που συμβάλλει στην ανάπτυξη των αισθητηριακών χαρακτηριστικών του τυριού. Η γραβιέρα Αγράφων παράγεται στην περιοχή Αγράφων του Νομού Καρδίτσας. (ΦΕΚ Τεύχος Β΄, 16 και αρ. 313045, 14/1/1994)



Εικόνα 5.23. Γραβιέρα Αγράφων.

5.3.4.3 Γραβιέρα Κρήτης

Η γραβιέρα Κρήτης (Εικόνα 5.24) είναι ένα σκληρό τυρί, κυλινδρικού σχήματος, συμπαγούς ελαστικής μάζας, φέρει οπές, ευχάριστης υπόγλυκης γεύσης και πλούσιου αρώματος από πρόβειο γάλα στο οποίο μπορεί να προστεθεί χαμηλό ποσοστό γιδινο γάλακτος. Το γάλα θερμαίνεται στους 68-70°C. Μετά την ψύξη στους 34-36°C γίνεται η πήξη του γάλακτος, το τυρόπηγμα διαιρείται μετά από 30 min, στη συνέχεια αναθερμαίνεται στους 50–52°C. Μεταφέρεται το τυρόπηγμα σε καλούπια, όπου πιέζεται σε ειδικά πιεστήρια. Ακολουθεί εμφύσηση σε άλμη 16%–20% και παραμονή για 3–5 ημέρες, μεταφορά σε χώρο ωρίμανσης στους 15–16°C για 90 ημέρες και σχετική υγρασία 85-90%. (Kandarakis et al. 1998).

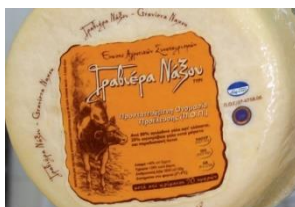
Παράλληλα διενεργούνται μέχρι και 10 επιφανειακά αλατίσματα και αναστροφές των τυριών.



Εικόνα 5.24. *Γραβιέρα Κρήτης.*

5.3.4.4 Γραβιέρα Νάξου

Η γραβιέρα Νάξου (Εικόνα 5.25) είναι ένα σκληρό τυρί, κυλινδρικού σχήματος, με ευχάριστη γεύση και ελαφρύ άρωμα. Παράγεται από γάλα αγελαδινό, ή μείγματα αυτού με πρόβειο και γίδινο και έχει μέγιστη υγρασία 38% και ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα 40%. Η διαδικασία παρασκευής της γραβιέρας είναι: παστερίωση γάλακτος, προσθήκη πυτιάς παραμονή για να πήξει, μεταφορά του τυροπήγματος σε καλούπια και μετά σε πιεστήρια για την εξαγωγή του ορού γάλακτος. Τα τυριά τοποθετούνται σε άλμη οπότε ανάλογα με το μέγεθος των κεφαλιών τους ποικίλλει και ο αριθμός των ημερών «εμβάπτισης» στην άλμη. Ακολουθεί η μεταφορά των τυριών σε θαλάμους ωρίμανσης για να αποκτήσουν τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά και παραμένουν για 70-80 ημέρες υπό ελεγχόμενη θερμοκρασία και υγρασία πάνω σε ξύλινα ράφια, αποβάλλοντας σταδιακά την υγρασία τους. Στο διάστημα αυτό πραγματοποιούνται αλληπάλληλα γυρίσματα. Μετά την ολοκλήρωση της ωρίμανσης τα κεφάλια γραβιέρας πηγαίνουν στο πλυντήριο όπου και πλένονται με χρήση πόσιμου νερού. Ακολουθεί στέγνωμα των τυριών για διάστημα 24 ωρών και η προώθησή τους στο συσκευαστήριο. Συντήρηση των τυριών υπό ψύξη.



Εικόνα 5.25. *Γραβιέρα Νάξου*

Ακολουθεί ο Πίνακας 5.4 με την σύσταση των σκληρών τυριών. Στον Πίνακα αυτόν η σύνθεση και τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της γραβιέρας είναι ενδεικτικά καθώς κάθε τύπος τυριού αυτού του είδους έχει τα δικά του χαρακτηριστικά. Η αναλυτική περιγραφή

των σκληρών τυριών για κάθε είδος γραβιέρας Π.Ο.Π. περιγράφεται στο άρθρο 83, των ενοτήτων Α και Δ του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών.

Πίνακας 5.4 Σύσταση γραβιέρας και οδηγίες συντήρησης (ΕΦΕΤ 2012)

ΟΝΟΜΑ	ΓΡΑΒΙΕΡΑ
Σύνθεση	αιγοπρόβειο ή και αγελαδινό γάλα, οξυγαλακτική καλλιέργεια, πυτιά, αλάτι
Φυσικά χαρακτηριστικά	
Ενέργεια (Kcal/100 g)	470
Πρωτεΐνες (%)	15
Λίπος (%)	35
Υγρασία (μέγιστη) (%)	38
NaCl (%)	2,0
Ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα επί ξηρού (%)	40
Συσκευασία	Κεφάλια των 3, 4,5, 5,5, 8 και 14 Kg
Συνθήκες συντήρησης	Σε ψύξη ($\theta \leq 4^{\circ}\text{C}$)
Συνθήκες διανομής	υπό ψύξη ($\theta \leq 4^{\circ}\text{C}$)
Συνθήκες χρήσης	Συνοδευτικό γεύματος και συμμετοχή στη μαγειρική
Χρόνος ζωής τυριών	Ορίζεται από τον κατασκευαστή

5.3.4.5 Λαδοτύρι Μυτιλήνης

Το λαδοτύρι Μυτιλήνης (Εικόνα 5.26) είναι ένα σκληρό έως λευκοκίτρινο τυρί, σκληρής και ξηρής επιδερμίδας, σχήματος κυλινδρικού, αλμυρής γεύσης και ευχάριστου αρώματος. Παρασκευάζεται από γάλα πρόβειο ή από μείγμα αιγοπρόβειου γάλακτος. Το γάλα πήζει με πυτιά στους 32-34°C για 30 min. Το τυρόπηγμα διαιρείται και αναθερμαίνεται στους 45°C. Τα τυροπήγματα πιέζονται στο κάτω μέρος του κάδου, κόβονται σε τεμάχια, τοποθετούνται σε ειδικά καλούπια, αλατίζονται και ωριμάζουν για τουλάχιστον 3 μήνες σε θερμοκρασία 12-16°C και σχετική υγρασία 85%. Μετά την ωρίμανση, τα τυριά βυθίζονται σε ελαιόλαδο.



Εικόνα 5.26. Λαδοτύρι Μυτιλήνης.

5.3.4.6 Μετσοβόνε

Το Μετσοβόνε (Εικόνα 5.27) ανήκει στα καπνιστά ημίσκληρα έως σκληρά τυριά, χρώματος ανοικτού κιτρινωπού (αχυρόχρουν), με ελαφρά αλμυρή και πικάντικη γεύση, με επιδερμίδα λεπτή, ξηρή, κίτρινη έως καστανόχρωμη, παράγεται παραδοσιακά από αγελαδινό ή μείγματα αυτού με αιγοπρόβειο γάλα. Το οποίο τελευταίο δεν υπερβαίνει το 20% συνολικά του βάρους. Παράγεται παραδοσιακά στην περιοχή της επαρχίας Μετσόβου του Νομού Ιωαννίνων. Έχει μέγιστη υγρασία 38% w/w και ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα επί ξηρού 40% w/w. Παρασκευάζεται όλον τον χρόνο. Τα στάδια τυροκόμησης για το Μετσοβόνε είναι τα κάτωθι: παραλαβή γάλακτος, φιλτράρισμα, παστερίωση 65°C για 17 min, προσθήκη καλλιέργειας οξυγαλακτικών βακτηρίων για μείωση του pH, προσθήκη πυτιάς, διαίρεση πήγματος, τοποθέτηση τυροπήγματος σε ειδικό καλούπι, αλάτιση, ωρίμανση σε ειδικό χώρο για 98 ημέρες, δέσιμο του τυριού με σπάγγο και να μην ακουμπάει το ένα μαστούνι με το άλλο, μεταφορά σε ειδικό κλειστό χώρο όπου γίνεται διοχέτευση καπνού από τη καύση αρωματικών τοπικών φυτών και με άχυρο 90%. Αυτή η διεργασία διεξάγεται στους 35°C και διαρκεί για 4-5 ώρες, ενώ μπορεί να παραμείνει σ' αυτόν τον χώρο έως 24 ώρες (Ανυφαντάκης 2004).



Εικόνα 5.27. Μετσοβόνε.

5.3.4.7 Τυρί Σαν Μιχάλη

Το τυρί Σαν Μιχάλη (Εικόνα 5.28) ανήκει στην κατηγορία των σκληρών τυριών με λευκοκίτρινο έως κίτρινο χρώμα, έχει υφή συμπαγή και ελαστική, φέρει μικρές τρύπες, η γεύση του είναι αλμυρή, πικάντικη και βουτυράτη. Το τυρί μορφοποιείται σε κυλινδρικό κεφάλι με λεπτή και ξηρή επιδερμίδα. Ο χρόνος ωρίμανσης ξεπερνά τους 8 μήνες και αναπτύσσονται πλούσια αρώματα φουντουκιού και άλλων ξηρών καρπών από την ιδιαίτερη χλωρίδα του νησιού. Το τυρί Σαν Μιχάλη παρασκευάζεται στο νησί της Σύρου των Κυκλάδων.



Εικόνα 5.28. Σαν Μιχάλη

5.3.5 Τυριά τυρογάλακτος

Η μυζήθρα και το μανούρι παρασκευάζονται από το τυρόγαλα που απομένει μετά την παρασκευή άλλων τυριών, όπως η φέτα καθώς και με την προσθήκη φρέσκου γάλακτος. Τα δυο αυτά τυριά δεν υφίστανται ωρίμανση και έχουν υψηλή υγρασία.

5.3.5.1 Το Μανούρι

Το Μανούρι (Εικόνα 5.29) είναι ένα μαλακό τυρί ορού γάλακτος χωρίς επιδερμίδα, με ευχάριστη γλυκιά γεύση και χαρακτηριστικό άρωμα που παράγεται από τον ορό πρόβειου ή γίδινου γάλακτος ή από τα μείγμα τους. Αρχικά το μανούρι παρασκευάστηκε στη Κεντρική και Δυτική Μακεδονία και στη Θεσσαλία. Ο ορός του γάλακτος θερμαίνεται στους 88–90°C με συνεχή ανάδευση εντός 40-45 min. Όταν η θερμοκρασία φτάσει τους 70-75°C, προστίθεται αλάτι μαζί με 25% πρόβειο ή γίδινο γάλα. Στους 88–90°C τα τυροπήγματα παραμένουν για 15-30 min και στη συνέχεια μεταφέρονται σε υφασμάτινους σάκους για να στραγγίσουν για 4–5 ώρες. Το τυρί διατηρείται στους 4–5°C μέχρι την κατανάλωση. (Lioliou et al., 2001).



Εικόνα 5.29. Μανούρι.

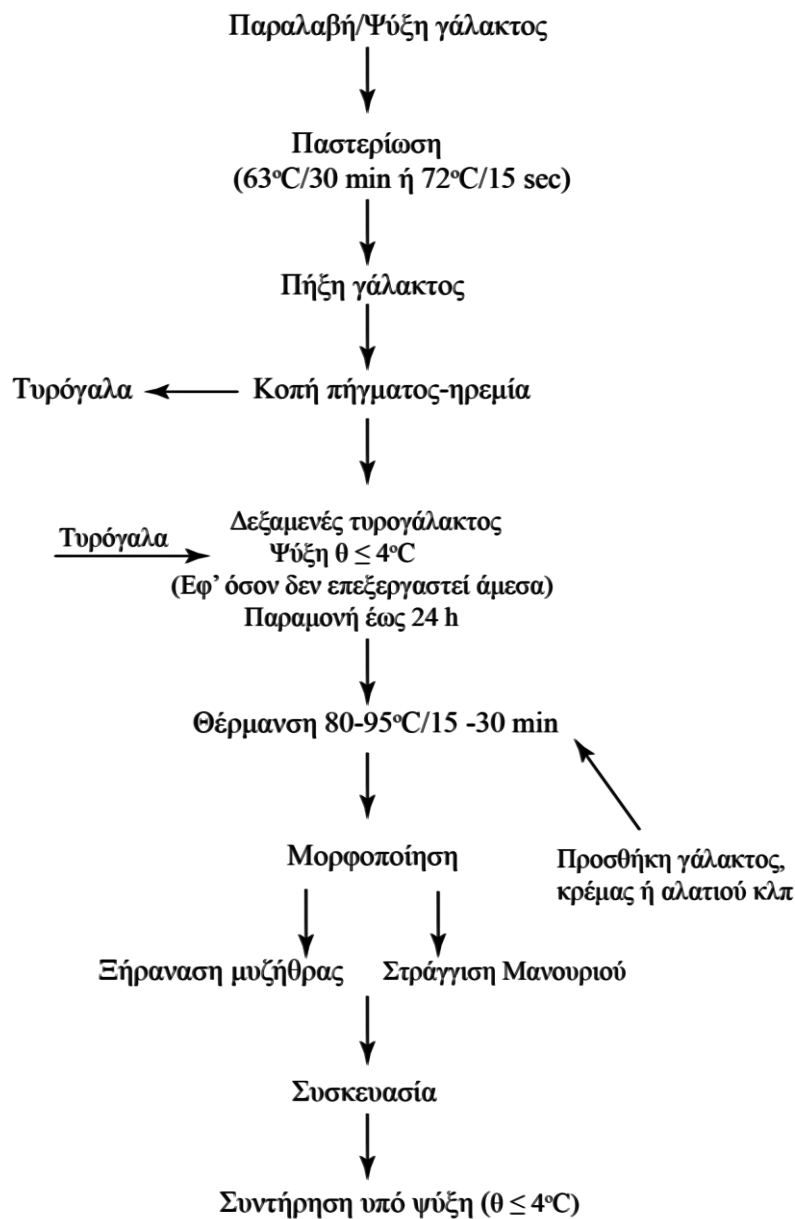
5.3.5.2 Ξυνομυζήθρα Κρήτης

Η Ξυνομυζήθρα Κρήτης (Εικόνα 5.30) είναι ένα μαλακό τυρί ορού γάλακτος πρόβειο ή γίδινο ή μείγμα τους, με έντονη έως γλυκιά γεύση, κοκκώδη έως κρεμώδη υφή χωρίς επιδερμίδα, όπου παράγεται στην Κρήτη. Ο ορός γάλακτος διηθείται και θερμαίνεται στους 90°C για 30 min υπό ανάδευση. Στους 68-70°C προστίθεται μια μικρή ποσότητα έως 15% w/w πλήρες πρόβειο ή γίδινο γάλα. Μετά από 30 min, μεταφέρονται τα τυροπήγματα σε καλούπια που θα στραγγίσουν για 3-5 ώρες και προστίθεται αλάτι. Τα τυριά τοποθετούνται σε υφασμάτινους σάκους, συμπιέζονται για 1 εβδομάδα και διατηρούνται στους 5-10°C για τουλάχιστον 2 μήνες.



Εικόνα 5.30. Ξυνομυζήθρα Κρήτης.

Ακολουθεί η Εικόνα 5.31 με το διάγραμμα παρασκευής των τυριών τυροπήγματος



Εικόνα 5.31. Τεχνολογία παρασκευής τυριών τυρογάλακτος (ΕΦΕΤ 2012)

Στον Πίνακα 5.5 αναγράφονται η διατροφική αξία και οι συνθήκες συντήρησης των τυριών τυροπήγματος.

Πίνακας 5.5: Σύσταση τυριών τυρογάλακτος και οδηγίες συντήρησης (ΕΦΕΤ 2012)

ΟΝΟΜΑ	ΜΥΖΗΘΡΑ ΚΑΙ ΜΑΝΟΥΡΙ	
Σύνθεση	αιγοπρόβειο ή αγελαδινό (μυζήθρα) ορός γάλακτος ή και προσθήκης κρέμας, αλάτι	
Φυσικά χαρακτηριστικά	μυζήθρα	μανούρι
Ενέργεια (Kcal/100 g)	366	374
Πρωτεΐνες (%)	20	10,5
Λίπος (%)	30	36
Υγρασία (μέγιστη) (%)	50	60
NaCl (%)	1,2	1,4
Ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα επί ξηρού (%)	70	70
Συσκευασία	Ανάλογα με τον τύπο του τυριού χρησιμοποιείται αεροσταγής των 200g, 1, 1,5 2 Kg	
Συνθήκες συντήρησης	Σε ψύξη ($\theta < 4^{\circ}\text{C}$)	
Συνθήκες διανομής	υπό ψύξη ($\theta < 4^{\circ}\text{C}$)	
Συνθήκες χρήσης	Συνοδευτικό γεύματος και συμμετοχή στη μαγειρική	
Χρόνος ζωής τυριών	1 έτος	90 ημέρες

5.4 ΙΤΑΛΙΚΑ ΤΥΡΙΑ

5.4.1 Γενικά

Η Ιταλία έχει ανεπτυγμένη βιομηχανία παραγωγής τυριού αν και δεν κατατάσσεται στις κορυφαίες γαλακτοπαραγωγικές χώρες του κόσμου. Σήμερα, διαθέτει το μεγαλύτερο πλήθος ποικιλιών τυριών από οποιαδήποτε άλλη χώρα, με εξαίρεση τη Γαλλία. Ειδικότερα, τα δύο ιταλικά τυριά, Gorgonzola και Grana (Parmigiano Reggiano και Grana Padano), κατατάσσονται μεταξύ των πλέον διάσημων διεθνών ποικιλιών τυριών. Η Ιταλία είναι επίσης ο κύριος παραγωγός των τυριών pasta filata ή των τυριών τυροπήγματος εκ των οποίων τα Provolone, Caciocavallo και Mozzarella είναι τα πιο γνωστά. Η Ιταλία είναι πιθανώς μοναδική στη χρήση γάλακτος τεσσάρων ειδών (αγελαδινό, πρόβειο «pecorini» ή «di pecora, γίδινο «caprini» ή «di capra», και βουβαλίσιο ή «di bufala»).

Το βασικό κριτήριο κατάταξης των ποικιλιών τυριών είναι η περιεκτικότητα σε υγρασία. Αν και βασίζεται στη χρήση διαφόρων προτύπων, η διάκριση μεταξύ σκληρών και των εξαιρετικά σκληρών ποικιλιών δεν είναι σαφώς καθορισμένη.

Στον πίνακα 4.6 αναγράφονται οι κύριες ποικιλίες ΠΟΠ Ιταλικών σκληρών τυριών, καθώς και το είδος του γάλακτος από το οποίο προήλθαν. Αυτά τα τυριά καταναλώνονται σε όλη την Ευρώπη, διατηρούν τα παραδοσιακά χαρακτηριστικά τους, με την πάροδο του χρόνου, παρά τις μεγάλες αλλαγές στην τεχνολογία παρασκευής των τυριών. Όλα αυτά τα

τυριά, με εξαίρεση τα Grana Padano, Parmigiano Reggiano, Asiago, Montasio, Provolone και Ragusano, παράγονται ή μπορεί να παράγονται μόνο από πρόβειο γάλα ή αναμειγνύονται με αγελαδινό γάλα. Τα περισσότερα από τα ιταλικά τυριά που παρασκευάζονται από πρόβειο γάλα ταυτίζονται με το όνομα «Pecorino».

5.4.2 Σκληρά Ιταλικά τυριά

5.4.2.1 Parmigiano Reggiano και Grana Padano

Το τυρί Parmigiano Reggiano παράγεται σε μια περιορισμένη περιοχή του Pianura Padana σύμφωνα με μια παραδοσιακή και καλά καθορισμένη τεχνολογία. Για την παρασκευή του Parmigiano Reggiano (Εικόνα 5.32,α), η σίτιση των αγελάδων υπόκειται στους ακόλουθους περιορισμούς:

- 1) Ο λόγος μεταξύ χορτονομής και άλλων ζωοτροφών πρέπει να είναι ≥ 1 για τον περιορισμό της ξηράς ύλης (DM) που προέρχεται από ζωοτροφές, οι οποίες είναι πλούσιες σε άμυλο και πρωτεΐνες. Η ενσιρωμένη ζωοτροφή (*Ενσίρωση είναι η μέθοδος διατήρησης χλωρού χόρτου σε αναερόβιες συνθήκες. Το προϊόν της ενσίρωσης ονομάζεται ενσίρωμα και χαρακτηρίζεται από μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία και οργανικά οξέα, κυρίως γαλακτικό οξύ*)
- 2) ποσοστό $\geq 25\%$ ξηρής ύλης της χορτονομής που χρησιμοποιείται πρέπει να παράγεται στο ίδιο αγρόκτημα το τυρί όπου παρασκευάζεται
- 3) ποσοστό $\geq 75\%$ ξηρής ύλης της χορτονομής που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι παράγεται εντός της περιοχής όπου παράγεται νόμιμα το Parmigiano Reggiano.
- 4) Η τροφοδοσία της ενσίρωσης δεν επιτρέπεται να ελαχιστοποιεί τον αριθμό των αεριογόνων βακτηρίων. Η προσθήκη λυσοζύμης (2 g hL^{-1}) στο γάλα επιτρέπεται για την παρασκευή του Grana Padano (Εικόνα 5.32,β) ως μέσο κατά των κλωστηριδίων.



(α)



(β)

Εικόνα 5.32. (α) Parmigiano Reggiano (β) Grana Padano

Πίνακας 5.6. Κύρια χαρακτηριστικά των παραγόμενων σκληρών Ιταλικών τυριών									
<i>Τυρί</i>	Είδος γάλακτος	Καλλιέργεια εκκίνησης	Είδος πυτιάς	Θέρμανση (°C)	Αλάτισμα	Ωρίμανση	Πρωτεόλυση	Λιπόλυση	pH
Grana Padano	Αγελαδινό, νωπό, μερικώς αποβουτυρωμένο	Φυσικού ορού γάλακτος (θερμόφιλα ραβδόμορφα βακτήρια γαλακτικού οξέος)	Μοσχαριού, σκόνη	53-54	22-24 ημέρες σε κορεσμένη άλμη	12-16 μήνες στους 18-20 °C	Ισχυρή, αργή	Ασθενής	5,5-5,6
Parmigiano Reggiano	Αγελαδινό, νωπό, μερικώς αποβουτυρωμένο	Φυσικού ορού γάλακτος (θερμόφιλα βακτήρια γαλακτικού οξέος)	Μοσχαριού, σκόνη	54-55	22-23 ημέρες σε κορεσμένη άλμη	18-24 μήνες στους 18-20 °C	Ισχυρή, αργή	Ασθενής	5,4-5,5
Asiago	Αγελαδινό, νωπό, μερικώς αποβουτυρωμένο	Καμμία ή φυσική καλλιέργεια στον ορό ή στο γάλα	μοσχαριού σκόνη ή υγρή	40-46	Ξηρό αλάτισμα για 10-12 ημέρες	12-24 μήνες στους 15-16 °C	Αρκετά ισχυρή	Ασθενής	5,5
Montasio	Αγελαδινό, νωπό, μερικώς αποβουτυρωμένο	Φυσική καλλιέργεια ορού	Μοσχαριού σκόνη ή υγρή	48-50	Ξηρό αλάτισμα για 10-12 ημέρες ή 4-7 ημέρες σε κορεσμένη άλμη	12 μήνες στους 15- 18 °C	Αρκετά ισχυρή	Μέτρια	5,0-5,5
Pecorino Romano	Πρόβειο, νωπό ή θερμισμένο, πλήρες	Φυσική καλλιέργεια ορού (scotta)	Αρνιού (paste)	45-46	Ξηρό αλάτισμα για 30-60 ημέρες	8-12 μήνες στους 10-14 °C	Ισχυρή	Ισχυρή	5,3-5,4
Pecorino Siciliano	Πρόβειο, νωπό ή θερμισμένο, πλήρες	Καμμία ή φυσική καλλιέργεια στον ορό ή στο γάλα	Αρνιού (paste)	40-45	Ξηρό αλάτισμα για 10-20 ημέρες	6-8 μήνες στους 12-15 °C	Αρκετά ισχυρή	Ισχυρή	5,2-5,5
Pecorino Sardo	Πρόβειο, νωπό ή θερμισμένο, πλήρες	Φυσική καλλιέργεια ορού	Μοσχαριού (paste)	40-45	Κορεσμένη άλμη/ή ξηρό αλάτισμα	2-12 μήνες	Αρκετά ισχυρή	Ισχυρή	5,2-5,5
Fiore Sardo	Πρόβειο, νωπό, πλήρες	Φυσική καλλιέργεια ορού	Αρνιού ή γίδινη (paste)	Χωρίς θέρμανση	Κορεσμένη άλμη/ή ξηρό αλάτισμα	3-6 μήνες στους 12-16 °C	Αρκετά ισχυρή	Ισχυρή	5,1-5,3
Canestrato Pugliese	Πρόβειο, νωπό	Καμμία ή φυσική καλλιέργεια στον ορό ή στο γάλα	Μοσχαριού, σκόνη ή υγρή	Χωρίς θέρμανση ή 45	Ξηρό αλάτισμα για 4-6 ημέρες	4-12 μήνες στους 11-14 °C	Αρκετά ισχυρή	Αρκετά ισχυρή	5,0-5,2
Castelmagno	Αγελαδινό, μείγμα αγελαδινού, πρόβειου και γίδινου, νωπά, μερικώς αποβουτυρωμένα	Καμμία ή φυσική καλλιέργεια στον ορό ή στο γάλα	Μοσχαριού, σκόνη ή υγρή	Χωρίς θέρμανση	Ξηρό αλάτισμα για 4-6 ημέρες	6-12 μήνες στους 10-12 °C	Αρκετά ισχυρή	Αρκετά ισχυρή	5,0-5,3

Χρησιμοποιείται μείγμα γάλακτος από δύο διαδοχικά αρμέγματα για την παρασκευή του Parmigiano Reggiano και το απογευματινό γάλα αποβουτυρώνεται μερικώς μετά από ολονύχτιο διαχωρισμό της κρέμας. Το Grana Padano παρασκευάζεται από ένα άρμεγμα και το γάλα αποκορυφώνεται σε περίπου 8 ώρες με φυσικό διαχωρισμό. Στο διάστημα αυτό, το μικροβιακό φορτίο του γάλακτος μειώνεται. Οι λιποπεριεκτικότητες του γάλακτος για τα Parmigiano Reggiano και Grana Padano είναι περίπου 2,4-2,5% και 2,1-2,2% αντιστοίχως (Addeo F et al., 1988). Οι φυσικές καλλιέργειες ορού γάλακτος που χρησιμοποιούνται ως ενακτήριες για τα τυριά (Grana) παράγονται από ορό γάλακτος της προηγούμενης τυροκόμησης, ο οποίος διατηρείται σε κυμαινόμενη θερμοκρασία (από περίπου 50°C έως περίπου 35-20°C) για περίπου 18-24 h. Η μικροβιακή σύνθεση της φυσικής ενακτήριας καλλιέργειας είναι περίπλοκη και υπόκειται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες. Επικρατούν σ' αυτήν οι θερμοφιλοι γαλακτοβάκιλλοι γαλακτικού οξέος (περίπου 10^9 cfu mL⁻¹) όπως οι *L. helveticus*, *L. delbrueckii subsp. lactis*, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, και *L. fermentum*. Ο λόγος μεταξύ υποχρεωτικά ομοζυμωτικών προς ετεροζυμωτικά είδη είναι περίπου 10:1. Το μερικώς αποκορυφωμένο γάλα αναμειγνύεται σε αναλογία 1:1 με πλήρες γάλα από το άρμεγμα του επόμενου πρωινού. Ποσότητα της φυσικής καλλιέργειας ορού γάλακτος, περίπου 3% (v/v), προστίθεται στο γάλα. Η πυτιά μόσχου που χρησιμοποιείται για το Parmigiano Reggiano περιέχει λιγότερο από 3-4% πεψίνη, με βάση τη δραστηριότητα της πήξης. Η θερμοκρασία θέρμανσης του τυροπήγματος κυμαίνεται μεταξύ 53 και 55°C, η πυτιά προστίθεται στους 32-34°C για 22-23 min. Οι δεξαμενές που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τυριών Parmigiano Reggiano και Grana Padano έχουν χωρητικότητα 10-12 hL και παραδοσιακά, έχουν σχήμα ανεστραμμένου κουδουνιού. Από κάθε κάδο, παράγονται δύο τυριά, το καθένα ζυγίζει 35-37 kg μετά την ωρίμανση. Τα τυριά Grana έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία (περίπου 30%). Το Parmigiano Reggiano και το Grana Padano είναι κυλινδρικού σχήματος, διαμέτρου 33-45 cm και ύψους 18-25 cm, με τυπική συμπαγή υφή, με ή χωρίς μικρές οπές, και λιώνουν στο στόμα με γλυκιά γεύση, η οποία είναι αποτέλεσμα πολύ αργής ωρίμανσης, κατά την οποία η πρωτεόλυση είναι το κύριο βιοχημικό γεγονός (Bottazzi, 1962, Consorzio del Formaggio Parmigiano Reggiano, 1989· Gobbetti and Di Cagno, 2002). Η μέση σύσταση των τυριών Parmigiano Reggiano και Grana Padano αναγράφεται στον Πίνακα 5.7.

Πίνακας 5.7. Χημική σύσταση ώριμων τυριών Parmigiano Reggiano, Grana Padano

Όνομα	<i>Parmigiano Reggiano</i>	<i>Grana Padano</i>
	<i>g/100g από τυρί</i>	
Υγρασία	30,8	32,0
Λίπος	28,4	27,0
Ολική πρωτεΐνη (N X 6,38)	33,0	33,0
τέφρα	4,6	4,9
NaCl (αλάτι)	1,4	1,7
Ασβέστιο	1,15	1,15
Μαγνήσιο	0,04	0,043
Διαλυτό Ν% /συνολικό άζωτο	32	34
Στα ώριμα τυριά υπάρχουν επίσης:		
	Βιταμίνη Α	300 μg
	Βιταμίνη Β ₁	22 μg
	Βιταμίνη Β ₂	370 μg
	Βιταμίνη Β ₆	106 μg
	βιοτίνη	22 μg
	Βιταμίνη Β ₁₂	4 μg

Πηγή: Resmini, P., et al., 1988.

5.4.2.2 Asiago d'Allevo

Παρασκευάζονται διάφοροι τύποι τυριών Asiago, οι οποίοι διαφέρουν κυρίως στη διάρκεια της ωρίμανσης. Το Asiago d'Allevo (Εικόνα 5.33) είναι μια σκληρή ποικιλία τυριών, ωριμασμένη για περίπου 6-12 μήνες, και συνήθως παράγεται στην περιοχή του Veneto. Παλαιότερα, το τυρί παρασκευαζόταν από πρόβειο γάλα, αλλά τώρα χρησιμοποιείται μόνο αγελαδινό γάλα. Το νωπό γάλα από ένα ή δύο διαδοχικά αρμέγματα αποβουτυρώνεται μερικώς όπως έχει περιγραφεί για το τυρί Parmigiano Reggiano. Τα θερμοφιλά βακτήρια γαλακτικού οξέος επικρατούν στη φυσική καλλιέργεια εκκίνησης του ορού. Η θέρμανση του τυροπήγματος γίνεται για 20-30 min και χωρίζεται σε δύο στάδια. Μετά την κοπή, το τυρόπηγμα θερμαίνονται στους 40-42°C και παραμένει για 5-7 min. Στη συνέχεια, η θερμοκρασία αυξάνεται στους 46°C και διατηρείται για 15-25 min. Μετά την τοποθέτηση σε καλούπια πιέζονται για περίπου 12 ώρες. Η ωρίμανση διαρκεί 1 χρόνο αλλά κατ' εξαίρεση μπορεί να απαιτήσει και 2 χρόνια. Το σχήμα των τυριών είναι κυλινδρικό, ύψους 9–12 cm και διαμέτρου 30–35 cm και ζυγίζουν 8–12 kg. Η υφή είναι συμπαγής και η γεύση είναι ελαφρώς γλυκιά (Battistotti et al., 1983· Gobbetti and Di Cagno, 2002· Innocente et al., 2000· Ottogalli, 2001).

Εικόνα 5.33. *Asiago d'Allevo*.



5.4.2.3 Pecorino Romano

Η παραγωγή του Pecorino Romano (Εικόνα 5.34) περιορίζεται στις περιοχές γύρω από τη Ρώμη και στη Σαρδηνία.



Εικόνα 5.34. *Pecorino Romano*

Παρασκευάζεται συνήθως από νωπό πρόβειο ή θερμισμένο γάλα που εμβολιάζεται με μια φυσική καλλιέργεια, «scotta fermento», η οποία παράγεται με οξίνιση της «scotta», του ορού γάλακτος που λαμβάνεται από την παρασκευή Ricotta. Στη καλλιέργεια εκκίνησης επικρατούν τα θερμοφιλά βακτήρια του γαλακτικού οξέος όπως: (*Streptococcus thermophilus*, *L. delbrueckii subsp. lactis* και *Lb. Helveticus*). Η πήξη του γάλακτος γίνεται στους 37–39°C με πυτιά αρνιού, και μετά το κόψιμο, το τυρόπηγμα θερμαίνεται στους 45–46°C. Τοποθέτηση του τυροπήγματος σε καλούπια, ώστε να γίνει η αποστράγγιση του ορού γάλακτος. Η ωρίμανση του τυριού διαρκεί 8–12 μήνες στους 10–14°C για να αναπτύξει τη χαρακτηριστική του γεύση. Το τυρί έχει κυλινδρικό σχήμα, ύψους 25–32 cm και διαμέτρου 25–30 cm και ζυγίζει 22–32 kg. Τα αισθητηριακά χαρακτηριστικά του τυριού Pecorino Romano εξαρτώνται κυρίως από τη λιπόλυση των ενζύμων. (Battistotti et al., 1983· Gobbetti and Di Cagno, 2002· Ottogalli, 2001). Στον παρακάτω πίνακα 5.8 αναγράφονται οι μέσοι όροι μερικών χημικής συστατικών σύστασης σκληρών Ιταλικών τυριών.

Πίνακας 5.8 Μέσος όρος μερικών συστατικών σκληρών Ιταλικών τυριών

Σκληρά τυριά	Υγρασία (%)	Πρωτεΐνη (%)	Λιπαρά (%)	Τέφρα (%)
Grana Padano	32	33	27	4,9
Parmigiano Reggiano	30,8	33	28,4	4,6
Asiago	34	29	31	5
Montasio	32	26	34	-
Pecorino Romano	31	28,5	29	8,5
Pecorino Siciliano	31,5	32,5	28	-

Πηγή: Kindstedt P., 2004

4.4.2.4. Pecorino di Picinisco

Είναι ένα σκληρό τυρί (Εικόνα 5.35) που παρασκευάζεται στην περιοχή Valle di Comino από νοπό πρόβειο γάλα έως και 25% κατσικίσιο γάλα.

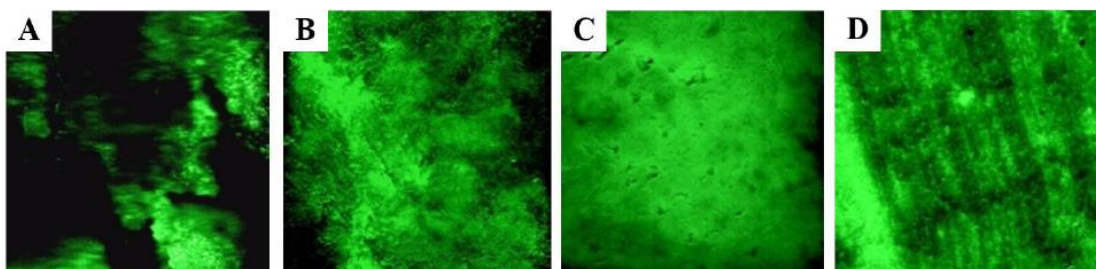


Εικόνα 5.35. *Pecorino di Picinisco*

5.4.3 Ημίσκληρα τυριά (pasta filata)

Ο όρος pasta filata προέρχεται από μια ιταλική φράση που σημαίνει «πλαθώμενο τυρί». Μερικά τυριά είναι μαλακά ή μέτριας σκληρότητας και καταναλώνονται φρέσκα ή μετά από ένα σύντομο χρονικό διάστημα ωρίμανσης (π.χ. μοτσαρέλα υψηλής υγρασίας, μοτσαρέλα χαμηλής υγρασίας). Άλλα τυριά είναι σκληρά ή ημίσκληρα και υφίστανται εκτεταμένη ωρίμανση πριν από την κατανάλωση (π.χ. Caciocavallo, Ragusano, Kashkaval και Provolone). Όλα τα τυριά τύπου pasta filata έχουν ένα μοναδικό στάδιο επεξεργασίας. Προς το τέλος της παραγωγής τους, το τυρόπηγμα βυθίζεται σε ζεστό νερό ή άλμη και πλάθεται χειροκίνητα ή μηχανικά. Η προκύπτουσα πλαστική ημιρέουσα μάζα μορφοποιείται είτε με τα χέρια είτε σε καλούπια. Η διαδικασία αυτή επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την υφή του τυριού επειδή μετατρέπει το άμορφο τριδιάστατο πρωτεϊνικό πλέγμα του τυροπήγματος σε μια προσανατολισμένη, πολυστρωματική δομή (Paz N. F. et al., 2017) αποτελούμενη από παράλληλες ευθυγραμμισμένες πρωτεϊνικές ίνες

διαχωριζόμενες από μεγάλα κανάλια που περιέχουν συσσωρευμένο λίπος και ορό (Εικόνα 5.37).



Εικόνα 5.36. Μακροφωτογραφίες σε διαφορετικά στάδια του τυροπήγματος (A) 15 min μετά την προσθήκη χυμοσίνης pH 6,57· (B) σε 90 min μετά την προσθήκη χυμοσίνης, pH 6,0· (C) σε 150 min μετά τη προσθήκη χυμοσίνης, pH 5,77 και (D) τυρί Mozzarella από γίδινο γάλα μετά τη μάλαξη και το πλάσιμο.

Αυτή η ικανότητα του τυροπήγματος διέπεται κυρίως από την ποσότητα της καζεΐνης που συνδέεται με το ασβέστιο (φωσφορικό ασβέστιο) το οποίο είναι διαθέσιμο για τη διασύνδεση της άμορφης παρα-καζεΐνης κατά την διάρκεια θέρμανσης του τυροπήγματος. Η ενυδάτωση της παρα-καζεΐνης αυξάνεται όταν το επίπεδο του ασβεστίου με την καζεΐνη μειώνεται. Το γεγονός αυτό συμβάλλει σημαντικά στην ικανότητα του τυροπήγματος να πλαστικοποιηθεί. Δύο παράμετροι καθορίζουν την ποσότητα του ενωμένου ασβεστίου με την καζεΐνη του τυροπήγματος κατά τη διάρκεια του πλάσιματος: (1) τη συνολική περιεκτικότητα του ασβεστίου στο τυρόπηγμα και (2) η κατανομή του συνολικού ασβεστίου μεταξύ της διαλυτής και αδιάλυτης καταστάσεως. Η ενωμένη καζεΐνη με το ασβέστιο διαχωρίζεται από το πλέγμα παρα-καζεΐνης προς στην υδατική φάση καθώς το pH του τυροπήγματος μειώνεται και εξελίσσεται η συναίρεση. Οι απώλειες του ασβεστίου παρατηρούνται όταν η οξίνιση συμβαίνει προτού ξεκινήσει η συναίρεση, όπως στην παρασκευή προ-οξιτισμένων και άμεσα οξιτισμένων τυριών Mozzarella. Το pH του τυροπήγματος παίζει καθοριστικό ρόλο κατά τον χρόνο πλάσιματος προκειμένου το τελευταίο να έχει ελαστική μορφή. Αυτό ισχύει για όλα τα τυριά του τύπου pasta-filata.

5.4.3.1 Mozzarella di Bufala Campana

Το τυρί Μοτσαρέλα (Εικόνα 5.37) είναι υψηλής υγρασίας και παράγεται από γάλα νεροβούβαλου στην Νότια Ιταλία. Μια βέλτιστη αναλογία πρωτεϊνών (4,3-4,7%) και λίπος (7,0% ή παραπάνω) χρειάζεται για να λάβει τα βέλτιστα λειτουργικά χαρακτηριστικά τυριού. Χρησιμοποιείται φυσική καλλιέργεια ορού γάλακτος από προηγούμενη τυροκόμηση. Ο ορός γάλακτος επωάζεται σε θερμοκρασία δωματίου μέχρι να φτάσει σε οξύτητα 40-60 SH 100 ml⁻¹. Προστίθεται υγρή μαγιά μοσχαριού στο γάλα στους 34-38°C και η πήξη διαρκεί 30 min. Κοπή του τυροπήγματος σε διαστάσεις 2-3 cm, ακολουθεί ωρίμανση στον ορό γάλακτος για περίπου 5 ώρες από την προσθήκη της πυτιάς. Εν συνεχεία το τυρόπηγμα πλάθεται προσθέτοντας ζεστό νερό (95°C) για αύξηση της θερμοκρασίας του τυροπήγματος στους 68°C. Μετά, το πλαθόμενο τυρόπηγμα βυθίζεται σε κρύο νερό και περαιτέρω σε άλμη, πριν από τη συσκευασία. Η Mozzarella di Bufala Campana έχει στρογγυλό σχήμα, χρώμα λευκής πορσελάνης, πολύ λεπτή επιδερμίδα (1 mm) και λεία επιφάνεια.

Εικόνα 5.37. *Mozzarella di Bufala Campana*



5.4.3.2 Caciocavallo Silano

Το τυρί Caciocavallo Silano (Εικόνα 5.38) είναι ημίσκληρο (pasta-filata) παρασκευαζόμενο στις περιοχές της Καλαβρίας και της Καμπανίας της Νότιας Ιταλίας. Παράγεται από νωπό ή ελαφρώς θερμικά επεξεργασμένο αγελαδινό γάλα σε 58°C για 30 s. Η διαδικασία παρασκευής του είναι παρόμοια με εκείνη της Mozzarella di Bufala Campana. Η πήξη του γάλακτος επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας πυτιά μοσχαριού σε 36–38°C. Τα κεφάλια των τυριών δένονται στους πόλους για να ευνοηθεί ο αερισμός τους και η ωρίμανση τους διαρκεί από 15 ημέρες έως αρκετούς μήνες. Το τυρί έχει λεία, λεπτή και κίτρινη επιδερμίδα (Piraino P. et al., 2008).



Εικόνα 5.38. *Caciocavallo Silano*

5.4.3.3 Kashkaval

Παρασκευάζονται πολλές ποικιλίες τυριού τύπου Kashkaval (Εικόνα 5.39), γενικά σε περιοχές της Μεσογείου εκτός της Ιταλίας: Kasseri (Ελλάδα), Kashar (Τουρκία). Παραδοσιακά το τυρί Kashkaval παρασκευάζεται από νωπό αγελαδινό γάλα, φτωχής μικροβιολογικής ποιότητας χωρίς την προσθήκη καλλιεργείων εκκίνησης. Την τελευταία δεκαετία, επικρατεί το παστεριωμένο γάλα και εισήχθησαν βαθμιαία καλλιέργειες εκκίνησης προκειμένου να τυποποιηθεί η ποιότητα του τυριού Kashkaval. Προσθήκη πυτιάς μοσχαριού. Κοπή του τυροπήγματος σε τεμάχια 6-8 mm και ανάδευση στους 32°C για 5 min. Ακολουθεί προαιρετική θέρμανση στους 42°C για 35 λεπτά ανάλογα με την ποικιλία. Τοποθέτηση σε καλούπια, στράγγιση, πίεση από το βάρος του τυροπήγματος για 30 λεπτά. Τα συνενωμένα τυροπήγματα τεμαχίζονται και συνεχίζεται η γαλακτική ζύμωση. Το ώριμο τυρόπηγμα αποκτά την υφή του, μετά τη διαβροχή του με θερμή άλμη (72–75°C). Η μάζα του τυροπήγματος αναδεύεται με ένα δυνατό ξύλινο ραβδί για να αποκτήσει μια συμπαγή δομή. Στη συνέχεια, το ζεστό τυρόπηγμα πλάθεται με το χέρι σαν ζύμη, που το κάνει περισσότερο πλαστικό και ελαστικό. Στην παραδοσιακή παρασκευή, το τυρί Kashkaval αλατίζεται μερικώς με ξηρό αλάτι κατά τη διάρκεια του πλασίματος. Το Kashkaval γενικά ωριμάζει 3-4 μήνες. Η μορφή του Kashkaval (Εικόνα 4.40) είναι επίπεδη κυλινδρική με απαλή, κεχριμπαρένια επιδερμίδα, διαμέτρου 30 cm και ύψους 10–13 cm και 7–8 kg σε βάρος. Η γεύση του είναι ισορροπημένη και μετρίως πικάντικη. Η σκληρότητα του τυριού συσχετίζεται με τη χημική του σύσταση: αυξημένη πρωτεΐνη και NaCl συμβάλλουν σε υψηλότερη σκληρότητα του τυριού ενώ μεγαλύτερη ποσότητα νερού, αυξημένη συγκέντρωση λίπους, και αυξημένο pH καθιστούν το τυρί μαλακότερο (Andronoiu D.G et al., 2015).



Εικόνα 5.39. *Kashkaval*

5.4.3.4 Provolone Valpadana και Provolone del Monaco

Παρόλο που το τυρί Provolone Valpadana (Εικόνα 5.40) προέρχεται από τη νότια Ιταλία εντούτοις παράγεται από νωπό αγελαδινό στην βόρειο Ιταλία (περιοχές Λομβαρδίας, Εμίλια-Ρομάνια, Βένετο και Τρεντίνο). Ως καλλιέργειες εκκίνησης χρησιμοποιούνται φυσικός ορός γάλακτος ή καλλιέργειες γάλακτος. Η πήξη γάλακτος επιτυγχάνεται με πυτιά μοσχαριού, ή πυτιά αγελάδας, ανάλογα με την ποικιλία του τυριού (γλυκιά ή πικάντικη γεύση). Μετά την κοπή, το τυρόπηγμα ωριμάζει σε ορό γάλακτος έως ότου επιτευχθεί η επιθυμητή οξύτητα. Το πλάσιμο πραγματοποιείται χειροκίνητα σε ζεστό νερό δίνοντας στο τυρόπηγμα το τυπικό σχήμα φιάλης και το κεφάλι κλεισμένο με σπάγγο. Το αλάτισμα γίνεται σε άλμη και το τυρί ωριμάζει σε διαφορετικές χρονικές περιόδους, ανάλογα με την ποικιλία του τυριού (σε ορισμένες περιπτώσεις έως 6 μήνες): τα τυριά δένονται από σπάγγους και κρέμονται. Τα ωριμασμένα τυριά έχουν πικάντικη γεύση.

Εικόνα 5.40. *Provolone Valpadana*



Το Provolone del Monaco είναι ένα άλλο τυρί ημίσκληρο τύπου pasta-filata που παρασκευάζεται παραδοσιακά στα βουνά Lattari στην περιοχή της Campania από νωπό αγελαδινό γάλα και χωρίς προσθήκη καλλιέργεια εκκίνησης. Η παρασκευή είναι παρόμοια με το Provolone Valpadana.

5.4.4 Μαλακά τυριά

5.4.4.1 Casciotta D'Urbino

Το Casciotta D'Urbino είναι ένα μαλακό τυρί το οποίο παρασκευάζεται από 70% έως 80% πρόβειο γάλα και 20%–30% αγελαδινό γάλα. Το γάλα παστεριώνεται γίνεται προσθήκη υγρής ή στερεής πυτιά αρνιού και πήζει στους 35–38°C. Η αλάτιση των τυριών γίνεται με ξηρό αλάτι και ωριμάζουν για 20-30 ημέρες. (Di Cagno et al., 2007a).

5.4.4.2 Murazzano

Το Murazzano είναι ένα φρέσκο τυρί από πρόβειο γάλα ή μείγματα πρόβειου γάλακτος (τουλάχιστον 60%) με αγελαδινό γάλα. Προσθήκη πυτιάς, πήζει στους 37°C. Το τυρί, έχει κυλινδρικό σχήμα και τέλος η ωρίμανση του αλατισμένου τυριού γίνεται για 4-10 ημέρες.

5.4.5 Τυρί τυροπήγατος

5.4.5.1 Ricotta Romana

Το Ricotta Romana (Εικόνα 5.41) είναι τυρί τυροπήγατος, στον οποίο μπορεί να προστεθεί πρόβειο γάλα. Για την παρασκευή του χρησιμοποιείται ο ορός γάλακτος, από του τυριού Pecorino, θερμαίνεται στους 80°C, το τυρόπηγμα ανεβαίνει στην επιφάνεια και συλλέγεται σε ρηγά κωνικά καλούπια όπου στραγγίζει για 12-14 ώρες σε δροσερά δωμάτια (Giangolini et al. 2009).



Εικόνα 5.41. *Ricotta Romana*

5.5 Γαλλικά τυριά

Η Γαλλία μας προσφέρει μια ποικιλία 1000 διαφορετικών τυριών, μαλακών, ημίσκληρων και σκληρών, από τα οποία τα 45 είναι ΠΟΠ (Appellation d'Origine Contrôlée) και τα 38 είναι ΠΓΕ (Appellation d'Origine Protégée). Με κατανάλωση 20 kg τυριού ανά έτος και ανά κάτοικο, οι Γάλλοι είναι οι μεγαλύτεροι καταναλωτές μετά τους Έλληνες. Εκτιμάται πολύ η συνεισφορά του τυριού στη γεύση αλλά εξίσου επίσης η σημαντική προσφορά του σε ασβέστιο, πρωτεΐνες και ενέργεια.

5.5.1 Γαλλικά Μεσογειακά τυριά ΠΟΠ

5.5.1.1 Γενικά για το τυρί Roquefort

Από τα 85 τυριά ΠΟΠ και ΠΓΕ που παράγονται στην Γαλλία, μόνο τρεις ποικιλίες παρασκευάζονται από πρόβειο γάλα (Roquefort, Brocciu και Ossau-Iraty). Το σημαντικότερο

τυρί από αυτά είναι το Roquefort το οποίο είναι αρχαίας προέλευσης (χρονολογείται από το 1000 μ.χ) και προστατεύεται ως ΠΟΠ από το 1925.

Το τυρί Roquefort (Εικόνα 5.42) παράγεται από γάλα προβάτων της φυλής Lacaune που είναι από τις πλέον ονομαστές παγκοσμίως. Μεγάλη σημασία για την ποιότητα του γάλακτος έχει η διατροφή των ζώων η οποία συνίσταται κατά 40% από χόρτο της περιοχής, από 40% ζωοτροφές και από 20% συμπληρώματα (κριθάρι, σιτάρι, καλαμπόκι, βρώμη, μεταλλικά άλατα). Πρέπει να σημειωθεί ότι τα $\frac{3}{4}$ της τροφής των προβάτων πρέπει να παράγεται στην περιοχή του χωριού Roquefort-sur-Soulzon.

Όλα τα εργοστάσια παραγωγής βρίσκονται στην περιοχή του Roquefort-sur-Soulzon από τα οποία το τυρί προωθείται προς ωρίμανση σε υπόγεια φυσικά κελάρια που εκτείνονται κάτω από το χωριό. Τόσο η παραγωγή όσο και η ωρίμανση πρέπει να πληρούν τους ακόλουθους όρους που επιβάλλει η Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης, ΠΟΠ (Appellation d'origine protégée) για το Roquefort:

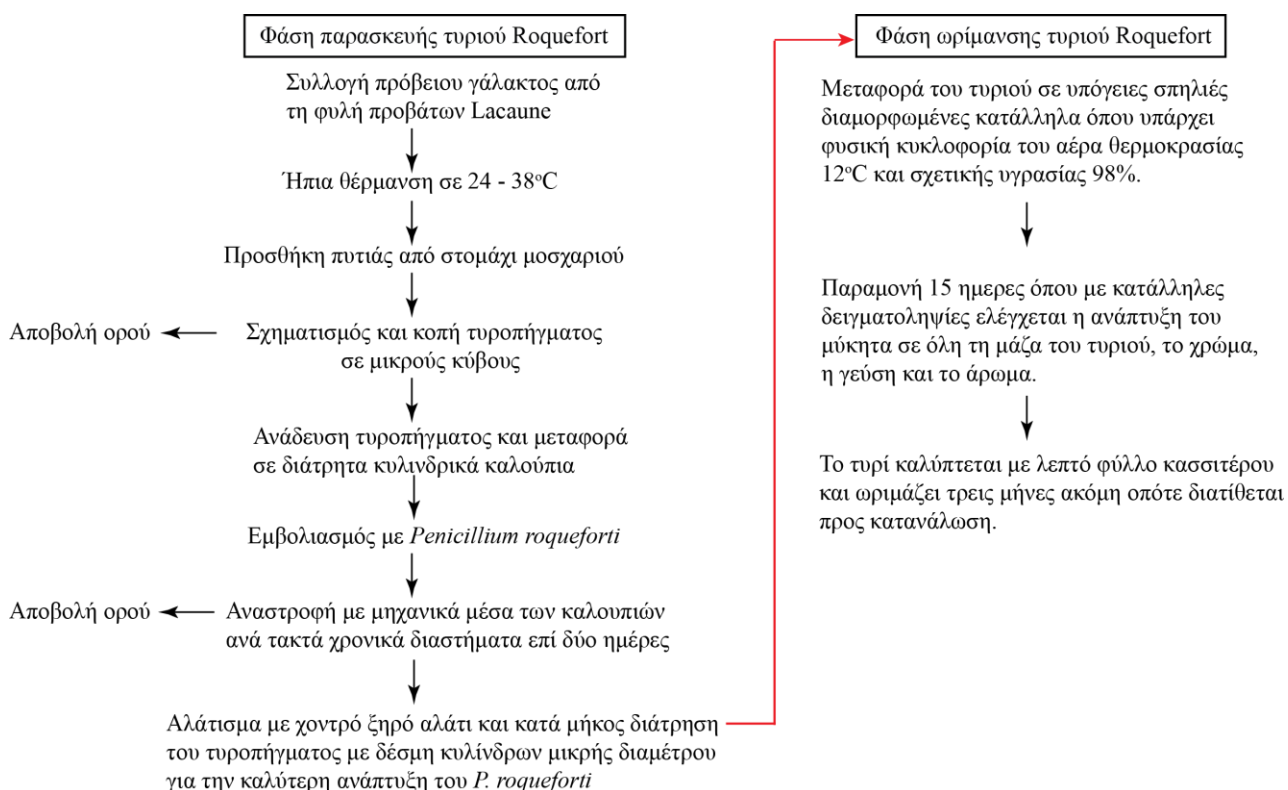
- η γεωγραφική περιοχή παραγωγής, που προορίζεται ως η περιοχή στην οποία το γάλα παράγεται και το τυρί υφίσταται επεξεργασία και ωρίμανση·
- οι συνθήκες παραγωγής και ωρίμανσης, βάσει γνωστών και τοπικών μεθόδων.
- οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του τυριού·
- οι μέθοδοι ελέγχου.



Εικόνα 5.42. Αριστερά: το τυρί Roquefort. Δεξιά: Σημειώνεται η περιοχή παραγωγής με κόκκινο χρώμα.

Στην παρακάτω Εικόνα 5.43 αναφέρεται η παρασκευή του Roquefort:

5.5.1.2 Παρασκευή και συνθήκες ωρίμανσης του Roquefort



Εικόνα 5.43. Παρασκευή και ωρίμανση του τυριού *Roquefort*.

5.5.1.3 Λιπολυτικά ένζυμα του *P. roqueforti*

Το *Penicillium roqueforti* είναι ένας νηματώδης μύκητας που χρησιμοποιείται κατά τη διαδικασία παρασκευής μπλέ τυριού. Ορισμένα στελέχη παίζουν σημαντικό ρόλο στην ωρίμανση αυτών των τυριών, η οποία πραγματοποιείται λόγω της κατανάλωσης γαλακτικού οξέος μέσω της β -οξειδωσης και της αλκαλικής λιπολυτικής δράσης των εξωκυττάρριων ενζύμων (Martínez-Rodríguez et al., 2014). Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι ο σχηματισμός δύο μεθυλοκετονών, της 2-επτανόνης και της 2-εννεανόνης, οι οποίες θεωρούνται υπεύθυνες για την οσμή και τη γεύση του μπλέ τυριού (Cao et al. 2014). Ορισμένες λιπάσες είναι τοποεκλεκτικές, αντιδρώντας με τριγλυκερίδιο στη θέση sn-1 ή sn-3. Οι λιπάσες που λαμβάνονται από *P. Roqueforti* εμφανίζουν εξειδίκευση, ακόμη και στα λιπαρά οξέα βραχείας

αλύσου, ή διαφορετικά, είναι ειδικά λιπαρά οξέα μικρής αλύσου. Το *Penicillium roqueforti* παράγει αρκετούς τύπους δραστικών λιπολυτικών πρωτεϊνών που διαφέρουν ως προς το μοριακό βάρος, τη σύνθεση αμινοξέων/υδατανθράκων, την εξειδίκευση του υποστρώματος και την προτίμηση για συνθήκες επώασης όπως η θερμοκρασία και το pH (Mase et al. 1995).

5.5.1.4 Πρωτεολυτικά ένζυμα του *P. roqueforti*

Σε βιοχημικούς όρους, το *P. roqueforti* παρουσιάζει ένα σύνθετο πρωτεολυτικό σύστημα που αποτελείται από δύο εξωκυττάρια ενδοπεπτιδάσες (όξινη πρωτεάση και μεταλλοπρωτεάση) και εξωπεπτιδάσες (όξινη καρβοξυπεπτιδάση και αλκαλική αμινοπρωτεάση), οι οποίες χρησιμοποιούνται συνήθως στη γαλακτοβιομηχανία. Ο (Igoshi et al. 2007). Η ωρίμανση του τυριού Roquefort πραγματοποιείται μέσω ζύμωσης στερεής κατάστασης των στελεχών του *P. roqueforti*. Έτσι, η έντονη πρωτεολυτική δράση των ενζύμων του προκαλεί την απελευθέρωση πεπτιδίων τα οποία έχουν τόσο υψηλό όσο και χαμηλό μοριακό βάρος καθώς και αμινοξέων (Fuquay et al. 2011).

Το *P. roqueforti* εκκρίνει μια ασπαρτυλο πρωτεάση, ASPA, η οποία δημιουργεί την κύρια εξωκυττάρια δραστηριότητα (Gente et al. 2001). Οι εξωκυττάρια ενδοπεπτιδάσες είναι υπεύθυνες για την διάσπαση των α - και β -καζεϊνών. Η όξινη πρωτεάση προσβάλλει την β -καζεϊνη, η οποία καταλήγει σε πεπτίδια τα οποία ελευθερώνονται, ακόμη και σε δυσμενή pH (Gripou et al. 1977). Παρομοίως, η μεταλλοπρωτεάση διασπά τη β -καζεϊνη. Αυτές οι επεξεργασίες έχουν ως αποτέλεσμα υψηλές συγκεντρώσεις αμινοξέων στο τυρί (Gripou et al. 1980).

5.5.1.5 Συμβολή του Roquefort στην υγεία

Το τυρί Roquefort ανήκει στην κατηγορία των μπλε τυριών για την οποία έχουν εκφρασθεί οι απόψεις των Petyaev και Bashmakov (2012). Αυτοί υποθέτουν ότι η κατανάλωση τυριού μπορεί να εξηγήσει το «γαλλικό παράδοξο», δηλαδή την αντίσταση στις καρδιαγγειακές παθήσεις παρά την υψηλή πρόσληψη κορεσμένου λίπους. Συγκεκριμένα αποδείχθηκε η ύπαρξη των ανδραστινών που δρουν ταυτόχρονα κατά των καρκινικών κυττάρων αλλά και ως ισχυροί αναστολείς του κύριου ενζύμου της βιοσύνθεσης της χοληστερόλης, της φαρνεσυλοτρανσφεράσης (Nielsen et al., 2005).

5.5.1.6 Διατροφική αξία του τυριού Roquefort

Στον Πίνακα 5.9 που ακολουθεί αναγράφεται η διατροφική αξία του Roquefort.

Πίνακας 5.9. Διατροφική αξία Roquefort ανά 100 γραμμάρια

Υγρασία	39,38 g	Βιταμίνη A, RAE	294 µg
Ενέργεια	368 kcal ή 1544 kJ	Ρετινόλη	290 µg
Πρωτεΐνες	21,54 g	Βιταμίνη A	1047 IU
Ολικά λιπαρά	30,64 g	Ολικά κορεσμένα λιπαρά οξέα	19,263 g
Τέφρα	6,44 g	Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα	8,474 g
Υδατάνθρακες	2 g	Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα	1,32 g
Ασβέστιο, Ca	662 mg	Χοληστερόλη	90 mg
Σίδηρος, Fe	0,56 mg	Τρυπτοφάνη	0,303 g
Μαγνήσιο ,Mg	30 mg	Θρεονίνη	0,965g
Φωσφόρος, P	392 mg	Ισολευκίνη	1,217 g
Κάλιο, K	91 mg	Λευκίνη	2,114 g
Νάτριο, Na	1809 mg	Λυσίνη	1,848 g
Ψευδάργυρος, Zn	2,08 mg	Μεθειονίνη	0,558 g
Χαλκός, Cu	0,034 mg	Κυστίνη	0,126 g
Μαγγάνιο, Mn	0,03 mg	Φαινυλαλανίνη	1,023 g
Σελήνιο, Se	14,5 µg	Τυροσίνη	1,012 g
Βιταμίνη, C	0 mg	Βαλίνη	1,614 g
Θειαμίνη, B1	0,04 mg	Αργινίνη	0,713 g
Ριβοφλαβίνη	0,586 mg	Ιστιδίνη	0,602 g
Νιασίνη	0,734 mg	Αλανίνη	0,969 g
Παντοθενικό οξύ	1,731 mg	Ασπαρτικό οξύ	1,181g
Βιταμίνη Β6	0,124 mg	Γλουταμικό οξύ	3,67 g
Φολικά άλατα	49 µg	Γλυκίνη	0,148 g
Βιταμίνη Β12	0,64 µg	Σερίνη	1,772 g
Φολικό οξύ	0 µg	Προλίνη	2,089 g

Πηγή: USDA (2019)

5.5.2 Το τυρί Brocciu

Το Brocciu (Εικόνα 5.44) (ονομάζεται επίσης Broccio) είναι ένα τυρί τυρογάλακτος, παρασκευασμένο από ορό πρόβειου γάλακτος και/ή γίδινου στον οποίο προστίθεται πλήρες γάλα γίδινο ή/και πρόβειο και αλάτι. Παράγεται σε όλη την Κορσική. Από το 1998, το τυρί αυτό ανήκει στη κατηγορία ΠΟΠ (Appellation d'Origine Contrôlée, AOC) καθώς επίσης και στην Προστατευόμενη Γεωγραφική Ένδειξη (ΠΓΕ), Appellation d'Origine Protégée (AOP) από το 2003. Είναι το μόνο τυρί AOC/AOP της Γαλλίας που παράγεται από τον ορό γάλακτος. Λαμβάνει το σχήμα κόλουρου κώνου από το καλούπι που τοποθετείται το τυρόπηγμα, έχει λαμπερό λευκό χρώμα, εμφανίζει υφή ελαστική, απαλή και κρεμώδη. Είναι προϊόν που έχει υποστεί μικρή στράγγιση με αποτέλεσμα να εμφανίζει μεγάλη υγρασία και ιδιαίτερη οσμή.

Παρασκευάζεται από τον ορό προηγούμενης τυροκόμησης ο οποίος συλλέγεται κατά τη φάση της στράγγισης είτε από τα καλούπια που περιέχουν το τυρόπηγμα είτε μερικές φορές από την εξάσκηση πίεσης σε αυτό. Στα μικρά τυροκομεία ο ορός τοποθετείται σε ανοξείδωτη δεξαμενή 50-200 L ενώ στη βιομηχανική παραγωγή χρησιμοποιούνται δεξαμενές 1000 L. Ακολουθεί θέρμανση η οποία γίνεται σε δύο στάδια: Αρχικά, η θερμοκρασία του ορού φτάνει στους 40 έως 50°C. Προστίθεται νωπό γάλα 10-25% ως προς τον όγκο του ορού μαζί με αλάτι 0,5-1%. Ανάλογα με την περιοχή παρασκευής προστίθεται νερό σε αναλογία 15% ως προς τον ορό. Εν συνεχεία το μείγμα αναδεύεται αργά και φέρεται σε θερμοκρασία 80-90°C. Αυτή, δεν θα πρέπει να υπερβεί τους 90°C επειδή θα μετουσιωθούν τα χημικά συστατικά του προϊόντος. Μεταξύ 75 και 80°C, σχηματίζεται λεπτή στοιβάδα αποτελούμενη κυρίως από διαλυτές πρωτεΐνες. Στη θερμοκρασία αυτή διακόπτεται η θέρμανση και συλλέγεται το προϊόν με ένα τρυπητό σκεύος. Το σχηματισμένο λευκό τυρόπηγμα τοποθετείται σε διάτρητα πλαστικά καλούπια σχήματος κόλουρου κώνου τα οποία φέρουν κατακόρυφες οπές. Ως εκ τούτου, ο ορός διαχωρίζεται με στράγγιση από το τυρόπηγμα και μετά από δύο ώρες το τυρί είναι έτοιμο προς κατανάλωση (Corrales, 2013).

Ανάλογα με τον χρόνο παραμονής και την αλάτιση προκύπτουν άλλες τρεις παραλλαγές αυτής της ποικιλίας τυριού Brocciu εκτός από την αναφερθείσα που φέρει το όνομα Fresh Brocciu:

- 1) Το Brocciu Salitu με αλμυρή, απαλή, λευκή και ελαφρώς υγρή έκδοση.
- 2) Brocciu Passu: προϊόν διατηρημένο, χωρίς επιδερμίδα το οποίο ωριμάζει 21 ημέρες κατ'ελάχιστο και μάλιστα ο χρόνος ωρίμανσης ξεπερνά τους 6 μήνες.
- 3) Brocciu Secu: ωριμάζει για περισσότερο από 4 μήνες και έχει πιο τραγανή υφή.



Εικόνα 5.44. Αριστερά το τυρί Brocciu. Δεξιά ο χάρτης (με κόκκινο χρώμα) της Κορσικής όπου παράγεται αποκλειστικά και μόνο στο Μεσογειακό αυτό νησί της Γαλλίας.

5.5.3 Ossau-Iraty

Το Ossau-Iraty (Εικόνα 5.45) παρασκευάζεται στη Νοτιοδυτική Γαλλία από νωπό ή παστεριωμένο πρόβειο γάλα. Μετά τη πήξη, τα τυροπήγματα θερμαίνονται στους 36-44°C. Τα τυριά, σε μεγέθη των 2–3 kg ή 4-7 kg, ωριμάζουν για τουλάχιστον 3 μήνες. Οι δράσεις των λιπολυτικών και πρωτεολυτικών ενζύμων κατά την πρωτεόλυση και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τυριού Ossau-Iraty έχουν μελετηθεί από τον Izco. Τυρί το οποίο που παρήχθη με πρωτεολυτική δράση είχε πικρή επίγευση και υψηλότερα επίπεδα ελεύθερων αμινοξέων (FAAs) από το τυρί ελέγχου, ενώ το τυρί το οποίο παρήχθη από τη λιπολυτική δράση είχε πιο έντονη οσμή-γεύση. Μεταξύ των βακτηρίων γαλακτικού οξέος (LAB) βρέθηκαν τα *Lc. lactis*, *Lactobacillus paracasei*, *Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *E. durans* και *Leuconostoc mesenteroides* σε νωπό τυρί γάλακτος. Οι γαλακτόκοκκοι και οι εντερόκοκκοι αυξήθηκαν κατά τη διάρκεια της τυροκόμησης και της ωρίμανσης των μεσόφιλων γαλακτοβακίλλων (Feutry et al., 2012).



Εικόνα 5.45. Ossau-Iraty

5.6 ΙΣΠΑΝΙΚΑ ΣΚΛΗΡΑ ΤΥΡΙΑ

Όλα τα ισπανικά τυριά που αναφέρονται παρακάτω έχουν αναγνωρισθεί ως ΠΟΠ.

5.6.1 Mahón

Το τυρί Mahón (Εικόνα 5.46) πήρε το όνομά του από την πρωτεύουσα του νησιού Μινόρκα των Βαλεαρίδων Νήσων, όπου παράγεται. Για την παραγωγή του χρησιμοποιείται νωπό ή παστεριωμένο αγελαδινό γάλα, το οποίο περιέχει 5% γάλα από αυτόχθονα πρόβατα. Το γάλα πήζει στους 30°C με φυσική εναρκτήρια καλλιέργεια ορού γάλακτος. Μετά την κοπή του

τυροπήγματος τα τεμάχια πιέζονται και αλατίζονται σε άλμη. Παράγονται αρκετές παραλλαγές συμπεριλαμβανομένων και τυριών υψηλής σκληρότητας τα οποία ωριμάζουν τουλάχιστον 10 μήνες. Το βάρος του τυριού είναι 2-4 κιλά σχήματος παραλληλεπίπεδου, χρώματος λευκού έως κίτρινου, ελαιώδες λόγω της επεξεργασίας με ελαιόλαδο και το εσωτερικό του είναι συμπαγές με μικρές οπές. Μια παραλλαγή αυτού του τυριού έχει υγρασία λιγότερο από 32% και έντονη γεύση (Alcalá et al., 1982· Esteban et al., 1982· Marcos et al., 1983).



Εικόνα 5.46. *Mahón*

5.6.2 Manchego

Το Manchego (Εικόνα 5.47) πήρε το όνομά του από την περιοχή La Mancha της νότιας Ισπανίας, όπου το τυρί παραδοσιακά παρασκευαζόταν από νωπό πρόβειο γάλα. Λόγω της αυξανόμενης δημοτικότητας του, η παρασκευή του εξαπλώθηκε σε όλη την Ισπανία. Η τυροκομία σε βιομηχανικό επίπεδο χρησιμοποιεί γάλα πρόβειο συλλεγμένο από συνεχόμενες ημέρες από κοπάδια οριοθετημένης περιοχής. Το γάλα παστεριώνεται και προστίθεται εναρκτήρια μεσόφιλη καλλιέργεια (*L. Lactis subsp. lactis* και κυρίως *L. lactis subsp. L. cremoris*). Ακολούθως, προστίθεται πυτιά μοσχαριού ή μικροβιακή πυτιά από το *Rhizomucor miehei*. Μετά από περίπου 35 λεπτά στους 30°C, το τυρόπηγμα κόβεται σε κόκκους μεγέθους μπιζελιού. Τα σωματίδια τυροπήγματος θερμαίνονται στους 37°C για 20 min και αναδεύονται για άλλα 30 min. Μετά την απομάκρυνση του ορού γάλακτος, οι κόκκοι μεταφέρονται σε ένα σουρωτήρι και τα στρώματα του στραγγισμένου τυροπήγματος κόβονται σε κύβους, καθένας από τους οποίους τοποθετούνται σε ένα κυλινδρικό στεφάνι από PVC, επενδεδυμένο με ένα λείο ύφασμα, στο οποίο τα τυρί καλουπώνεται και συμπιέζεται στα 0,3 MPa για 5 ώρες. Τα υφάσματα αφαιρούνται, το τυρόπηγμα πιέζεται πάλι στην ίδια πίεση για 17 ώρες, μετά βυθίζεται σε διάλυμα άλμης στους 14°C για 36 ώρες. Το τυρόπηγμα τοποθετείται σε ένα χώρο για να στεγνώσει στους 14°C και σχετική υγρασία 85% όπου αποθηκεύεται, με περιοδική στροφή, για 10 ημέρες. Ακολουθεί μεταφορά του τυριού σε θάλαμο ωρίμανσης στους 9°C και σχετική υγρασία 95%. Μετά από 12 μήνες, τα ωριμασμένα τυριά βουρτσίζονται και σε ορισμένες

περιπτώσεις, επικαλύπτονται με γαλάκτωμα οξικού πολυβινυλίου που περιέχει ένα αντιμυκητιακό μέσο. Τα τυριά έχουν κυλινδρικό σχήμα, διαμέτρου περίπου 20 cm, και βάρους 2,5–3 kg. Η επιδερμίδα του έχει χρώμα πράσινο έως μαύρο και το εσωτερικό του είναι συμπαγές με μικρές οπές. Το τυρί έχει υγρασία περίπου 35% και έντονη γεύση (Marcos and Esteban, 1993).



Εικόνα 5.47. *Manchego*

5.6.3 Roncal

Το τυρί Roncal πήρε το όνομα του από την κοιλάδα Navarrese όπου παρασκευάζεται από πρόβειο γάλα από τον Δεκέμβριο έως τον Ιούλιο. Τα κύρια τεχνολογικά χαρακτηριστικά του είναι παρόμοια με του τυριού Manchego, εκτός από τις μικρότερες διαστάσεις των ώριμων τυριών. Οι μεσόφιλοι γαλακτόκοκκοι χρησιμοποιούνται ως καλλιέργεια εκκίνησης (Marcos and Esteban, 1993· Ordóñez et al., 1980).

Πίνακας 5.10 Μέσος όρος μερικών συστατικών σκληρών Ισπανικών τυριών

Σκληρά τυριά	Υγρασία (%)	Πρωτεΐνη (%)	Λιπαρά (%)	Τέφρα (%)
Mahón	31,7	26,9	32,6	6,8
Manchego	35,5	24,0	33,6	4,6
Roncal	29,4	24,7	38,8	4,8

Πηγή: Kindstedt P., 2004

5.7 ΤΥΡΙΑ ΤΟΥΡΚΙΑΣ

Γενικά

Η Τουρκία έχει μεγάλη παραγωγή γάλακτος που ανέρχεται σε 11 εκατομμύρια τόνους ετησίως εκ των οποίων το 40% υποβάλλεται σε επεξεργασία παραγωγής τυριού. Τα παραγόμενα τυριά της Τουρκίας είναι 60% λευκό τυρί, 17% Kashar, 12% Tulum και Miçhalic και το υπόλοιπο 11% αποτελείται από τα άλλα τοπικά τυριά.

5.7.1 Λευκό τυρί (άλμης)

Οι πιο σημαντικές διαφορές στις παραλλαγές λευκού τυριού των διαφόρων περιοχών της Τουρκίας οφείλονται στον τύπο γάλακτος που χρησιμοποιείται και την εμφάνιση. Η παραδοσιακή μορφή του λευκού τυριού προερχόταν από πρόβειο γάλα, ωστόσο σε περιοχές όπου υπήρχε έλλειψη γάλακτος, χρησιμοποιείτο μείγμα αγελαδινού και γίδινου γάλακτος ή αγελαδινού.

Η παραδοσιακή μέθοδος παραγωγής λευκού τυριού χρησιμοποιούσε νωπό πρόβειο γάλα. Το γάλα μετά τη διήθηση, θερμαινόταν σε καζάνι στους 25-32°C με συνεχή ανάδευση εφόσον είχε φυλαχθεί υπό ψύξη. Προστίθετο πυτιά σε υγρή μορφή, με πηκτική ικανότητα 1:10.000 ανά 20 kg γάλα. Το καζάνι καλύπτεται με ένα ξύλινο καπάκι, και σκεπαζόταν με τσόχα. Μετά τη πήξη, το τυρόπηγμα κοβόταν σε τεμάχια τετραγωνικού σχήματος με μαχαίρι. Όταν το τυρόπηγμα είχε τεμαχιστεί ικανοποιητικά, τα τεμάχια αναδεύονταν και αναποδογυρίζονταν με μια κουτάλα πάνω σε πανί κάνναβης. Το πανί αυτό τοποθετείτο σε τετράγωνο καλούπι, αναδιπλώνονταν οι γωνίες του και δένονταν. Πάνω από το ύφασμα τοποθετούσαν μια ξύλινη σανίδα και έφερε μία πέτρα ώστε να ασκείται πίεση στο τυρόπηγμα διάρκειας 4-5 ωρών. Μετά την αποστράγγιση αφαιρείτο η πέτρα, το πανί λυνόταν και το τυρί κοβόταν σε τεμάχια τα οποία μεταφέρονταν σε δοχεία με άλμη και αφήνονταν να παραμείνουν 3-4 ώρες. Ακολουθούσε μεταφορά των τυριών σε δοχεία και τοποθετείτο διαδοχικά ένα στρώμα αλάτι και ένα στρώμα τυριού μέχρι την πλήρωση του δοχείου. Όταν τα δοχεία γέμιζαν, προστίθεται άλμη 16% για να καλύψει το τυρί. Το τυρί ωρίμαζε υπό ψύξη για 2-3 μήνες και στη συνέχεια καταναλωνόταν (Eralp, M., 1974).

Βιομηχανική μέθοδος παραγωγής.

Το νωπό γάλα διηθείται, τυποποιείται ως προς το λόγο καζεΐνης/λίπους και παστεριώνεται στους 80–85°C για 2-3 sec ή 63°C για 30 min. Ψύχεται στους 32°C, μεταφέρεται σε δοχεία και

προστίθεται καλλιέργεια εκκίνησης 1-2 g/100 g και CaCl₂ 0,2 g/L γάλακτος. Το γάλα διατηρείται για 30 min και προστίθεται υγρή πυτιά (1-2 g/100 kg γάλακτος) ικανή να πήξει το γάλα σε 90 min. Το τυρόπηγμα μετά από 75-80 min έχει συνεκτική υφή. Το τυρόπηγμα κόβεται σε κύβους 1-3 cm, παραμένει για 5-10 min, στραγγίζεται για 25-30 min, χωρίς πίεση σε τυρόπανο, πιέζεται σε καλούπι, αλατίζονται τα τεμάχια με NaCl 14-16% και παραμένουν στους 15-16°C για 6-12 ώρες. Τοποθετούνται τα τεμάχια σε δοχεία με προσθήκη άλμης 14-16%, ακολουθεί ωρίμανση στους 12-15°C για 30-60 ημέρες και τέλος αποθήκευση στους 5°C (Hayaloglu, A.A. et al., 2002· Kamber U., 2008).

5.7.1.1 Χημική σύσταση του λευκού τυριού

Η υγρασία του λευκού τυριού κυμαίνεται από 41-66% λόγω των διαφορετικών ιδιοτήτων του γάλακτος καθώς επίσης και των χρησιμοποιούμενων μεθόδων παραγωγής. Έχει βρεθεί ότι η υγρασία μειώνεται κατά την περίοδο της ωρίμανσης (Nizamlioglu M. et al., 1989). Το λίπος του τυριού κυμαίνεται από 6,20-20,67% και αποδίδεται στην διαφορετική λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος (Çelik S. et al., 1998). Η συγκέντρωση του άλατος στο τυρί ευρίσκεται μεταξύ 2,88-7,2%. Σε περίπτωση όμως που υπάρξει υψηλή συγκέντρωση έχει σαν συνέπεια δυσμενή επίδραση στην ποιότητα και καθυστερεί την ωρίμανσή του (Yalçin S., 1986)

5.7.2 Τυρί Kashar (pasta Filata)

Εκτός από το λευκό τυρί, το Kashar (Εικόνα 5.48) είναι το πλέον διαδεδομένο και εμπορικά παραγόμενο τυρί στην Τουρκία. Στο παρελθόν, που δεν είχε τη σημερινή διάδοση το λευκό τυρί, τη θέση του καταλάμβανε το Kashar. Παράγεται σε μεγάλες ποσότητες στην ανατολική Θράκη, στα παράλια του Αιγαίου και στον Εύξεινο Πόντο. Το Kashar πρέπει να παρασκευάζεται από πρόβειο γάλα· ωστόσο λόγω έλλειψής του έχει αντικατασταθεί σχεδόν από αγελαδινό γάλα. Τα παραγόμενα τυριά είτε πωλούνται φρέσκα ή συνήθως, αποθηκεύονται για 3-6 μήνες υπό ψύξη, για ωρίμανση και σχηματισμό επιδερμίδας. Σε όλον τον κόσμο, παρόμοια τυριά με το Kashar ορίζονται ως «pasta filata». Αρχικά το γάλα τυποποιείται σε 2,5% για πλήρη λιπαρά και 0,6% για παραγωγή τυριού χαμηλών λιπαρών. Το γάλα παστεριώνεται στους 65°C για 30 min και παραμένει στους 34°C. Προστίθενται β-καροτένιο (0,7 mg kg⁻¹), καλλιέργεια εκκίνησης (9 mL kg⁻¹) και CaCl₂ (2 mg kg⁻¹). Όταν το pH του γάλακτος είναι 6,2 – 6,3 προστίθεται υγρή πυτιά. Η κοπή γίνεται μετά από 50 min σε κυβικά τεμάχια 1 cm³. Το τυρόπηγμα παραμένει σε ηρεμία για 10 min. Ακολουθεί θέρμανση με ανάδευση έτσι ώστε η

θερμοκρασία να αυξηθεί εντός 30 λεπτών από 34°C σε 40°C. Εν συνεχεία αποστραγγίζεται ο ορός του γάλακτος. Το τυρόπηγμα ζυμώνεται μέχρι να γίνει το pH 5,2 – 5,25, πλάθεται σε άλμη 6% στους 72°C για τυρί με πλήρη λιπαρά ενώ στους 75°C για τυρί χαμηλών λιπαρών. Κατόπιν, τα τυροπήγματα τοποθετούνται σε κυλινδρικά πλαστικά καλούπια και αναστρέφονται μετά από 30 min για να παρέχουν μια επίπεδη επιφάνεια. Όλα τα τυριά ψύχονται σε θερμοκρασία δωματίου και τα καλούπια αφαιρούνται. Μετά από αυτό, τα τυριά αφήνονται να αποκτήσουν το κίτρινο τους χρώμα για 24 ώρες στους 18-20°C. Τα τεμάχια των τυριών συσκευάζονται υπο κενό και αποθηκεύονται στους 4–6°C για 90 ημέρες (Koca, N. Metin, 2004).



Εικόνα 5.48. *Kashar*

5.7.3 Lor τυρί (μαλακό τυρί)

Το τυρί Lor (Εικόνα 5.49) είναι μια ποικιλία μαλακού τυριού της οποίας η παραγωγή είναι ευρέως διαδεδομένη σε κάθε περιοχή της Τουρκίας. Καταναλώνεται χωρίς ωρίμανση, αν και σε ορισμένες περιοχές αφήνεται να ωριμάσει. Είναι συνήθως γνωστό με το όνομα του δοχείου στο οποίο τοποθετείται από δέρμα ζώων. Δεδομένου ότι η περιεκτικότητά του είναι χαμηλή σε λιπαρά, συνιστάται ως τυρί δίαιτας. Το τυρί αυτό έχει παρόμοια υφή και όψη με τη μηζύθρα και το μανούρι την Ελλάδα και της Ricotta από την Ιταλία. Υπάγεται στα τυριά τυρογάλακτος και ως εκ τούτου είναι ευάλωτο στην ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών. Επιπλέον, δεν χρησιμοποιούνται τα βακτήρια του γαλακτικού οξέος για την παραγωγή αυτού του είδους τυριού με αποτέλεσμα να μπορούν να αναπτυχθούν εύκολα οι παθογόνοι μικροοργανισμοί.

5.7.3.1 Χημική σύσταση του τυριού Lor

Η περιεχόμενη υγρασία είναι από 64,3-72,43%, λίπος επί ξηρού 17,71-35,05%, λίπος 5,34-15,33%, πρωτεΐνες 9,65-13,50%, αλάτι 0,9%, τέφρα 1,12-1,25% και λακτόζη 5,91-7,50%. Ως εκ τούτου το τυρί αυτό είναι πλούσιο σε υγρασία και πρωτεΐνες (Eralp, M. 1974, Adam, R.C. 1974).

Εικόνα 5.49. *Lor τυρί*



5.8 ΤΥΡΙΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

5.8.1 Το Χαλλούμι

Το χαλλούμι (Εικόνα 5.50) αν και έχει καταγωγή από την Κύπρο είναι δημοφιλές και στις γειτονικές χώρες της Ανατολικής Μεσογείου. Παράγονται δύο τύποι Χαλλουμιού, το «νωπό» και το «ώριμο». Το νωπό πωλείται αμέσως μετά την παραγωγή και έχει ήπια, γαλακτώδη γεύση ελαστική και ημιστερεή υφή χωρίς οπές. Το ώριμο τυρί έχει χρώμα λευκό έως υποκίτρινο, παρουσιάζει αλμυρή και μέτρια όξινη γεύση, σταθερή υφή με συνεκτικό σώμα.

Το τυρί διαφοροποιείται ως προς τα άλλα της ίδιας κατηγορίας στο ότι τα τεμάχια τυροπήγματος θερμαίνονται για τουλάχιστον 30 min στους 90-95°C σε ορό γάλακτος που δεν περιέχει πρωτεΐνες. Το Χαλλούμι ανήκει στην κατηγορία των ημίσκληρων τυριών, δεν έχει επιδερμίδα και παραδοσιακά παρασκευάζεται από μείγμα αιγοπρόβειου γάλακτος. Όμως, οι βιομηχανίες στη σύγχρονη εποχή χρησιμοποιούν αποκλειστικά αγελαδινό γάλα.

Στην παραδοσιακή μέθοδο παρασκευής, αρχικά το τυρόπηγμα δεν πιέζεται, και το νωπό τυρί αλατίζεται και πασπαλίζεται με ξηρά θρυμματισμένα φύλλα δυόσμου και κατόπιν διατηρείται σε αλατισμένο ορό γάλακτος (12% NaCl) σε χαμηλή θερμοκρασία για μακρά χρονική περίοδο μέχρι την κατανάλωση.

Αντιθέτως, στη βιομηχανική παρασκευή του Χαλλουμιού το τυρόπηγμα υποβάλλεται σε πίεση 0,35–0,40 MPa και εν συνέχεια κόβεται σε τεμάχια διαστάσεων 10×10×3 cm τα οποία μεταφέρονται σε ορό γάλακτος και θερμαίνονται στους 90–92°C για 30 min. Το αλάτισμα του τυροπήγματος ακολουθεί μια διαφορετική οδό σε σχέση με την παραδοσιακή μέθοδο. Εμβαπτίζεται σε άλμη ορού γάλακτος συγκέντρωσης 12% NaCl στους 4°C για περίπου 18 ώρες. Ακολουθεί πασπάλισμα με ξηρό και αποστειρωμένο δυόσμο. Το τυρί τοποθετείται υπό κενό σε συσκευασία πολυαιθυλενίου, αποθηκεύεται υπό ψύξη 4°C μέχρι την κατανάλωση. Το ώριμο Χαλλούμι διατηρείται σε άλμη ορού γάλακτος για τουλάχιστον 40 ημέρες στους 15–20°C (Papademas P., 2006). Ωστόσο κατά την αποθήκευση του τυριού σε άλμη μεταβάλλονται οι

ιδιότητες του όπως το προφίλ των οργανικών οξέων, οι πτητικές αρωματικές ενώσεις και τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά (Kaminarides S. E. et al., 2007).

Η συγκέντρωση NaCl στο τυρί μεταβάλλεται ανάλογα με τη μέθοδο αλάτισης, τον τύπο, τη γεωμετρία, το μέγεθος του τυριού κ.λπ. Το αλάτι επηρεάζει όχι μόνο τη γεύση του τυριού αλλά και τα πλείστα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του (Guinee T.P. et al., 1993· Guinee, T.P. 2004).



Εικόνα 5.50. Χαλλούμι

Στον Πίνακα 5.11 που ακολουθεί αναγράφεται η διατροφική αξία του Χαλλουμιού.

Πίνακας 5.11. Παραδοσιακό Χαλλούμι Κύπρου (ανά 100 g)

Ενέργεια	321 Kcal
Πρωτεΐνη	21,43 g
Ολικά λιπαρά	25 g
Υδατάνθρακες,	3,57 g
Ίνες, συνολικές διαιτητικές ίνες	0 g
Ασβέστιο, Ca	1393 mg
Κάλιο K	200 mg
Σίδηρος, Fe	0 mg
Νάτριο, Na	1250 mg
Βιταμίνη C, ολικό ασκορβικό οξύ	0 mg
Βιταμίνη A, IU	0 IU
Λιπαρά οξέα, ολικά κορεσμένα	14,29 g
Λιπαρά οξέα, συνολικά trans	0 g
Χοληστερόλη	71 mg

Πηγή: USDA

5.9 ΤΥΡΙΑ ΑΙΓΥΠΤΟΥ

5.9.1 Domiati

Το τυρί Domiati (Εικόνα 5.51) είναι ένα από τα πιο γνωστά, μαλακά, λευκά τυριά της Αιγύπου παραγόμενο από βουβαλίσιο γάλα (Abd El-Salam και Alichanidis, 2004). Αυτό το τυρί είναι μοναδικό όσον αφορά το αλάτισμα, καθώς περιλαμβάνει προσθήκη περίπου 8-15% NaCl στο γάλα πριν από την προσθήκη πυτιάς με αποτέλεσμα τη μερική διαλυτοποίηση του κολλοειδούς φωσφορικού ασβεστίου (Puri και Parkash, 1965). Ως εκ τούτου, επέρχεται σημαντική αύξηση της περιεκτικότητας σε διαλυτό ασβέστιο. Έτσι, η προσθήκη NaCl στο γάλα απαιτεί περισσότερη πυτιά και μεγαλύτερο χρόνο πήξης. Το βουβαλίσιο γάλα προτιμάται για την παραγωγή του Domiati λόγω της ιδιότητάς του για ταχύτερη πήξη και απαίτηση για λιγότερη πυτιά.

Προτού παραχθεί το τυρί Domiati, το γάλα τυποποιείται ώστε το ποσοστό λίπους να ευρίσκεται μεταξύ 2–8% ανάλογα με τον τύπο τυριού που θα παραχθεί. Το 30% αυτού του γάλακτος θερμαίνεται στους 80°C και προστίθεται 5–14% αλάτι στο υπόλοιπο. Η υψηλή συγκέντρωση άλατος αποσκοπεί κυρίως για συντήρηση και ποικίλλει ανάλογα με την εποχή και τον τρόπο αποθήκευσης. Όταν το γάλα αποθηκεύεται σε συνθήκες περιβάλλοντος, το NaCl προστίθεται σε ποσοστό 12–14% κατά τη διάρκεια του θέρους, 10–12% κατά την άνοιξη και το φθινόπωρο και 8–10% κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Η προσθήκη πυτιάς γίνεται στους 38-40°C και αφήνεται να πήξει το γάλα για περίπου 2-3 h. Το τυρόπηγμα τοποθετείται σε καλούπια για να στραγγίσει περίπου για 12-24 h με ελαφρά πίεση. Την επόμενη μέρα, το τυρόπηγμα κόβεται σε τεμάχια βάρους 500 g, τα οποία τοποθετούνται σε μεταλλικά δοχεία 18 L με επαναλαμβανόμενες στρώσεις τυριού και άλατος. Το τυρί καλύπτεται με αλατισμένο ορό γάλακτος που λαμβάνεται από την ίδια παρτίδα. Το Domiati καταναλώνεται ως νωπό ή μετά από ωρίμανση σε άλμη για 4-8 μήνες.



Εικόνα 5.51. Τυρί *Domiati*

5.10 Ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των τυριών της Μεσογείου

5.10.1 Πρώτη ύλη

Από τα 23 ΠΟΠ τυριά της Ελλάδος μόνο τον Σαν Μιχάλη, η γραβιέρα Νάξου και το Μετσοβόνο παρασκευάζονται από αγελαδινό γάλα ενώ τα υπόλοιπα από πρόβειο ή αιγοπρόβειο. Το χαλλούμι της Κύπρου παράγεται από πρόβειο γάλα. Στην Ιταλία ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται το αγελαδινό γάλα για τα σκληρά τυριά ενώ στα τυριά τυρογάλακτος και στα μαλακά επιλέγεται το πρόβειο γάλα. Στην Τουρκία η επιλογή γάλακτος είναι κυρίως το αγελαδινό ενώ παλαιότερα χρησιμοποιούσαν μόνο το πρόβειο γάλα. Στη σύγχρονη εποχή, λόγω έλλειψης του τελευταίου χρησιμοποιούν αγελαδινό. Τα Γαλλικά τυριά παρασκευάζονται κυρίως από αγελαδινό και γίδινο γάλα ενώ υπάρχουν μόνο τρεις ποικιλίες ΠΟΠ από πρόβειο. Στα Μεσογειακά Ισπανικά τυριά επιλέγεται κυρίως το πρόβειο γάλα. Τέλος, το τυρί Domiati της Αιγύπτου παρασκευάζεται από βουβαλίσιο γάλα.

Σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών γάλακτος που έχουν σημασία στην παρασκευή τυριού είναι η συγκέντρωση και οι τύποι καζεϊνών, η συγκέντρωση λίπους και ιδιαίτερα το προφίλ των λιπαρών οξέων και η συγκέντρωση των αλάτων, ειδικά του ασβεστίου. Τα σκληρά τυριά έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα ασβεστίου σε σχέση με τα μαλακά. Για παράδειγμα μια μερίδα φέτας (65 g) καλύπτει το 40% των ημερησίων αναγκών ενός ενήλικου ενώ μια μερίδα γραβιέρας (55 g) καλύπτει το 68% των αντίστοιχων αναγκών. Υπάρχουν επίσης σημαντικές διαφορές στη σύσταση γάλακτος μεταξύ φυλών βοοειδών, προβάτων και κατσικιών με αποτέλεσμα να επηρεάζουν την ποιότητα του τυριού. Σημαντικότερος παράγοντας για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κάθε είδους τυριού είναι η διατροφή του ζώου η οποία συντελεί στη μοναδικότητα του προϊόντος. Ωστόσο, το βουβαλίσιο και το αιγοπρόβειο γάλα προτιμώνται επειδή το λίπος τους δεν περιέχουν καροτενοειδή και δίνουν ένα ευχάριστο λευκό χρώμα στο τελικό προϊόν όπως στα τυριά άλμης.

Οι διαφορές της χημικής σύστασης του πρόβειου και του γίδινου γάλακτος σε σχέση με το αγελαδινό, κυρίως σε πρωτεΐνες και λιπίδια, είναι υπεύθυνες για τα ιδιαίτερα αισθητηριακά χαρακτηριστικά των τυριών από αιγοπρόβειο γάλα.

4.10.2 Τεχνολογία τυριού

1. Στην παραδοσιακή παραγωγή τυριών, ορισμένες ποικιλίες παράγονται από απαστερίωτο γάλα καθώς επίσης και στην βιομηχανία όπως για παράδειγμα στο Roquefort.

2. Στην παρασκευή ορισμένων τυριών για να αυξηθεί η οξύτητα του γάλακτος σε συνδυασμό με την παραγωγή του γαλακτικού οξέος χρησιμοποιείται ευρέως η δ-λακτόνη του γλυκονικού οξέος. Η χρήση της γίνεται στη μοτσαρέλα. Σε μερικές περιπτώσεις παρασκευής τυριών προστίθεται καλλιέργεια εκκίνησης στο γάλα πριν την προσθήκη πυτιάς για να μειωθεί το pH. Αντιθέτως, στο Roquefort ο εμβολιασμός με τον μήκητα *Penicillium Roqueforti* πραγματοποιείται όταν το τυρόπηγμα τοποθετείται στα καλούπια υπό μορφή σκόνης.
3. Διαφορές στο είδος πυτιάς. Η πυτιά μοσχαριού δίδει γλυκιά γεύση στο τυρί ενώ η αρνίσια πικάντικη. Παλαιότερα χρησιμοποιούσαν πυτιές από μικρά ζώα γιατί αυτά είχαν μεγαλύτερη ποσότητα του ενζύμου χυμοσίνης. Στις μέρες μας χρησιμοποιούνται βιομηχανικές πυτιές.

5.10.3 Επεξεργασία τυροπήγατος

Το τυρόπηγμα για τυριά υψηλής υγρασίας δεν κόβεται αλλά τοποθετείται σε καλούπια. Σημαντικό ρόλο παίζει η συγκέντρωση ασβεστίου και καζεΐνης στο γάλα επειδή υψηλές συγκεντρώσεις καζεΐνης καθιστούν το τυρόπηγμα άκαμπτο και δεν είναι αποτελεσματική η συναίρεση. Στα σκληρά τυριά το τυρόπηγμα κόβεται και τοποθετείται σε καλούπια υπό πίεση για να γίνει η στράγγιση.

Η περιεκτικότητα σε υγρασία των μαλακών τυριών κυμαίνεται από 54-58%, των τυριών τυρογάλακτος από 65-70%, των ημίσκληρων από 40-46% και των σκληρών τυριών από 35-38%.

5.10.4 Αλάτισμα

Τα τυριά άλμης τοποθετούνται σε δοχεία ή σε βαρέλια με διάλυμα NaCl (π.χ. 7% για τη φέτα) ενώ τα σκληρά τυριά αλατίζονται είτε με εμβάπτιση λίγων ωρών σε άλμη είτε αλατίζονται με στερεό αλάτι περίπου 10-12 φορές έως την ωρίμανση.

5.10.5 Ωρίμανση

Στην ωρίμανση πραγματοποιούνται διάφορες φυσικοχημικές μεταβολές στα συστατικά του τυριού και κυρίως στις πρωτεΐνες, τη λακτόζη και το λίπος από τα φυσικά ένζυμα του γάλακτος, την πυτιά και τη μικροχλωρίδα του τυροπήγατος. Οι μεταβολές αυτές επηρεάζονται από τις συνθήκες που επικρατούν κατά την ωρίμανση του κάθε τύπου τυριού (pH, NaCl, θερμοκρασίας/υγρασίας). Αποτέλεσμα των μεταβολών αυτών είναι η παραγωγή μιας πληθώρας

ουσιών που διαμορφώνουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τυριού και το καθιστούν πιο εύπεπτο, θρεπτικό και γευστικό. Η ωρίμανση στα μαλακά τυριά διαρκεί 2 μήνες ενώ στα σκληρά τυριά διαρκεί από 2 μήνες έως 2 χρόνια όπως η παρμεζάνα. Στην λιπόλυση των μαλακών τυριών μεταβολίζεται το 50% της λακτόζης σε γαλακτικό οξύ και σε άλλα συστατικά. Το ποσοστό λίπους του τυριού αυξάνεται επειδή μειώνεται η υγρασία. Για παράδειγμα, η φέτα όταν έχει παρασκευαστεί από νοπό γάλα ωριμάζει γρηγορότερα από αυτό που παράγεται από παστεριωμένο γάλα. Σε έρευνα παρατηρήθηκαν υψηλότερα επίπεδα λιπόλυσης από 5 έως 10% των ολικών τριγλυκεριδίων σε τυριά ωρίμανσης μυκήτων (Girou 1993, Girou et., al. 1991). Από βιβλιογραφική ανασκόπηση φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές στη λιπόλυση ανάμεσα στα διάφορα τυριά που οφείλονται τόσο στο είδος τους όσο και στις διαφορετικές τεχνολογίες/επεμβάσεις που εφαρμόζονται κατά την παρασκευή τους. Η λιπόλυση κατά την ωρίμανση των τυριών αποτελεί σημαντική διεργασία διαμόρφωσης των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των τυριών. Εάν υπάρξει υψηλό ποσοστό λιπόλυσης μπορεί να προκαλέσει τάγγιση στο τυρί. Στα καπνιστά τυριά τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά οφείλονται από την καύση των διαφόρων βοτάνων της περιοχής με προσθήκη άχυρου 90% όπως στο τυρί Μετσοβόνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 ΤΡΑΧΑΝΑΣ

Τα παραδοσιακά ζυμωμένα αποξηραμένα τρόφιμα/δημητριακά χρησιμοποιούνται ευρέως στη διατροφή των ανθρώπων στη Μέση Ανατολή, την Ασία, την Αφρική και σε ορισμένες περιοχές της Ευρώπης (Ibanoglu S et al., 1999). Υπάρχουν παρόμοια προϊόντα με διαφορετικά ονόματα όπως «Kishk» στην Αίγυπτο, «Tarhana» στην Τουρκία, «Τραχανάς» στην Κύπρο και στην Ελλάδα. Η τεχνολογία παραγωγής αυτών των προϊόντων, καθώς και ο τύπος του γάλακτος και των δημητριακών που χρησιμοποιούνται είναι πρωταρχικής σημασίας που επηρεάζουν τη θρεπτική τους αξία. Για την παραγωγή του τραχανά χρησιμοποιείται νωπό γάλα γίδινο ή πρόβειο ή μείγμα τους. Το γάλα οξινίζεται για μερικές ημέρες με ή χωρίς προσθήκη καλλιέργειας γιαουρτιού. Αναδεύεται κάθε μέρα μέχρι να φτάσει στην επιθυμητή οξύτητα. Στη συνέχεια θερμαίνεται και προστίθενται σταδιακά λίγο αλεσμένο σιτάρι και αλάτι. Μερικές φορές προστίθενται αυγά και το τελικό προϊόν ονομάζεται ξινός τραχανάς με αυγά. Η αναλογία γάλακτος προς σιτάρι που χρησιμοποιείται είναι συνήθως 3:1 ή 4:1. Το μείγμα θερμαίνεται στο σημείο ζέσεως, κατόπιν ψύχεται, κόβεται σε τεμάχια μεγέθους δακτύλου και τελικά ξηραίνεται στον ήλιο. Όταν είναι αρκετά στεγνό, αποθηκεύεται σε δροσερό μέρος. Μερικές φορές αντί για ξινό γάλα, χρησιμοποιείται γλυκό γάλα για την παραγωγή γλυκών τραχανάδων. Ο τραχανάς στην Τουρκία είναι δύο από τις παλαιότερες παραδοσιακές τροφές, λόγω της υψηλής θρεπτικής αξίας του σίτου και του γάλακτος/γιαουρτιού. Στη διάρκεια της ζύμωσης ενισχύεται η γεύση, το άρωμα, η διάρκεια ζωής, η υφή, η θρεπτική αξία και άλλα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τροφίμων (Nout M.J.R, Motarjemi Y., 1997· Steinkraus K.H, 2002). Οι μέθοδοι παρασκευής τέτοιων προϊόντων ποικίλλουν από τόπο σε τόπο, αλλά τα δημητριακά και τα ζυμωμένα γάλατα είναι πάντα τα κύρια συστατικά (Economidou P.L, Steinkraus K.H., 1983· Tamime A.Y. et al., 2000). Ο Τραχανάς έχει όξινη και γεύση ζύμης ο οποίος χρησιμοποιείται κυρίως για την παρασκευή σούπας (Ibanoglu E, Ibanoglu S., 1997). Ο Τραχανάς είναι μια καλή πηγή βιταμινών Β, ανόργανων συστατικών, οργανικών οξέων, ελεύθερων αμινοξέων και έχει υψηλή περιεκτικότητα φυτικών ινών κυρίως λόγω του σίτου, κατάλληλος για παιδιά, ηλικιωμένους και ασθενείς. Η ποσότητα και ο τύπος των συστατικών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του μπορεί να επηρεάσει τη θρεπτική του αξία και τις αισθητηριακές ιδιότητες (Kose E, Cagindi O.S., 2002). Ο τύπος του γιαουρτιού που χρησιμοποιείται επηρεάζει ορισμένες ιδιότητες του. Για παράδειγμα η χρήση ανακατεμένου γιαουρτιού δίνει καλύτερα

χαρακτηριστικά οξύτητας στον Τραχανά και αυξάνει την συγκέντρωση πρωτεΐνης. Για την παραγωγή του η σχέση γιαούρτι:αλεύρι σίτου είναι 1:2 ή 1:1. Η περιεκτικότητα θρεπτικών συστατικών εξαρτάται από τις αναλογίες γιαουρτιού και αλευριού καθώς και από τα άλλα συστατικά της συνταγής. Ο *Saccharomyces cerevisiae* από ζύμη αρτοποιίας είναι υπεύθυνος για τη ζύμωση γαλακτικού οξέος, αιθανόλης, διοξειδίου του άνθρακα και μερικές άλλες οργανικές ενώσεις όπως αλδεΐδες και κετόνες, δίνοντας σε αυτόν τη χαρακτηριστική του γεύση (Cambell-Platt G., 1987). Η θρεπτική του αξία αυξάνεται με τη ζύμωση. Ο Τραχανάς είναι χρήσιμο συμπλήρωμα διατροφής επειδή το ποσοστό πρωτεϊνών του φτάνει το 15-16%. Το αλεύρι είναι γνωστό ότι είναι μια κακή πηγή των απαραίτητων αμινοξέων, ιδιαίτερα της λυσίνης και της θρεονίνης. Ωστόσο, ο συνδυασμός πρωτεϊνών αλεύρου και γιαουρτιού καθιστά τον Τραχανά μια καλή πηγή αμινοξέων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Οφέλη στην υγεία από τα ζυμωμένα γάλατα

- Η κατανάλωση των γαλακτικών βακτηρίων μέσω των γαλακτοκομικών προϊόντων (γιαούρτι, αριάνι, κεφίρ) έχει πολλές ωφέλειες:
- Καλύτερη απορρόφηση θρεπτικών ουσιών στο έντερο
- Θανάτωση παθογόνων μικροοργανισμών από το παραγόμενο γαλακτικό οξύ, τις βακτηριοσίνες, το H₂O₂, το διακετύλιο, κτλ.
- Παράγουν βιταμίνες (κυρίως βιταμίνη Β)
- Προλαμβάνουν την εκδήλωση όγκων στο παχύ έντερο
- Μειώνουν τη χοληστερίνη
- Δημιουργούν αίσθηση ευεξίας
- Έχουν χαμηλή συγκέντρωση σακχάρων
- Είναι κατάλληλα για όσους έχουν δυσανεξία στη λακτόζη.

2. Παραδοσιακές μέθοδοι

Στην σύγχρονη εποχή εξακολουθεί να υπάρχει ο συνδυασμός σύγχρονων μεθόδων παρασκευής ζυμωμένων γαλάτων σε συνδυασμό με παραδοσιακές μεθόδους. Ως παραδείγματα αναφέρονται τα παραδοσιακά τυριά κατίκι Δομοκού και ροκφόρ.

α) Στο σύγχρονο εργοστάσιο Δομοκού όπου παρασκευάζεται το κατίκι ακολουθείται η παραδοσιακή μέθοδος στράγγισης του ορού μέσω συστοιχίας από τσαντίλες που ομοιάζει με την παραδοσιακή στράγγιση.

β) Το ροκφόρ έως την ωρίμανση παρασκευάζεται αυτοματοποιημένα στις βιομηχανίες της περιοχής. Ενώ η ωρίμανση εξακολουθεί να γίνεται όπως πριν από αιώνες με τις ίδιες συνθήκες σε υπόγειες σπηλιές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

1. Keys, A., Menotti, A., Karvonen, M.J., Aravanis, C., Blackburn, H., Buzina, R., Djordjevic, B.S., Dontas, A.S., Fidanza, F., Keys, M.H., Kromhout, D., Nedeljkovic, S., Punsar, S., Seccareccia, F., Toshima, H., 1986. The diet and 15-year death rate in the seven countries study. *Am. J. Epidemiol.* 124, 903–915.
2. Dinu, M., Pagliai, G., Casini, A., Sofi, F., 2018. Mediterranean diet and multiple health outcomes: an umbrella review of meta-analyses of observational studies and randomised trials. *Eur. J. Clin. Nutr.* 72, 30–43.
3. Corella, D., Coltell, O., Macian, F., Ordovas, J.M., 2018a. Advances in understanding the molecular basis of the Mediterranean diet effect. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 9, 227–249.
4. Trichopoulou, A., 2004. Traditional Mediterranean diet and longevity in the elderly: a review. *Publ. Health Nutr.* 7, 943–947.
5. Vilarnau, C., Stracker, D.M., Funtikova, A., da Silva, R., Estruch, R., Bach-Faig, A., 2018. Worldwide adherence to mediterranean diet between 1960 and 2011. *Eur. J. Clin. Nutr.* <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0313-9>.
6. Serra-Majem, L., Ortiz-Andrellucchi, A., Sanchez-Villegas, A., 2019. Mediterranean diet. In: In: Ferranti, P., Berry, E.M., Anderson, J.R. (Eds.), *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*, vol. 2. Elsevier, 9780128126875, pp. 292–301.
7. Garcia-Martinez, O., Ruiz, C., Gutierrez-Ibanez, A., Illescas-Montes, R., Melguizo-Rodriguez, L., 2018. Benefits of olive oil phenolic compounds in disease prevention. *Endocr. Metab. Immune Disord. - Drug Targets* 18 (4), 333–340. <https://doi.org/10.2174/1871530318666180213113211>.
8. Nestle, M., 1995. Mediterranean diets: science and policy implications. *Am. J. Clin. Nutr.* 61 (Suppl. 6) 1313–1427.
9. Serra-Majem, L., Roman, B., Estruch, R., 2006. Scientific evidence of interventions using the Mediterranean diet: a systematic review. *Nutr. Rev.* 64 (2 Pt 2), S27–S47.
10. Weaver, C.M., Miller, J.W., 2017. Challenges in conducting clinical nutrition research. *Nutr. Rev.* 75 (7), 491–499. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nux026>
11. Trichopoulou, A., Costacou, T., Bamia, C., Trichopoulos, D., 2003. Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *N. Engl. J. Med.* 348, 2599–2608.
12. Schroder, H., Fito, M., Estruch, R., Martinez-Gonzalez, M.A., Corella, D., Salas-Salvado, J., Lamuela-Raventos, R., Ros, E., Salaverria, I., Fiol, M., Lapetra, J., Vinyoles, E., Gomez-Gracia, E., Lahoz, C., Serra-Majem, L., Pinto, X., Ruiz-Gutierrez, V., Covas, M.I., 2011. A short screener is valid for assessing Mediterranean diet adherence among older Spanish men and women. *J. Nutr.* 141 (6), 1140–1145. <https://doi.org/10.3945/jn.110.135566>.
13. Serra-Majem, L., Ribas, L., Garcia, A., Perez-Rodrigo, C., Aranceta, J., 2003. Nutrient adequacy and Mediterranean Diet in Spanish school children and adolescents. *Eur. J. Clin. Nutr.* 57 (Suppl 1), S35–S39.
14. Vazquez-Fresno, R., Llorach, R., Perera, A., Mandal, R., Feliz, M., Tinahones, F.J., Wishart, D.S., Andres-Lacueva, C., 2016. Clinical phenotype clustering in cardiovascular risk patients for the identification of responsive metabotypes after red wine polyphenol intake. *J. Nutr. Biochem.* 28, 114–120.
15. Tulipani, S., Llorach, R., Jauregui, O., Lopez-Uriarte, P., Garcia-Aloy, M., Bullo, M., Salas-Salvado, J., Andres-Lacueva, C., 2011. Metabolomics unveils urinary changes in subjects with metabolic syndrome following 12-week nut consumption. *J. Proteome Res.* 10, 5047–5058 2

19. Rangel-Huerta, O.D., Aguilera, C.M., Perez-de-la-Cruz, A., Vallejo, F., Tomas-Barberan, F., Gil, A., Mesa, M.D., 2017. A serum metabolomics-driven approach predicts orange juice consumption and its impact on oxidative stress and inflammation in subjects from the BIONAOS study. *Mol. Nutr. Food Res.* 61 (2), 1600120.
20. Vazquez-Fresno, R., Llorach, R., Perera, A., Mandal, R., Feliz, M., Tinahones, F.J., Wishart, D.S., Andres-Lacueva, C., 2016. Clinical phenotype clustering in cardiovascular risk patients for the identification of responsive metabolotypes after red wine polyphenol intake. *J. Nutr. Biochem.* 28, 114–120.
21. Van Dorsten, F.A., Grun, C.H., van Velzen, E.J.J., Jacobs, D.M., Draijer, R., van Duynhoven, J.P.M., 2010. The metabolic fate of red wine and grape juice polyphenols in humans assessed by metabolomics. *Mol. Nutr. Food Res.* 54, 897–908. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200900212>.
22. Mora-Cubillos, X., Tulipani, S., Garcia-Aloy, M., Bullo, M., Tinahones, F.J., Andres-Lacueva, C., 2015. Plasma metabolomic biomarkers of mixed nuts exposure inversely correlate with severity of metabolic syndrome. *Mol. Nutr. Food Res.* 59, 2480–2490.
23. Nestel, P.J., Straznicky, N., Mellett, N.A., Wong, G., De Souza, D.P., Tull, D.L., Barlow, C.K., Grima, M.T., Meikle, P.J., 2014. Specific plasma lipid classes and phospholipid fatty acids indicative of dairy food consumption associate with insulin sensitivity. *Am. J. Clin. Nutr.* 99, 46–53
24. Zheng, Y., Hu, F.B., Ruiz-Canela, M., Clish, C.B., Dennis, C., Salas-Salvado, J., Hruby, A., Liang, L., Toledo, E., Corella, D., Ros, E., Fito, M., Gomez-Gracia, E., Aros, F., Fiol, M., Lapetra, J., Serra-Majem, L., Estruch, R., Martinez-Gonzalez, M.A., 2016a. Metabolites of glutamate metabolism are associated with incident cardiovascular events in the PREDIMED PREvencion con Dieta MEDiterranea (PREDIMED) Trial. *J. Am. Heart Assoc.* 5 (9), e003755 pii.
25. S. Salminen Functional food science and gastrointestinal physiology and function *British Journal of Nutrition* (1998), 80, Suppl. I, S147-S171
26. Tratnik, L., Bozanic, R., Herceg, Z., & Drgalic, I. (2006). The quality of plain and supplemented kefir from goat's and cow's milk. *International Journal of Dairy Technology*, 59, 40–46. doi:10.1111/j.1471-0307.2006.00236.x
27. De Oliveira Leite, A. M., Lemos Miguel, M. A., Peixoto, R. S., Rosado, A. S., Silva, J. T., & Flosi Paschoalin, V. M. (2013). Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: A natural probiotic beverage. *Brazilian Journal of Microbiology*, 44, 341–349. doi:10.1590/S1517-8382201300020000
28. de Moreno de LeBlanc, A., Matar, C., Farnworth, E. R., & Perdigon, G. (2006). Study of cytokines involved in the prevention of a murine experimental breast cancer by kefir. *Cytokine*, 34, 1–8. doi:10.1016/j.cyto.2006.03.008
29. Otles, S., & Cagindi, O. (2003). Kefir: A probiotic dairy-composition, nutritional and therapeutic aspects. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2, 54–59. doi:10.3923/pjn.2003.54.59 6.
30. Rattray FP, O'Connell MJ (2011) Fermented Milks Kefir. In: Fukay, J. W. (ed.), *Encyclopedia of Dairy Sciences* (2nd ed.). Academic Press, San Diego, USA, p.518-524.
31. Farnworth ER, Mainville I (2008) Kefir - A Fermented Milk Product. In: Farnworth, E. R. (2nd ed.), *Handbook of Fermented Functional Foods* (2 ed). CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York, p. 89-127.
32. Carrote GL, Abraham AG, De Antoni G (2010) Microbial Inter-actions in Kefir: A Natural Probiotic Drink. In F. Mozzi, R.R. Raya & G. M. Vignolo (Eds.), *Biotechnology of Lactic Acid Bacteria - Novel Applications* pp. 327-340. Iowa: Blackwell Publishing.
33. Magalhães KT, Pereira GVM, Dias DR, Schwan RF (2010) Microbial communities and chemical changes during fermentation of sugary Brazilian kefir. *World J Microbiol Biotechnol* 26:1241-1250
34. Guzel-Seydim, Z., Wyffels, J. T., Seydim, A. C., & Greene, A. K. (2005). Turkish kefir and kefir grains: Microbial enumeration and electron microscopic observation. *International Journal of Dairy Technology*, 58, 25–29. doi:10.1111/j.1471-0307.2005.00177.x

35. Leite AMO, Mayo B, Rachid CTCC, Peixoto RS, Silva JT, Pas-choalin VMF, Delgado S (2012) Assessment of the micro-bial diversity of Brazilian kefir grains by PCR-DGGE and pyrosequencing analysis. *Food Microbiol* 31:215-221.
36. Lopitz-Otsoa F, Rementeria A, Elguezabal N, Garaizar J (2006) Kefir: a symbiotic yeasts-bacteria community with alleged healthy capabilities. *Rev Iberoam Micol* 23:67-74.
37. Tamime AY (2006) Production of Kefir, Koumiss and Other Related Products. In: Tamime, AY (ed.), *Fermented Milk* Blackwell Science Ltd, Oxford, UK, p.174-216
38. Micheli, L., Uccelletti, D., Palleschi, C., & Crescenzi, V. (1999). Isolation and characterization of aropy *Lactobacillus* strain producing the exopolysaccharide kefiran. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 53(1), 69–74.
39. Mukai, T., Toba, T., Itoh, T., & Adachi, S. (1990). Structural investigation of the capsular polysaccharide from *Lactobacillus kefiranofaciens* K1. *Carbohydrate Research*, 204, 227–232.
40. Mukai, T., Watanabe, N., Toba, T., Itoh, T., & Adachi, S. (1991). Gel-forming characteristics and rheological properties of kefiran. *Journal of Food Science*, 56(4), 1017–1018.
41. Cheirsilp, B., & Radchabut, S. (2011). Use of whey lactose from dairy industry for economical kefiran production by *Lactobacillus kefiranofaciens* in mixed cultures with yeasts. *New Biotechnology*, 28(6), 574–580.
42. Shahabi-Ghahfarrokhi, I., Khodaiyan, F., Mousavi, M., & Yousefi, H. (2015b). Green bionanocomposite based on kefiran and cellulose nanocrystals produced from beer industrial residues. *International Journal of Biological Macromolecules*, 77, 85–91.
43. Botelho, P. S., Maciel, M. I. S., Bueno, L. A., Marques, M. D. F. F., Marques, D. N., & Sarmiento Silva, T. M. (2014). Characterisation of a new exopolysaccharide obtained from fermented kefir grains in soymilk. *Carbohydrate Polymers*, 107(1), 1–6.
44. Cheirsilp, B., Shimizu, H., & Shioya, S. (2003). Enhanced kefiran production by mixed culture of *Lactobacillus kefiranofaciens* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Biotechnology*, 100(1), 43–53.
45. Bodea, I. M., Muste, A., Cătunescu, G. M., & Mureşan, C. (2016). Bacterial biofilms as wound healing dressing – A review. *Scientific Works. Series C. Veterinary Medicine*, LXIII(1).
46. Jenab, A., Roghanian, R., & Emtiazi, G. (2015). Encapsulation of platelet in kefiran polymer and detection of bioavailability of immobilized platelet in probiotic kefiran as a new drug for surface bleeding. *Journal of Medical Bacteriology*, 4(3), 55–66.
47. Zavala, L., Roberti, P., Piermaria, J. A., & Abraham, A. G. (2015). Gelling ability of kefiran in the presence of sucrose and fructose and physicochemical characterization of the resulting cryogels. *Journal of Food Science and Technology*, 52(8), 5039–5047.
48. Cevikbas, A., Yemni, E., Ezzedenn, F. W., Yardimici, T., Cevikbas, U., & Stohs, S. J. (1994). Antitumoural antibacterial and antifungal activities of kefir and kefir grain. *Phytotherapy Research*, 8(2), 78–82.
49. Rodrigues, K. L., Gaudino Caputo, L. R., Tavares Carvalho, J. C., Evangelista, J., & Schneedorf, J. M. (2005). Antimicrobial and healing activity of kefir and kefir extract. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 25(5), 404–408
50. Sabaghi, M., Maghsoudlou, Y., & Habibi, P. (2015). Enhancing structural properties and antioxidant activity of kefiran films by chitosan addition. *Food Structure*, 5, 66–71.
51. Vinderola, G., Perdigón, G., Duarte, J., Farnworth, E., & Matar, C. (2006). Effects of the oral administration of the exopolysaccharide produced by *Lactobacillus kefiranofaciens* on the gut mucosal immunity. *Cytokine*, 36(5–6), 254–260.
52. Piermaria, J. A., Pinotti, A., Garcia, M. A., & Abraham, A. G. (2009). Films based on kefiran, an exopolysaccharide obtained from kefir grain: Development and characterization. *Food Hydrocolloids*, 23(3), 684–690.
53. Kumar, S. (2011). Free radicals and antioxidants: Human and food system. *Pelagia Research Library*

- Advances in Applied Science Research, 2(1), 129–135.
54. Thyagarajan, R., Narendrakumar, G., Nair, N., Taskeen, A., & Ramesh kumar, V. (2017). Antimicrobial, antioxidant and anticancer activity of kefir extracted from *pediococcus pentosaceus* strain TNAR03. *IIOAB Journal*, 8, 87–91.
 55. Ismaiel, A. A., Ghaly, M. F., & El-Naggar, A. K. (2011). Milk kefir: Ultrastructure, antimicrobial activity and efficacy on aflatoxin b1 production by *Aspergillus flavus*. *Current Microbiology*, 62(5), 1602–1609.
 56. Jenab, A., Roghanian, R., Emtiazi, G., & Ghaedi, K. (2017). Manufacturing and structural analysis of antimicrobial kefir/polyethylene oxide nanofibers for food packaging. *Iranian Polymer Journal*, 26(1), 31–39.
 57. Tamine A.Y & Robinson R.K. (1985). *Yogurt: Science and Technology*. Pergamon Press. New York
 58. Farnworth ER (2005) Kefir - a complex probiotic. *Food SciTechnol Bull: Functional Foods* 2:1-17.
 59. Carneiro RP (2010)Desenvolvimento de uma cultura iniciadorapara produção de kefir.Belo Horizonte,
 60. Brasil, p.142.(M.Sc. Dissertation. Faculdade de Farmácia. UFMG).
 61. Beshkova D, Simova ED, Simov ZI, Frengova GI, Spasov Z N(2002) Pure cultures for making kefir. *Food Microbiol*19:537-544.
 62. Paraskevopoulou A, Athanasiadis I, Kanellaki M, Bekatorou A, Blekas G, Kiosseoglou V (2003) Functional properties ofsingle cell protein produced by kefir microflora. *Food ResInt* 36:431-438.
 63. Kök-Taş, T., İlay, E., & Öker, A. 2014. Pekmez ve Erik Kullanılarak Üretilen Kefirlerin Bazı Kalite
 64. Kriterlerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2, 86–91 (in Turkish).
 65. Altay, F., Karbancioglu-Güler, F., Daskaya-Dikmen, C., & Heperkan, D. (2013). A review on traditional Turkish fermented nonalcoholic beverages: Microbiota, fermentation process and quality characteristics.
 66. *International Journal of Food Microbiology*, 167, 44–56. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2013.06.016
 67. Wang, Y. F., Huo, G. C., & Liu, L. B. (2004). Isolation and identification of the lactic acid bacteria from kefir grains. *China Dairy Industry*, 32, 17–19.
 68. Be'al C and Helinck S (2014) Yogurt and other fermented milks. In: Ray RC and Montet D (eds.) *Microorganisms and fermentation of traditional foods*, pp. 139–185. Boca Raton, FL: CRC Press.
 69. FAO/WHO (2011) *Codex Alimentarius: codex standards for fermented milks* 243-2003.
 70. In: FAO/WHO (ed.) *Milk and milk products*, 2nd ed., pp. 6–16. Rome: FAO/WHO.
 71. Sodini, I., Remeuf, F., Haddad, S., Corrieu, G., 2010. The relative effect of milk base, starter, and process on yogurt texture: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44, 113–137.
 72. Tamime, A.Y., Robinson, R.K., 2007. *Yoghurt: Science and Technology*, third. ed. CRC, Boca Raton, FL.
 73. Gendrel, D., Richard-Lenoble, D., Dupont, C., Gendrel, C., Nardou, M. and Chaussain, M. (1990) *Presse Medical*, 19, 700.
 74. Courtin P, Monnet V, and Rul F (2002) Cell-wall proteinases PrtS and PrtB have a different role in *Streptococcus thermophilus/Lactobacillus bulgaricus* mixed cultures in milk. *Microbiology* 148: 3413–3421.
 75. Cheng H (2010) Volatile flavor compounds in yoghurt: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 50: 938–950.
 76. Ruas-Madiedo P and de los Reyes-Gavila'n CG (2005) Methods for the screening, isolation, and characterization of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria. *Journal of Dairy Science* 88: 843–856.
 77. Bylund G. 1995. *Dairy Processing Handbook*, Tetra Pak Processing Systems, Lund, Sweden
 78. Lee WJ and Lucey JA (2010) Formation and physical properties of yogurt. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 23: 1127–1136.

79. Tamime, A.Y. (1977) Dairy Industries International, 42(8), 7.
80. Kolars, J.C., Levitt, M.D., Aouji, M. and Savalano, D.A. (1984) New England Journal of Medicine, 310, 1.
81. Kunath, P. and Kandler, O. (1980) Milchwissenschaft, 35, 470.
82. Robinson, R.K. and Khan, P. (1978) Plant Foods for Man, 2, 113.
83. Jenkins, D.J.A., Leeds, A.R., Newton, C. and Cummings, J.H. (1975) Lancet, 1, 1116. Marteau, P., Flourie, B., Pochart, T, P., Chastang, C., Desjeux, J.F. and Rambaud, J.-C. (1990) British Journal of Nutrition, 64(1), 71.
84. Anon. (1990) United States Patent, US 4 971 810.
85. Saldamli, I. and Baracan, S. (1996) Gida, 21, 185.
86. Ruas-Mariedo, P, Hugenholtz, J. and Zoon, P. (2002) International Dairy Journal, 12, 163.
87. O'Connor, E.B., Barrett, E., Fitzgerald, G., Hill, C., Stanton, C. and Ross, R.P. (2005) In Probiotic Dairy Products, Edited by Tamime, A.Y., Blackwell Publishing, Oxford, pp. 167-194.
88. Gibson, G.R. and Robefroid, M. (1995) Journal of Nutrition, 124, 1401.
89. Makino, S., Ikegami, S., Kano, H., Sashihara, T., Saito, T. and Oda, M. (2005) Dairy Science Abstracts, 67, 883.
90. Korakli, M., Ganzle, M.G. and Vogel, R.F. (2002) Journal of Applied Microbiology, 92, 958. Altschul, A.M. (1965) Proteins: Their Chemistry and Politics, Basic Books, New York.
91. Seclin, A.K. (2004) Milchwissenschaft, 59, 41.
92. Breslaw, E.S. and Kleyn, D.H. (1973) Journal of Food Science, 38, 1016.
93. Jay, J.L. (1975) International Flavours and Food Additives, 6, 279.
94. Chabance, B., Marteau, P., Rambaud, J.C., Migliore-Samour, D., Boynard, M., Perrotin, P., Guillet, R., Jollea S, P. and Fiat, A.M. (1998) Biochimie, 80, 155.
95. Fitzgerald, R.J. and Meisel, H. (2003) In Functional Dairy Products, Edited by Mattila-Sandholm, T. and Saarela, M., Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, pp. 187-202.
96. Lucas, A., Sodini, I., Monnet, C., Jolivet, P. and Corrieu, G. (2004) International Dairy Journal, 14,47.
97. Anon. (1997b) Nutritional Benefits of Yogurt and Other Fermented Milk Products, Topical Update - 8, National Dairy Council, London.
98. Patton, S. and JENSEN, R.O. (1974) Progress in the Chemistry of Fats and Other Lipids, 14, 163.
99. Gurr, M.I. (1992) Journal of the Society of Dairy Technology, 45, 61.
100. Barrantes, E., Tamime, A.Y., Muir, D.D. and Sword, A.M. (1994) Journal of the Society of Dairy Technology, 47, 61.
101. Dubert, A. and Robinson, R.K. (2002) Dairy Industries International, 67(4), 18.
102. Holland, B., Welch, A.A., Unwin, L.D., Buss, D.H., Paul, A.A. and Southgate, D.A.T. (1991) In McCance and Widdowson's The Composition of Foods, 5th Edition, The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
103. Buttriss, J. (1997) International Journal of Dairy Technology, 50, 21.
104. Weaver, C.M. and Plawecki, K.L. (1994) American Journal of Clinical Nutrition, 59, 1238.
105. Dupuis, Y. (1964) In Fermented Milks, Annual Bulletin Part III, International Dairy Federation, Brussels, pp. 36-43.
106. Renner, E. (1994) Journal of Dairy Science, 77, 3498.
107. Galan, P., Cherovrier, F., Preziosi, P. and Herceberg, S. (1991) European Journal of Clinical Nutrition, 45, 553.
108. Noh, W.S., SHIN, H.S. and LIM, J.W. (1994) Korean Journal of Dairy Science, 16, 385
109. Anon. (1997a) Addition of Micronutrients to Food, Institute of Food Science & Technology, London.
110. Deeth, H.C. and Tamime, A.Y. (1981) Journal of Food Protection, 44, 78.
111. Rao, D.R., Reddy, A.V., Pulusani, S.R. and Cornwell, P.E. (1984) Journal of Dairy Science, 67, 1169.
112. Rao, D.R. and Shahani, K.M. (1987) Cultured Dairy Products Journal, 22(1), 6.
113. Knelfel, W., Holub, S. and Wirthman, M. (1989) Journal of Dairy Research, 56, 651.

114. Mckinley, M.C. (2004) Dairy Industries International, 69(4), 32.
115. Nandkumar, R., Talapatra, K., 2014. Quantitative profiling of bacteriocins present in dairy-free probiotic preparations of *Lactobacillus acidophilus* by nanoliquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J. Dairy Sci.* 97 (4), 1999–2008.
116. Re, L., Turnbaugh, P.J., Klein, S., Gordon, J., December 21, 2006. Microbial ecology: human gut microbes associated with obesity. *Nature* 444 (7122), 1022–1023.
117. Chandan, R.C., 2016. Role of milk and dairy foods in nutrition and health. In: Chandan, R.C., Kilara, A., Shah, N.P. (Eds.), *Dairy Processing and Quality Assurance*, second ed. Wiley-Blackwell, Oxford, UK, pp. 428–466 (Chapter 18).
118. Le Blanc, J.G., Milani, C., De Giori, G.S., Sesma, F., Van Sinderen, D., Ventura, M., 2013. Bacteria as vitamin suppliers to their host: a gut microbiota perspective. *Curr. Opin. Biotechnol.* 24 (2), 160–168.
119. Viega, P., Pons, N., Agrawal, A., Oozeer, R., Denis Guyonnet, D., Brazeilles, R., Faurie, J.-M., Vlieg, J.V.H., Houghton, L., Whorwell, P., Ehrlich, D., Kennedy, S., 2014. Changes of the human gut microbiome induced by a fermented milk product. *Scient. Rep.* 4. <http://dx.doi.org/10.1038/srep06328> Article number: 6328.
120. Mohammadmoradi, S., Javidan, A., Kordi, J., 2014. Boom of probiotics: this time non-alcoholic fatty liver disease – a mini review. *J. Funct. Foods* 11, 30–35. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2014.08.022>.
121. Astrup, A., 2014. First global summit on the health benefits of yogurt: yogurt and dairy product consumption to prevent cardiometabolic diseases: epidemiologic and experimental studies. *Am. J. Clin. Nutr.* 99, 1235S–1242S.
122. Beserra, B.T.S., Fernandes, R., do Rosario, V.A., Mocellin, M.C., Kuntz, M.G.F., Trindade, E.B.S.M., 2015. A systematic review and meta-analysis of the prebiotics and synbiotics effects on glycaemia, insulin concentrations and lipid parameters in adult patients with overweight or obesity. *Clin. Nutr.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2014.10.004>.
123. Beltran-Barrientos, L.M., Hernandez-Mendoza, A., Torres-Llenez, M.J., Gonzales-Cordova, A.F., 2016. Invited review: fermented milk as antihypertensive functional food. *J. Dairy Sci.* 99, 4099–4110.
124. Zittermann, A., 2011. Nutrition and health-promoting properties of dairy properties: bone health. In: Fuquay, J.W., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. (Eds.), *Encyclopedia of Dairy Sciences*, second ed. Academic Press, New York, pp. 1009–1015.
125. Prentice, A.M., 2014. First global summit on the health benefits of yogurt. Dairy products in global health. *Am. J. Clin. Nutr.* 99, 1212S–1216S.
126. Desai, N.T., Shepard, L., Drake, M.A., 2013. Sensory properties and drivers of liking for Greek yogurts. *J. Dairy Sci.* 96 (12), 7454–7466.
127. Robinson R.K., Lucey J.A., Tamime A.Y. (2006) Types of Fermented Milk. In: *Fermented Milks*, Tamime A.Y. Ed. Blackwell Science
128. De Bruijn J.P.F., Salazar F.N. & Bórquez R. (2005). Membrane blocking in ultrafiltration a new approach to fouling. *Food and Bioproducts Processing.* 83(C3), 211-219.
129. Le T.T., Cabaltica A.C. & Bui V.M. (2014). Membrane separations in dairy processing. *Journal of food research and technology.* 2, (1), 01-14.
130. Alexiou, H., Kexagias, C., Konidari, P., Lambrakos, M. and Garifallidis, N. (1990) Dairy Science Abstracts, 52, 165.
131. Duboc, P., & Mollet, B. (2001). *Applications of exopolysaccharides in the dairy industry.* *International Dairy Journal*, 11(9), 759–768. doi:10.1016/s0958-6946(01)00119-4
132. Yoney, Z., 1967. Yogurt Teknolojisi. Ankara Universitesi Basimevi, Ankara, Turkey, 97 p.
133. Yaygin, H., 1999. Yogurt Teknolojisi. Akdeniz Universitesi Basimevi, Antalya, Turkey, 331 p.
134. Say, D., Sahan, N., 2002. The microbiological properties of labneh (concentrated yoghurt) stored with oil at room and refrigerator temperatures. *Milchwissenschaft* 57, 528–532.

135. Sahan, N., Say, D., 2004. Tuzlu yogurt uretimi ve pazarlama yapisi. In: Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, (Traditional Food Symposium), Van, Turkey, 23–24 Eylul, 2004, pp. 291–294.
136. Guler, Z., Park, Y.W., 2009. Evaluation of chemical and color index characteristics of goat milk, its yoghurt and salted yoghurt. *Trop. Subtrop. Agroecosys.* 11, 37–39.
137. Shalaby, S., El-Shobery, M. and El-Nagar, E. (1992) *Egyptian Journal of Food Science*, 20, 331.
138. Garg, S.K. (1988) *Indian Dairyman*, 40, 57.
139. Spanghero, M. and Susmel, P. (1996) *Journal of Dairy Research*, 63, 629.
140. Singh, J. (1979) *Indian Dairyman*, 31, 117
141. Patel, R.S. and Mistry, V.V. (1997) *Journal of Dairy Science*, 80, 812.
142. Ahmed, N.S. and Ismail, A.A. (1978a) *Journal of Dairy Research*, 45, 119. Ahmed, N.S. and Ismail, A.A. (1978b) *Milchwissenschaft*, 33, 228
143. Venkateshaiah, B.V., Natarajan, A.M. and Atmaram, K. (1982) *Cheiron*, 11, 294.
144. El-Deeb, S.A. and Hassan, H.N. (1987) *Alexandria Science Exchange*, 8, 87.
145. Hamzawi, L.F. and Kamaly, K.M. (1992) *Cultured Dairy Products Journal*, 27(3), 26.
146. El-Shibiny, S., Ghita, I. and Abdou, S.M. (1977) *Egyptian Journal of Dairy Science*, 5, 109.
147. Sandine, W.E., Elliker, P.R., 1970. Microbiologically induced flavours and fermented foods: flavor in fermented dairy products. *J. Agric. Food Chem.* 18, 557–562.
148. MacAlister, A., 1904. Food. Hastings, H. (Ed.), *A Dictionary of the Bible Dealing with Its Language, Literature and Contents, Including Biblical Theology*, vol. 2, T and T Clark, Edinburgh, pp. 27–43.
149. Koksoy, A., and Kılıç, M. (2003). Effects of water and salt level on rheological properties of ayran, a Turkish yoghurt drink. *Int. Dairy J.* 13: 835–839.
150. Koksoy, A., and Kılıç, M. (2004). Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. *Food Hydrocolloids* 18: 593–600.
151. Atamer, M., Gu'rsel, A., Tamuc,ay, B., Genc,er, N., Yıldırım, G., Odabas,ı, S., Karademir, E., Senel, E., & Kırdar, S. (1999). A study on the utilization of pectin in manufacture of long-life ayran. *Gıda*, 24(2), 119–126.
152. Hoffmann, F., 1761. *A Treatise on the Virtues and Uses of Whey*. L. Davis and C. Reymers, London, pp. 1–34.
153. Phelan, J.A., Renaud, J., Fox, P.F., 1993. Some nonEuropean cheese varieties. Fox, P.F. (Ed.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, vol. 1, second ed. Chapman & Hall, London, pp. 421–465.
154. Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L.H., 2000. *Fundamentals of Cheese Science*. Aspen Publishers, Gaithersburg, MD.
155. De Koning, P.J., 1979. Rennet and its substitutes. International Dairy Federation, Brussels, Document 126, pp. 11–15.
156. Delfour, A., Jolles, J., Alais, C., Jolles, P., 1965. Caseino-glycopeptides: characterization of a methionine residue and of the N-terminal sequence. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 19, 452–455.
157. Ernstrom, C.A., Wong, N.P., 1974. Milk clotting enzymes and cheese chemistry. In: Webb, B.H., Johnson, A.H., Alford, J.A. (Eds.), *Fundamentals of Dairy Chemistry*. second ed. AVI Publishing Co. Inc., Westport, CT, pp. 662–771.
158. Fox, P.F. (Ed.), 1997. *Advanced Dairy Chemistry, Vol. 3, Lactose, Water, Salts and Vitamins*. Chapman & Hall, London.
159. Green, M.L., 1977. Milk coagulants. *J. Dairy Res.* 44, 159–188.
160. Harbutt, J., 1999. *A Cook's Guide to Cheese*. Anness Publishing Ltd, London.
161. Nelson, J.H., 1975. Application of enzyme technology to dairy manufacturing. *J. Dairy Sci.* 58, 1739–1750.
162. Ottogalli, G., 2001. *Altante dei Formaggi*. Ulrico Hoepli, Milan.

163. Phelan, J.A., 1985. Milk coagulants—an evaluation of alternatives to standard calf rennet. Ph.D. Thesis. National University of Ireland, Cork.
164. Sardinias, J.L., 1972. Microbial rennets. *Adv. Appl. Microbiol.* 15, 39–73.
165. Sternberg, M., 1976. Microbial rennets. *Adv. Appl. Microbiol.* 20, 135–157.
166. Fox, P.F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P.L.H., O'Mahony, J.A., 2015. *Dairy Chemistry and Biochemistry*, second ed. Springer, New York, NY, p. 584.
167. Tamime, A.Y. (Ed.), 2006. *Brined Cheese*. Blackwell Publishers, Oxford.
168. McSweeney, P.L.H., Fox, P.F., 2013. *Advanced Dairy Chemistry*, vol. 1A, Proteins: Basic Aspects, fourth ed. Springer, New York, NY, p. 548.
169. McSweeney, P.L.H., O'Mahony, J.A., 2016. *Advanced Dairy Chemistry*, vol. 1B, Proteins: Applied Aspects, fourth ed. Springer, New York, NY, p. 498.
170. McSweeney, P.L.H., 2004. Biochemistry of cheese ripening. *Int. J. Dairy Technol.* 57, 127–144.
171. Fox, P.F., 1989. Proteolysis during cheese manufacture and ripening. *J. Dairy Sci.* 72, 1379–1400.
172. Curtin, Á.C., McSweeney, P.L.H., 2004. Catabolism of amino acids in cheese during ripening. In: Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Cogan, T.M., Guinee, T.P. (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics, Microbiology: Volume 1: General Aspects*. third ed. Elsevier Applied Science, Amsterdam, pp. 436–454.
173. Collins, Y.F., McSweeney, P.L.H., Wilkinson, M.G., 2003. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *Int. Dairy J.* 13, 841–866.
174. Ivy R.A., Wiedmann M. *Clostridium tyrobutyricum*, *Encyclopedia of food microbiology* (Second edition), 2014, 468-473.
175. Trichopoulou, A.; Soukara, S.; Vasilopoulou, E. Traditional foods: a science and society perspective. *Trends Food Sci. Technol.* 2007, 18, 420–427.
176. Panagou, E.Z.; Nychas, G.J.E.; Sofos, J.N. Types of traditional Greek foods and their safety. *Food Control.* 2013, 29, 32–41.
177. Cniel. *L'économie laitière en chiffres*, 2013.
178. Vallerand, F.; Dubeuf, J.P.; Tsiboukas, K. Le lait de brebis et de chèvre en Méditerranée et dans les Balkans : diversité des situations locales et des perspectives sectorielles. *Cah. Agric.* 2007, 16, 258–264.
179. FAO. *Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine*; Food & Agriculture Org.: Roma, 1995, 271 pp. Downloaded by [University of Sussex Library] at 16:35 21 September 2015 Accepted Manuscript 26.
180. World Health Organization & Food and Agriculture Organization. *Milk and milk products - Codex Alimentarius Standards*, 2011.
181. Beal, C.; Sodini, I. Fabrication des yaourts et des laits fermentés. *Tech. Ing. Bioprocédés* 2003, T1140, (F6315), 1-16.
182. Messens, W.; De Vuyst, L. Inhibitory substances produced by Lactobacilli isolated from sourdoughs—a review. *Int. J. Food Microbiol.* 2002, 72, 31–43. Ngassam Tchamba, C. Caractérisation de la flore lactique des laits fermentés artisanaux au Sénégal: cas de la zone des Niayes. Thèse, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Dakar, 2007. 13. Yildiz, F. Development and manufacture of yogurt and other functional dairy products; CRC Press/Taylor & Francis: 2010.
183. Hafeez, Z.; Cakir-Kiefer, C.; Roux, E.; Perrin, C.; Miclo, L.; Dary-Mourot, A. Strategies of producing bioactive peptides from milk proteins to functionalize fermented milk products. *Food Res. Int.* 2014, 63, Part A, 71–80.
184. Rodríguez-Figueroa, J. C., González-Córdova, A. F., Astiazaran-García, H., HernándezMendoza, A. & Vallejo-Cordoba, B. Antihypertensive and hypolipidemic effect of milk fermented by specific *Lactococcus lactis* strains. *J. Dairy Sci.* 2013, 96, 4094–4099.

185. London, L. E. E.; Chaurin, V.; Auty, M.; Fenelon, M.; Fitzgerald, G.; Ross, R.; Stanton, C. Use of *Lactobacillus mucosae* DPC 6426, an exopolysaccharide-producing strain, positively influences the techno-functional properties of yoghurt. *Int. Dairy J.* 2015, 40, 33–38.
186. Kearney, N.; Stack, H.; Tobin, J.; Chaurin, V.; Fenelon, M.; Fitzgerald, G.; Ross, R.; Stanton, C. *Lactobacillus paracasei* NFBC 338 producing recombinant beta-glucan positively influences the functional properties of yoghurt. *Int. Dairy J.* 2011, 21, 561–567.
187. Sahan, N.; Yasar, K.; Hayaloglu, A. A. Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a β -glucan hydrocolloidal composite during storage. *Food Hydrocoll.* 2008, 22, 1291–1297.
188. DOOR, 2014. Database of Origin and Registration, European Commission, Agriculture and Rural Development. Available from: http://ec.europa.eu/agriculture/quality/schemes/index_en.htm. Abd El-Salam, M.H., Alichanidis, E., 2004. Cheeses varieties ripened in brine.
189. Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Cogan, T.M., Guinee, T.P. (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, vol. 2, third ed. Elsevier Academic Press, London, pp. 227–249. Bintsis, T., Papademas, P., 2002. Microbial quality of white-brined cheeses: a review. *Int. J. Dairy Technol.* 55, 113–120.
190. Anifantakis, E.M., Moatsou, G., 2006. Feta and other Balkan cheeses. In: Tamime, A.Y. (Ed.), *Brined Cheeses*. Blackwell, Oxford, pp. 43–71.
191. Litopoulou-Tzanetaki, E., Tzanetakis, N., 2011. Microbiological characteristics of Greek traditional cheeses. *Small Ruminant Res.* 101, 17–32.
192. Litopoulou-Tzanetaki, E., Kalogridou-Vassiliadou, D., Tzanetakis, N., 1992. Evolution de la flore microbienne au cours de la fabrication et de l'affinage du fromage Teleme. *Microbiol. Aliments Nutr.* 10, 283–288.
193. Moatsou, G., Govaris, A., 2011. White brined cheeses: a diachronic exploitation of small ruminants milk in Greece. *Small Ruminant Res.* 101, 113–121.
194. Kondyli, E., Katsiari, M.C., Masouras, T., Voutsinas, L.P., 2002. Free fatty acids and volatile compounds of low fat Feta-type cheese made with commercial adjunct culture. *Food Chem.* 79, 199–205.
195. K Lioliou, Evanthia Litopoulou-Tzanetaki, N Tzanetakis, R K Robinson .Changes in the microflora of Manouri, a traditional Greek whey cheese, during storage, 2001 *International Journal of Dairy Technology* 54(3):100 – 106.
196. Addeo, F., Moio, L. & Stingo, c., 1988. *Atti Giomata di Studio*, Consorzio del Formaggio Parmigiano Reggiano p. 21, Reggio Emili.
197. Bottazzi, V., 1962. Ricerche sulla microbiologia del formaggio grana. Nota III: Studio della microflora del siero-fermento usato nella fabbricazione del formaggio grana tipico. *Ann. Microbiol. Enzimol.* 12, 59–72.
198. Gobbetti, M., Di Cagno, R., 2002. Hard Italian cheeses. Roginski, H., Fox, P.F., Fuquay, J.W. (Eds.), *Encyclopedia of Dairy Sciences*, vol. 2, Academic Press, London, pp. 378–385.
199. Battistotti, B., Bottazzi, V., Piccinardi, A., Volpato, G., 1983. *Formaggi nel Mondo*. Arnoldo Mondatori Editore, Milano.
200. Resmini, P., Pellegrino, L., Hogenboom, J., Bertuccioli, M., 1988. Gli aminoacidi liberi nel formaggio Parmigiano Reggiano stagionato. *Atti Giornata di Studio*. Consorzio del Formaggio Parmigiano Reggiano, Reggio Emilia, pp. 41–58.
201. Paz N. F., Gonçalvez de Oliveria E., Villalva F. J., Armada M., Ramón A.N. *Food Sci. Technol, Campinas*, 37(2): 193-201, Apr.-June 2017.
202. Piraino P, Zotta T, Ricciardi A, Parente E, and Salzano G (2008) Acid production, proteolysis, autolytic and inhibitory properties of lactic acid bacteria isolated from pasta-filata cheeses: A multivariate screening study. *International Dairy Journal* 18: 81–92. Doina Georgeta Andronoiu, corresponding author Elisabeta Botez, Oana Viorela Nistor, and Gabriel Dănuț Mocanu Ripening

- process of Cascaval cheese: compositional and textural aspects *J Food Sci Technol.* 2015 Aug; 52(8): 5278–5284. Effect of pH at drainage on the physicochemical, textural and microstructural characteristics of mozzarella cheese from goat milk.
203. Kindstedt P., Caric M. and Milanovic S., 2004, Pasta-Filata cheeses, p. 251-277.
 204. Gioacchini, A.M., De Santi, M., Guescini, M., Brandi, G., Stocchi, V., 2010. Characterization of the volatile organic compounds of Italian “Fossa” cheese by solid-phase microextraction gas chromatography/ mass spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 24, 3405–3412.
 205. Martínez-Rodríguez, Y., Acosta-Muñiz, C., Olivas, G.I., Guerrero-Beltrán, J., Rodrigo-Aliaga, D., Mujica-Paz, H., Welti-Chanes, J. and Sepulveda, D.R. (2014) Effect of high hydrostatic pressure on mycelial development, spore viability and enzyme activity of *Penicillium roqueforti*. *Int J Food Microbiol* 168–169, 42–46.
 206. Cao, M., Fonseca, L.M., Schoenfuss, T.C. and Rankin, S.A. (2014) Homogenization and lipase treatment of milk and resulting methyl ketone generation in blue cheese. *J Agric Food Chem* 62, 5726–5733.
 207. Mase, T., Matsumiya, Y. and Matsuura, A. (1995) Purification and characterization of *Penicillium roqueforti* IAM 7268 lipase. *Biosci Biotechnol Biochem* 59, 329–330.
 208. Igoshi, K., Hara, H. and Kobayashi, H. (2007) Two kinds of extracellular protease from wheat bran medium cultured by *Penicillium roqueforti*. *Milk Sci* 56, 1–7.
 209. Fuquay, J.W., Fox, P.F. and McSweeney, P.L.H. (2011) *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2nd edn. San Diego, CA: Academic Press, 960 p.
 210. Gente, S., Billon-Grand, G., Poussereau, N. and Fevre, M. (2001) Ambient alkaline pH prevents maturation but not synthesis of ASPA, the aspartyl protease from *Penicillium roqueforti*. *Curr Gen* 38, 323–328.
 211. Gripon, J.-C. (1977) The proteolytic system of *Penicillium roqueforti*. Purification and properties of an alkaline aminopeptidase. *Biochimie* 59, 679–686.
 212. Gripon, J.-C., Auberger, B. and Lenoir, J. (1980) Metalloproteases from *Penicillium caseicolum* and *P. roqueforti*: comparison of specificity and chemical characterization. *Int J Biochem* 12, 451–455.
 213. Petyaev, I.M., Bashmakov, Y.K., 2012. Could cheese be the missing piece in the French paradox puzzle? *Med. Hypotheses* 79, 746–749.
 214. Nielsen, K.F., Dalsgaard, P.W., Smedsgaard, J., Larsen, T.O., Andrastins, A.-D., 2005. *Penicillium roqueforti* metabolites consistently produced in blue-mold-ripened cheese. *J. Agric. Food Chem.* 53, 2908–2913.
 215. Mariana Corrales. Elaboration d’un descriptif sensoriel du brocciu AOP : un lien entre les pratiques de production et les usages de l’aliment. *Sciences du Vivant [q-bio]*. 2013. ffhah-02805799f
 216. Izco, J.M., Irigoyen, A., Torre, P., Barcina, Y., 2000. Effect of added enzymes on the free amino acids and sensory characteristics in Ossau- Iraty cheese. *Food Control* 11, 201–207.
 217. Feutry, F., Oneca, M., Berthier, F., Torre, P., 2012b. Biodiversity and growth dynamics of lactic acid bacteria in artisanal PDO Ossau-Iraty cheeses made from raw ewe’s milk with different starters. *Food Microbiol.* 29, 33–42.
 218. Alcalá, M., Beltrán de Hredia, F.H., Esteban, M.A., Marcos, A., 1982. Distribucion del nitrogeno soluble del queso de Mahon. *Arch. Zootecn.* 31, 257–267.
 219. Esteban, M.A., Marcos, A., Alcalá, M., Beltrán de Hredia, F.H., 1982. Caseinas y polipeptidos insolubles del queso de Mahon. *Arch. Zootecn.* 31, 305–315.
 220. Marcos, M., Esteban, M.A., Alcalá, M., Beltrán de Hredia, F.H., 1983. Actividad del agua, pH y principales minerales del queso de Mahon. *Arch. Zootecn.* 32, 1731.
 221. Ordóñez, J.A., Massó, J.A., Mármol, M.P., Ramos, M., 1980. Contribution à l’étude du fromage « Roncal ». *Lait* 60, 283–294.
 222. Hayaloglu, A.A.; Güven, M.; Fox, P.F. Microbiological, Biochemical and Technological Properties of Turkish White Cheese ‘beyaz peynir.’ *Int. Dairy J.* 2002, 12, 635–648.

223. Kamber U., The traditional cheeses of Turkey: Mediterranean region, *Food Rev. Int.* 24 (2008) 119–147.
224. Nizamlioglu, M.; Yalçın, S.; Tekinsen, O.C. Quality of Brine White Cheeses in Konya Province. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 1989, 13 (2), 136–142.
225. Yalçın, S. Microbial and chemical composition of white cheeses and its connection with sensorial characteristics, consumed in Ankara and Ankara districts. PhD thesis, Ankara University, Institute of Health Science, Ankara, 1986.
226. Çelik, S.; Özdemir, C., Özdemir, S., Sert, S. Microbiologic, Physical and Chemical Features of Salamura White Cheese Samples, consumed in Diyarbakir Province. In *Traditional Milk Products*;
227. Demirci, M., Ed.; *Milk and Milk Products Symposium*, May 21–22, 1998; Tekirdag, National Productivity Centre Publications: Ankara, 1998; Publication number: 621, 351–360.
228. Koca, N.; Metin, M. Textural, Melting and Sensory Properties of Low Fat Fresh Kashar Cheeses Produced by Using Fat Replaces. *Int. Dairy J.* 2004, 14, 365–373.
229. Eralp, M. *Cheese Technology*; Ankara University Press: Ankara, 1974; Ankara University Faculty of Agriculture publications no: 55; 15–16, 217–234.
230. Adam, R.C. *Cheese*. Ege University Agricultural Faculty, Ege University Press: Izmir, 1974; Publication number: 176, 109–268.
231. Papademas, P. Halloumi Cheese. In *Brine Cheeses*; Tamime, A.Y., Ed.; Blackwell Publishing: Oxford, UK, 2006; pp. 117–138.
232. Kaminarides, S.E.; Stamou, P.; Massouras, T. Changes of organic acids, volatile aroma compounds and sensory characteristics of Halloumi cheese kept in brine. *Food Chem.* 2007, 100, 219–225. [CrossRef].
233. Guinee, T.P.; Fox, P.F. Salt in cheese: Physical chemical and biological aspects. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, 2nd ed.; Fox, P.F., Ed.; Chapman & Hall: London, UK, 1993; pp. 257–302. 230.
234. Guinee, T.P. Salting and the role of salt in cheese. *Int. J. Dairy Technol.* 2004, 57, 99–108. [CrossRef] Abd El-Salam, M.H., Alichanidis, E, 2004. Cheese varieties ripened in brine. Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Cogan, T.M., Guinee, T.P. (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, vol. 2, Elsevier Academic Press, Oxford, pp. 227–249.
235. Puri, B.R., Parkash, S., 1965. Exchange of colloidal calcium with other cations in milk of three species. *J. Dairy Sci.* 48, 611–614.
236. Kiani, H., Mousavi, S.M.A., and Emam-Djorneh, Z. (2008). Rheological properties of Iranian yoghurt drink, doogh. *Int. J. Dairy Sci.* 3: 71–78.
237. Ibanoglu S, Ibanoglu E, Ainsworth P (1999) The effect of different ingredients on the fermentation activity in tarhana. *Food Chem* 64: 103-106.
238. Nout MJR (1993) Processed weaning foods for tropical climates. *Int J Food Sci Nutr* 43: 213-221.
239. Steinkraus KH (2002) Fermentations in world food processing. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 1: 23-30.
240. Ibanoglu E, Ibanoglu S (1997) The effect of heat treatment on the foaming properties of tarhana, a traditional Turkish cereal food. *Food Res Int* 30: 799- 802.
241. Kose E, Cagindi OS (2002) An investigation into the use of different flours in tarhana.
242. *International Journal of Food Science and Technology* 37: 219-222.
243. Cambell-Platt G (1987) *Fermented Foods of the world*. London, UK: Butter-Worths Press.

Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Ζερφυρίδης Γ. 2001. Τεχνολογία Προϊόντων Γάλακτος. Τομέας Επιστήμη και Τεχνολογία Τροφίμων, Τμήμα Γεωπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
2. Ανυφαντάκης Ε. Μ., Τυροκομία (Β΄ Έκδοση), Εκδ. Σταμούλης, Αθήνα 2004.